

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

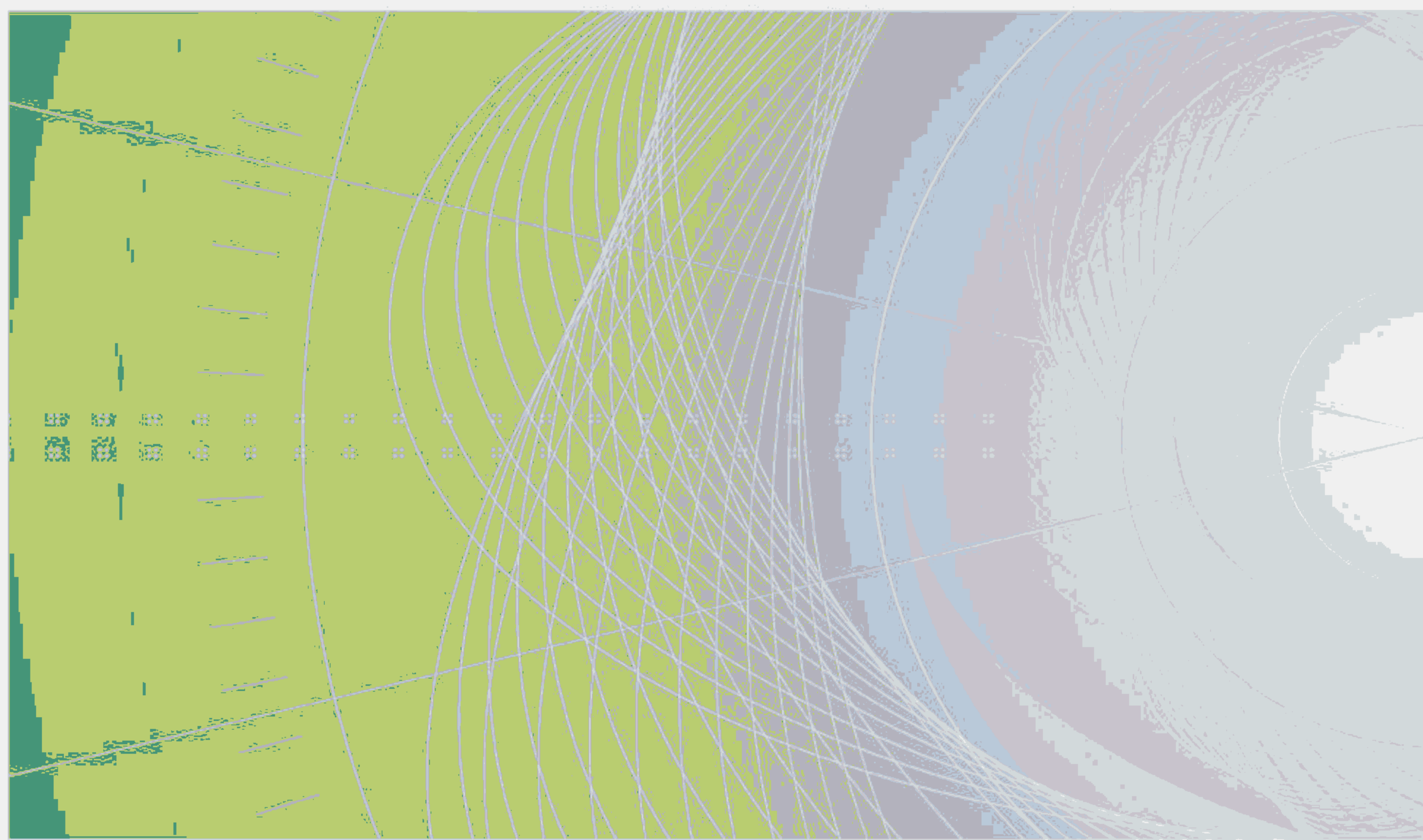


Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes –

Safety requirements for portable sealed secondary cells, and for batteries made from them, for use in portable applications

Accumulateurs alcalins et autres accumulateurs à électrolyte non acide –

Exigences de sécurité pour les accumulateurs portables étanches, et pour les batteries qui en sont constituées, destinés à l'utilisation dans des applications portables





THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2012 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester.

If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigenda or an amendment might have been published.

Useful links:

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

The advanced search enables you to find IEC publications by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...).

It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details all new publications released. Available on-line and also once a month by email.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 30 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) on-line.

Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: csc@iec.ch.

A propos de la CEI

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des Normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

Liens utiles:

Recherche de publications CEI - www.iec.ch/searchpub

La recherche avancée vous permet de trouver des publications CEI en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...).

Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

Just Published CEI - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications de la CEI. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et aussi une fois par mois par email.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 30 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) en ligne.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: csc@iec.ch.



IEC 62133

Edition 2.0 2012-12

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes –

Safety requirements for portable sealed secondary cells, and for batteries made from them, for use in portable applications

Accumulateurs alcalins et autres accumulateurs à électrolyte non acide –

Exigences de sécurité pour les accumulateurs portables étanches, et pour les batteries qui en sont constituées, destinés à l'utilisation dans des applications portables

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX



ICS 29.220.30

ISBN 978-2-83220-505-1

**Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.**

CONTENTS

| | |
|-------------------------------------------------------------------------|----|
| FOREWORD..... | 4 |
| 1 Scope..... | 6 |
| 2 Normative references | 6 |
| 3 Terms and definitions | 6 |
| 4 Parameter measurement tolerances | 8 |
| 5 General safety considerations | 8 |
| 5.1 General | 8 |
| 5.2 Insulation and wiring | 9 |
| 5.3 Venting..... | 9 |
| 5.4 Temperature/voltage/current management | 9 |
| 5.5 Terminal contacts | 9 |
| 5.6 Assembly of cells into batteries | 9 |
| 5.6.1 General | 9 |
| 5.6.2 Design recommendation for lithium systems only..... | 10 |
| 5.7 Quality plan | 10 |
| 6 Type test conditions | 10 |
| 7 Specific requirements and tests (nickel systems)..... | 11 |
| 7.1 Charging procedure for test purposes..... | 11 |
| 7.2 Intended use | 12 |
| 7.2.1 Continuous low-rate charging (cells)..... | 12 |
| 7.2.2 Vibration..... | 12 |
| 7.2.3 Moulded case stress at high ambient temperature (batteries) | 12 |
| 7.2.4 Temperature cycling | 13 |
| 7.3 Reasonably foreseeable misuse | 13 |
| 7.3.1 Incorrect installation (cells)..... | 13 |
| 7.3.2 External short circuit..... | 14 |
| 7.3.3 Free fall..... | 14 |
| 7.3.4 Mechanical shock (crash hazard)..... | 14 |
| 7.3.5 Thermal abuse (cells) | 15 |
| 7.3.6 Crushing of cells..... | 15 |
| 7.3.7 Low pressure (cells) | 15 |
| 7.3.8 Overcharge..... | 15 |
| 7.3.9 Forced discharge (cells) | 16 |
| 8 Specific requirements and tests (lithium systems)..... | 16 |
| 8.1 Charging procedures for test purposes | 16 |
| 8.1.1 First procedure | 16 |
| 8.1.2 Second procedure | 16 |
| 8.2 Intended use | 17 |
| 8.2.1 Continuous charging at constant voltage (cells)..... | 17 |
| 8.2.2 Moulded case stress at high ambient temperature (battery) | 17 |
| 8.3 Reasonably foreseeable misuse | 17 |
| 8.3.1 External short circuit (cell)..... | 17 |
| 8.3.2 External short circuit (battery)..... | 17 |
| 8.3.3 Free fall..... | 18 |
| 8.3.4 Thermal abuse (cells) | 18 |

| | | |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 8.3.5 | Crush (cells) | 18 |
| 8.3.6 | Over-charging of battery | 18 |
| 8.3.7 | Forced discharge (cells) | 19 |
| 8.3.8 | Transport tests | 19 |
| 8.3.9 | Design evaluation – Forced internal short circuit (cells) | 19 |
| 9 | Information for safety | 21 |
| 10 | Marking | 21 |
| 10.1 | Cell marking | 21 |
| 10.2 | Battery marking | 22 |
| 10.3 | Other information | 22 |
| 11 | Packaging | 22 |
| Annex A (normative) | Charging range of secondary lithium ion cells for safe use | 23 |
| Annex B (informative) | Recommendations to equipment manufacturers and battery assemblers | 34 |
| Annex C (informative) | Recommendations to the end-users | 35 |
| Bibliography | | 36 |
| Figure 1 | – Temperature profile for 7.2.4 – Temperature cycling test | 13 |
| Figure 2 | – Jig for pressing | 21 |
| Figure A.1 | – Typical of operating region of Li-ion cells with cobalt oxide cathode and carbon anode | 24 |
| Figure A.2 | – Shape of nickel particle | 28 |
| Figure A.3 | – Nickel particle insertion position between positive and negative active material coated area of cylindrical cell | 29 |
| Figure A.4 | – Nickel particle insertion position between positive aluminum foil and negative active material coated area of cylindrical cell | 29 |
| Figure A.5 | – Disassembly of cylindrical cell | 30 |
| Figure A.6 | – Nickel particle insertion position between positive and negative (active material) coated area of prismatic cell | 31 |
| Figure A.7 | – Nickel particle insertion position between positive aluminum foil and negative (active material) coated area of prismatic cell | 32 |
| Figure A.8 | – Disassembly of prismatic cells | 33 |
| Table 1 | – Sample size for type tests (nickel systems) | 11 |
| Table 2 | – Sample size for type tests (lithium systems) | 11 |
| Table 3 | – Conditions for vibration test | 12 |
| Table 4 | – Condition of charging procedure | 16 |
| Table 5 | – Ambient temperature for cell test ^a | 20 |

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

SECONDARY CELLS AND BATTERIES CONTAINING ALKALINE OR OTHER NON-ACID ELECTROLYTES –

SAFETY REQUIREMENTS FOR PORTABLE SEALED SECONDARY CELLS, AND FOR BATTERIES MADE FROM THEM, FOR USE IN PORTABLE APPLICATIONS

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 62133 has been prepared by subcommittee 21A: Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes, of IEC technical committee 21: Secondary cells and batteries.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 2002. It constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to the previous edition:

- update of assembly of cells into batteries (5.5);
- addition of design recommendations for lithium system only (5.6.2);
- separation of nickel systems and lithium systems (Clause 6);

- addition of specific requirements and tests for lithium systems (Clause 8);
- addition of charging of secondary lithium-ion cells for safe use (Annex A).

The text of this standard is based on the following documents:

| FDIS | Report on voting |
|--------------|------------------|
| 21A/503/FDIS | 21A/509/RVD |

Full information on the voting for the approval of this standard can be found in the report on voting indicated in the above table.

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

The following difference exists in the countries indicated below:

Subclause 8.3.9: Design evaluation – Forced internal short circuit only applies to Korea, Japan, Switzerland and France.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

- reconfirmed,
- withdrawn,
- replaced by a revised edition, or
- amended.

IMPORTANT – The 'colour inside' logo on the cover page of this publication indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.

SECONDARY CELLS AND BATTERIES CONTAINING ALKALINE OR OTHER NON-ACID ELECTROLYTES –

SAFETY REQUIREMENTS FOR PORTABLE SEALED SECONDARY CELLS, AND FOR BATTERIES MADE FROM THEM, FOR USE IN PORTABLE APPLICATIONS

1 Scope

This International Standard specifies requirements and tests for the safe operation of portable sealed secondary cells and batteries (other than button) containing alkaline or other non-acid electrolyte, under intended use and reasonably foreseeable misuse.

2 Normative references

The following documents, in whole or in part, are normatively referenced in this document and are indispensable for its application. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60050-482, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 482: Primary and secondary cells and batteries*

IEC 61951-1, *Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes – Portable sealed rechargeable single cells – Part 1: Nickel-cadmium*

IEC 61951-2, *Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes – Portable sealed rechargeable single cells – Part 2: Nickel-metal hydride*

IEC 61960, *Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes – Secondary lithium cells and batteries for portable applications*

ISO/IEC Guide 51, *Safety aspects – Guidelines for their inclusion in standards*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 60050-482 and ISO/IEC Guide 51, as well as the following apply.

3.1

safety

freedom from unacceptable risk

3.2

risk

a combination of the probability of occurrence of harm and the severity of that harm

3.3

harm

physical injury or damage to the health of people or damage to property or to the environment

3.4**hazard**

potential source of harm

3.5**intended use**

use of a product, process or service in accordance with specifications, instructions and information provided by the supplier

3.6**reasonably foreseeable misuse**

use of a product, process or service in a way which is not intended by the supplier, but which may result from readily predictable human behaviour

3.7**secondary cell**

basic manufactured unit providing a source of electrical energy by direct conversion of chemical energy, that consists of electrodes, separators, electrolyte, container and terminals, and that is designed to be charged electrically

3.8**secondary battery**

assembly of secondary cell(s) ready for use as a source of electrical energy characterized by its voltage, size, terminal arrangement, capacity and rate capability

3.9**leakage**

visible escape of liquid electrolyte

3.10**venting**

release of excessive internal pressure from a cell/battery in a manner intended by design to preclude rupture or explosion

3.11**rupture**

mechanical failure of a cell container or battery case induced by an internal or external cause, resulting in exposure or spillage but not ejection of materials

3.12**explosion**

failure that occurs when a cell container or battery case opens violently and major components are forcibly expelled

3.13**fire**

the emission of flames from a cell or battery

3.14**portable battery**

a battery for use in a device or appliance which is conveniently hand carried

3.15**portable cell**

a cell intended for assembly in a portable battery

3.16

polymer cell

cell using gel polymer electrolyte or solid polymer electrolyte, not liquid electrolyte

3.17

rated capacity

quantity of electricity C_5 Ah (ampere-hours) declared by the manufacturer which a single cell can deliver when discharged at the reference test current of $0,2 I_t$ A to a specified final voltage, after charging, storing and discharging under specified conditions

3.18

upper limit charging voltage

the highest charging voltage in the cell operating region specified by the cell manufacturer

3.19

maximum charging current

the maximum charging current in the cell operating region which is specified by the cell manufacturer

4 Parameter measurement tolerances

The overall accuracy of controlled or measured values, relative to the specified or actual parameters, shall be within these tolerances.

- a) $\pm 1 \%$ for voltage;
- b) $\pm 1 \%$ for current;
- c) $\pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ for temperature;
- d) $\pm 0,1 \%$ for time;
- e) $\pm 1 \%$ for dimension;
- f) $\pm 1 \%$ for capacity.

These tolerances comprise the combined accuracy of the measuring instruments, the measurement techniques used, and all other sources of error in the test procedure.

For assistance in selecting instrumentation see IEC 60051 series for analogue instruments and IEC 60485 for digital instruments. The details of the instrumentation used shall be provided in any report of results.

5 General safety considerations

5.1 General

The safety of secondary cells and batteries requires the consideration of two sets of applied conditions:

- intended use;
- reasonably foreseeable misuse.

Cells and batteries shall be so designed and constructed that they are safe under conditions of both intended use and reasonably foreseeable misuse. It is expected that cells or batteries subjected to misuse may fail to function following such experience. They shall not however present significant hazards. It may also be expected that cells and batteries subjected to intended use shall not only be safe but shall continue to be functional in all respects.

Potential hazards which are the subject of this standard are:

- a) fire,
- b) burst/explosion,
- c) leakage of cell electrolyte,
- d) venting,
- e) burns from excessively high external temperatures,
- f) rupture of battery case with exposure of internal components.

Conformity with 5.2 to 5.7 is checked by inspection, by the tests of Clauses 7 and 8, and in accordance with the appropriate standard (see Clause 2).

5.2 Insulation and wiring

The insulation resistance between the positive terminal and externally exposed metal surfaces of the battery excluding electrical contact surfaces shall be not less than 5 MΩ at 500 V d. c. when measured 60 s after applying the voltage.

Internal wiring and its insulation shall be sufficient to withstand the maximum anticipated current, voltage and temperature requirements. The orientation of wiring shall be such that adequate clearances and creepage distances are maintained between connectors. The mechanical integrity of internal connections shall be sufficient to accommodate conditions of reasonably foreseeable misuse.

5.3 Venting

Battery cases and cells shall incorporate a pressure relief mechanism or shall be so constructed that they will relieve excessive internal pressure at a value and rate that will preclude rupture, explosion and self-ignition. If encapsulation is used to support cells within an outer case, the type of encapsulant and the method of encapsulation shall neither cause the battery to overheat during normal operation nor inhibit pressure relief.

5.4 Temperature/voltage/current management

The design of batteries shall be such that abnormal temperature-rise conditions are prevented. Batteries shall be designed to be within temperature, voltage and current limits specified by the cell manufacturer. Batteries shall be provided with specifications and charging instructions for equipment manufacturers so that associated chargers are designed to maintain charging within the temperature, voltage and current limits specified.

NOTE Where necessary, means can be provided to limit current to safe levels during charge and discharge.

5.5 Terminal contacts

Terminals shall have clear polarity marking on the external surface of the battery. The size and shape of the terminal contacts shall ensure that they can carry the maximum anticipated current. External terminal contact surfaces shall be formed from conductive materials with good mechanical strength and corrosion resistance. Terminal contacts shall be arranged so as to minimize the risk of short circuits.

NOTE Exception: Battery packs with keyed external connectors designed for connection to specific end products need not be marked with polarity markings if the design of the external connector prevents reverse polarity connections.

5.6 Assembly of cells into batteries

5.6.1 General

If there is more than one battery housed in a single battery case, cells used in the assembly of each battery shall have closely matched capacities, be of the same design, be of the same

chemistry and be from the same manufacturer. Each battery shall have an independent control and protection. Manufacturers of cells shall make recommendations about current, voltage and temperature limits so that the battery manufacturer/designer may ensure proper design and assembly. Batteries that are designed for the selective discharge of a portion of their series connected cells shall incorporate separate circuitry to prevent the cell reversal caused by uneven discharges. Protective circuit components should be added as appropriate and consideration given to the end-device application. When testing a battery, the manufacturer of the battery shall provide a test report confirming the compliance according to this standard. Conformity shall be checked by inspection.

5.6.2 Design recommendation for lithium systems only

The voltage of each cell, or each cellblock consisting of parallel-connected plural cells, should not exceed the upper limit of the charging voltage specified in Table 4, excepting the case where the portable electronic devices or the likes have the equivalent function.

The following should be considered at the battery pack level and by the device designer:

- for the battery consisting of a single cell or a single cellblock, it is recommended that the charging voltage of the cell does not exceed the upper limit of the charging voltage specified in Table 4;
- for the battery consisting of series-connected plural single cells or series-connected plural cellblocks, it is recommended that the voltages of any one of the single cells or single cellblocks does not exceed the upper limit of the charging voltage, specified in Table 4, by monitoring the voltage of every single cell or the single cellblocks;
- for the battery consisting of series-connected plural single cells or series-connected plural cellblocks, it is recommended that charging is stopped when the upper limit of the charging voltage is exceeded for any one of the single cells or single cellblocks by measuring the voltage of every single cell or the single cellblocks.

5.7 Quality plan

The manufacturer shall prepare and implement a quality plan that defines procedures for the inspection of materials, components, cells and batteries and which covers the whole process of producing each type of cell or battery. Manufacturers should understand their process capabilities and should institute the necessary process controls as they relate to product safety.

6 Type test conditions

Tests are made with the number of cells or batteries specified in Table 1 for nickel-cadmium and nickel-metal hydride systems and Table 2 for lithium systems, using cells or batteries that are not more than six months old. Unless otherwise specified, tests are carried out in an ambient temperature of $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$.

NOTE Test conditions are for type tests only and do not imply that intended use includes operation under these conditions. Similarly, the limit of six months is introduced for consistency and does not imply that battery safety is reduced after six months.

Table 1 – Sample size for type tests (nickel systems)

| Test | Cell | Battery |
|------------------------------|----------------------|----------------|
| 7.2.1 Low rate charging | 5 | – |
| 7.2.2 Vibration | 5 | 5 |
| 7.2.3 Moulded case stress | – | 3 |
| 7.2.4 Temperature cycling | 5 | 5 |
| 7.3.1 Incorrect Installation | 5 sets of 4 | – |
| 7.3.2 External short circuit | 5 /Temperature | 5 /Temperature |
| 7.3.3 Free fall | 3 | 3 |
| 7.3.4 Mechanical shock | 5 | 5 |
| 7.3.5 Thermal abuse | 5 | – |
| 7.3.6 Crush | 5 (10 for prismatic) | – |
| 7.3.7 Low pressure | 3 | – |
| 7.3.8 Overcharge | 5 | 5 |
| 7.3.9 Forced discharge | 5 | – |

Table 2 – Sample size for type tests (lithium systems)

| Test | Cell | Battery |
|--------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------|
| 8.1.2 Charge (Procedure 2) | 5/Temp/Condition | 5/Temp/Condition |
| 8.2.1 Continuous charge | 5 | - |
| 8.2.2 Moulded case stress | - | 3 |
| 8.3.1 External short circuit | 5/Temp | - |
| 8.3.2 External short circuit | – | 5/Temp |
| 8.3.3 Free fall | 3 | 3 |
| 8.3.4 Thermal abuse | 5/Temp | - |
| 8.3.5 Crush | 5/Temp | - |
| 8.3.6 Overcharge | - | 5 |
| 8.3.7 Forced Discharge | 5 | - |
| 8.3.8 Transport | (20) | - |
| 8.3.9 Forced Internal Short ^a | 10 | - |
| ^a Country specific test : only required for listed countries. | | |

7 Specific requirements and tests (nickel systems)

7.1 Charging procedure for test purposes

Unless otherwise stated in this standard, the charging procedure for test purposes is carried out in an ambient temperature of $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$, using the method declared by the manufacturer.

Prior to charging, the battery shall have been discharged at $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ at a constant current of $0,2\text{ }I_t\text{ A}$ down to a specified final voltage.

Warning: THESE TESTS USE PROCEDURES WHICH MAY RESULT IN HARM IF ADEQUATE PRECAUTIONS ARE NOT TAKEN. TESTS SHOULD ONLY BE PERFORMED BY QUALIFIED AND EXPERIENCED TECHNICIANS USING ADEQUATE PROTECTION. TO PREVENT BURNS, CAUTION SHOULD BE TAKEN FOR THOSE CELLS OR BATTERIES WHOSE CASINGS MAY EXCEED 75 °C AS A RESULT OF TESTING.

7.2 Intended use

7.2.1 Continuous low-rate charging (cells)

a) Requirement

A continuous low-rate charge shall not cause fire or explosion.

b) Test

Fully charged cells are subjected for 28 days to a charge as specified by the manufacturer.

c) Acceptance criteria

No fire, no explosion.

7.2.2 Vibration

a) Requirements

Vibration encountered during transportation shall not cause leakage, fire or explosion.

b) Test

Fully charged cells or batteries are vibration-tested under the following test conditions and the sequence in Table 3. A simple harmonic motion is applied to the cells or batteries with an amplitude of 0,76 mm, and a total maximum excursion of 1,52 mm. The frequency is varied at the rate of 1 Hz/min between the limits of 10 Hz and 55 Hz. The entire range of frequencies (10 Hz to 55 Hz) and return (55 Hz to 10 Hz) is traversed in 90 min \pm 5 min for each mounting position (direction of vibration). The vibration is applied in each of three mutually perpendicular directions, in the sequence specified below.

Step 1: Verify that the measured voltage is typical of the charged product being tested.

Steps 2-4: Apply the vibration as specified in Table 3.

Step 5: Rest cell for 1 h, and then make a visual inspection.

c) Acceptance criteria

No fire, no explosion, no leakage.

Table 3 – Conditions for vibration test

| Step | Rest time h | Vibration time min | Visual examination |
|------|----------------|-----------------------|--------------------|
| 1 | – | – | Pre-test |
| 2 | – | 90 \pm 5 | – |
| 3 | – | 90 \pm 5 | – |
| 4 | – | 90 \pm 5 | – |
| 5 | 1 | – | Post-test |

7.2.3 Moulded case stress at high ambient temperature (batteries)

a) Requirement

Internal components of batteries shall not be exposed during use at high temperature.

b) Test

Fully charged batteries are exposed to a moderately high temperature to evaluate case integrity. The battery is placed in an air circulating oven at a temperature of $70\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$. The batteries remain in the oven for 7 h, after which they are removed and allowed to return to room temperature.

c) Acceptance criteria

No physical distortion of the battery case resulting in exposure of internal components.

7.2.4 Temperature cycling

a) Requirements

Repeated exposure to high and low temperatures shall not cause fire or explosion.

b) Test according to the following procedure and the profile shown in Figure 1.

Fully charged cells or batteries are subjected to temperature cycling (-20 °C , $+75\text{ °C}$), in forced draught chambers, according to the following procedure.

Step 1: Place the cells or batteries in an ambient temperature of $75\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ for 4 h.

Step 2: Change the ambient temperature to $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ within 30 min and maintain at this temperature for a minimum of 2 h.

Step 3: Change the ambient temperature to $-20\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ within 30 min and maintain at this temperature for 4 h.

Step 4: Change the ambient temperature to $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ within 30 min and maintain at this temperature for a minimum of 2 h.

Step 5: Repeat steps 1 to 4 for a further four cycles.

Step 6: After the fifth cycle, store the cells or batteries and check after a rest period of at least 24 h.

NOTE This test can be performed in a single chamber whose temperature is changed or in three separate chambers at three different test temperatures.

c) Acceptance criteria

No fire, no explosion, no leakage.

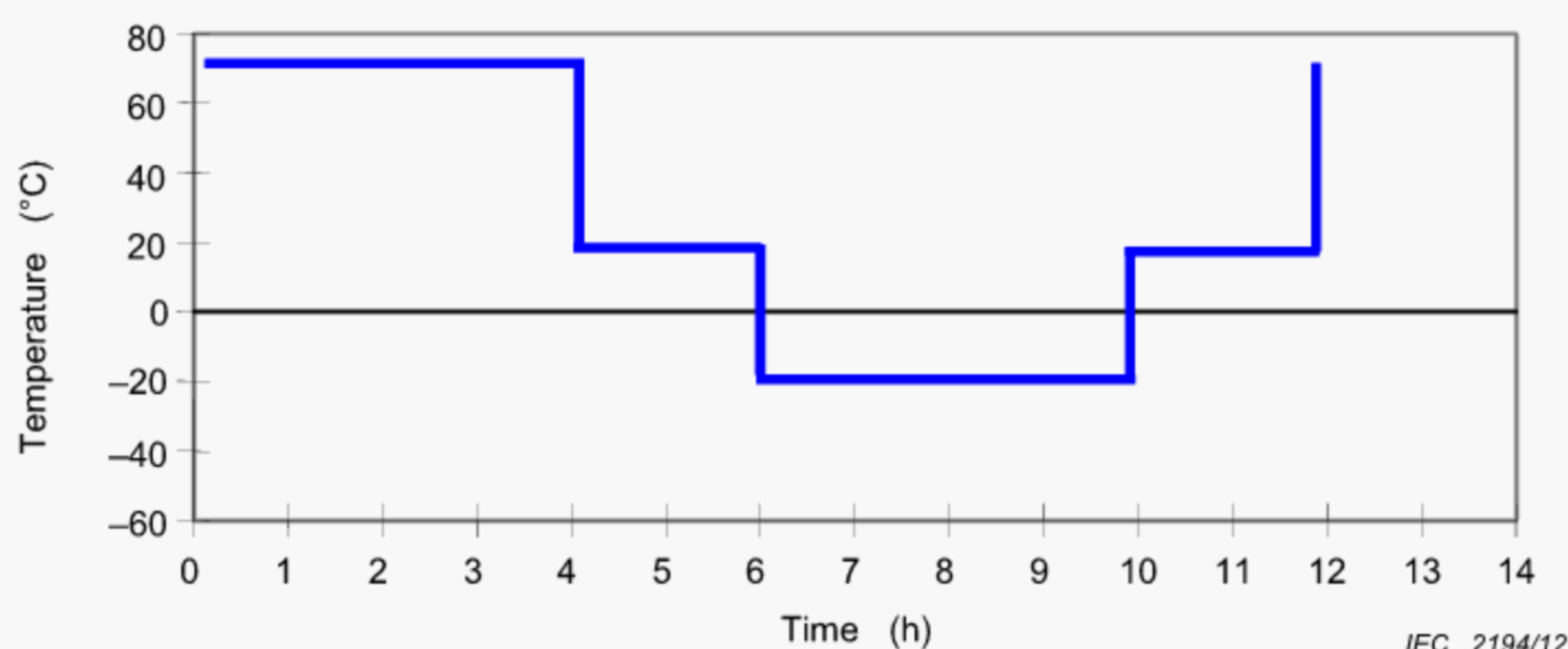


Figure 1 – Temperature profile for 7.2.4 – Temperature cycling test

7.3 Reasonably foreseeable misuse**7.3.1 Incorrect installation (cells)**

a) Requirements

The incorrect installation of a single cell in a multi-cell application shall not cause fire or explosion.

b) Test

Fully charged cells are evaluated under conditions in which one of the cells is incorrectly installed. Four fully charged single cells of the same brand, type, size and age are connected in series with one of the four cells reversed. The resultant assembly is connected across a resistor of $1\ \Omega$ until the vent opens or until the temperature of the reversed cell returns to ambient temperature. Alternatively, a stabilized d.c. power supply can be used to simulate the conditions imposed on the reversed cell.

c) Acceptance criteria

No fire, no explosion.

7.3.2 External short circuit

a) Requirements

Short-circuiting of the positive and negative terminals shall not cause fire or explosion.

b) Test

Two sets of fully charged cells or batteries are stored in an ambient temperature of $20\ ^\circ\text{C} \pm 5\ ^\circ\text{C}$ and $+55\ ^\circ\text{C} \pm 5\ ^\circ\text{C}$ respectively. Each cell or battery is then short-circuited by connecting the positive and negative terminals with a total external resistance of $80\ \text{m}\Omega \pm 20\ \text{m}\Omega$. The cells or batteries remain on test for 24 h or until the case temperature declines by 20 % of the maximum temperature rise, whichever is the sooner.

c) Acceptance criteria

No fire, no explosion.

7.3.3 Free fall

a) Requirements

Dropping a cell or battery (for example, from a bench top) shall not cause fire or explosion.

b) Test

Each fully charged cell or battery is dropped three times from a height of 1,0 m onto a concrete floor. The cells or batteries are dropped so as to obtain impacts in random orientations. After the test, the sample shall be put on rest for a minimum of one hour and then a visual inspection shall be performed.

c) Acceptance criteria

No fire, no explosion.

7.3.4 Mechanical shock (crash hazard)

a) Requirements

Shocks encountered during handling or transportation shall not cause fire, explosion or leakage.

b) Test

The fully charged cell or battery is secured to the testing machine by means of a rigid mount which will support all mounting surfaces of the cell or battery. The cell or battery is subjected to a total of three shocks of equal magnitude. The shocks are applied in each of three mutually perpendicular directions. At least one of them shall be perpendicular to a flat face.

For each shock the cell or battery is accelerated in such a manner that during the initial 3 ms the minimum average acceleration is $75\ g_n$. The peak acceleration shall be between $125\ g_n$ and $175\ g_n$. Cells or batteries are tested in an ambient temperature of $20\ ^\circ\text{C} \pm 5\ ^\circ\text{C}$. After the test, the sample shall be put on rest for a minimum of one hour and then a visual inspection shall be performed.

c) Acceptance criteria

No fire, no explosion, no leakage.

7.3.5 Thermal abuse (cells)

a) Requirements

An extremely high temperature shall not cause fire or explosion.

b) Test

Each fully charged cell, stabilized at room temperature, is placed in a gravity or circulating air-convection oven. The oven temperature is raised at a rate of $5\text{ °C/min} \pm 2\text{ °C/min}$ to a temperature of $130\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$. The cell remains at this temperature for 10 min before the test is discontinued.

c) Acceptance criteria

No fire, no explosion.

7.3.6 Crushing of cells

a) Requirements

Severe crushing of a cell (for example, during disposal in a waste compactor) shall not cause fire or explosion.

b) Test

Each fully charged cell is crushed between two flat surfaces. The force for the crushing is applied by a hydraulic ram exerting a force of $13\text{ kN} \pm 1\text{ kN}$. The crushing is performed in a manner that will cause the most adverse result. Once the maximum force has been applied, or an abrupt voltage drop of one-third of the original voltage has been obtained, the force is released.

A cylindrical or prismatic cell is crushed with its longitudinal axis parallel to the flat surfaces of the crushing apparatus. To test both wide and narrow sides of prismatic cells, a second set of cells is tested, rotated 90° around their longitudinal axes compared to the first set.

c) Acceptance criteria

No fire, no explosion.

7.3.7 Low pressure (cells)

a) Requirements

Low pressure (for example, during transportation in an aircraft cargo hold) shall not cause fire or explosion.

b) Test

Each fully charged cell is placed in a vacuum chamber, in an ambient temperature of $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$. Once the chamber has been sealed, its internal pressure is gradually reduced to a pressure equal to or less than 11,6 kPa (this simulates an altitude of 15 240 m) held at that value for 6 h.

c) Acceptance criteria

No fire, no explosion, no leakage.

7.3.8 Overcharge

a) Requirements

Charging for longer periods and at a higher rate than specified by the manufacturer shall not cause fire or explosion.

b) Test

A discharged cell or battery is subjected to a high-rate charge of 2,5 times the recommended charging current for a time that produces a 250 % charge input (250 % of rated capacity).

c) Acceptance criteria

No fire, no explosion.

7.3.9 Forced discharge (cells)

a) Requirements

A cell in a multi-cell application shall withstand polarity reversal without causing fire or explosion.

b) Test

A discharged cell is subjected to a reverse charge at $1 I_t$ A for 90 min.

c) Acceptance criteria

No fire, no explosion.

8 Specific requirements and tests (lithium systems)

8.1 Charging procedures for test purposes

8.1.1 First procedure

(This charging procedure applies to subclauses other than those specified in 8.1.2)

Unless otherwise stated in this standard, the charging procedure for test purposes is carried out in an ambient temperature of $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$, using the method declared by the manufacturer.

Prior to charging, the battery shall have been discharged at $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ at a constant current of $0,2 I_t$ A down to a specified final voltage.

8.1.2 Second procedure

(This charging procedure applies only to 8.3.1, 8.3.2, 8.3.4, 8.3.5, and 8.3.9)

After stabilization for 1 to 4 hours respectively at ambient temperature of highest test temperature and lowest test temperature, as specified in Table 4 (currently for lithium cobalt oxide), cells are charged by using the upper limited charging voltage and maximum charging current, until the charging current is reduced to $0,05 I_t$ A, using a constant voltage charging method.

Table 4 – Condition of charging procedure

| Upper limit charging voltage | Maximum charging current | Charging temp. Upper limit | Charging temp. Lower limit |
|------------------------------|----------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 4,25 V/cell | Specified by the manufacturer of cells | 45 °C | 10 °C |

If a cell's specified upper and/or lower charging temperature exceeds values for the upper and/or lower limit test temperatures of Table 4, the cell shall be charged, and if applicable tested, at the specified values plus 5 °C for the upper limit and minus 5 °C for the lower limit. The cells shall fulfil the criteria of 8.3.1, 8.3.2, 8.3.4, 8.3.5, and 8.3.9. There shall also be a valid rationale provided regarding how the cell's safety is ensured. (See Figure A.1)

NOTE 1 In case of a different upper limit charging voltage (i.e. other than for lithium cobalt oxide systems at 4,25 V), it can be appropriate to adjust the upper limit charging voltage and upper limit charging temperatures accordingly to fulfil the criteria of 8.3.1, 8.3.2, 8.3.4, 8.3.5, and 8.3.9 and have a valid rationale to ensure the safety of the cell. (See Figure A.1)

NOTE 2 New chemistries systems will be incorporated in the standard when new data becomes available.

Warning: THESE TESTS USE PROCEDURES WHICH MAY RESULT IN HARM IF ADEQUATE PRECAUTIONS ARE NOT TAKEN. TESTS SHOULD ONLY BE PERFORMED BY QUALIFIED AND EXPERIENCED TECHNICIANS USING ADEQUATE PROTECTION. TO PREVENT BURNS, CAUTION SHOULD BE TAKEN FOR THOSE CELLS OR BATTERIES WHOSE CASINGS MAY EXCEED 75 °C AS A RESULT OF TESTING

8.2 Intended use

8.2.1 Continuous charging at constant voltage (cells)

a) Requirement

A continuous charge at constant voltage shall not cause fire or explosion.

b) Test

Fully charged cells are subjected for 7 days to a charge as specified by the manufacturer.

c) Acceptance criteria

No fire, no explosion, no leakage

8.2.2 Moulded case stress at high ambient temperature (battery)

a) Requirement

Internal components of batteries shall not be exposed during use at high temperature.

b) Test

Fully charged batteries, according to the first procedure in 8.1.1, are exposed to a moderately high temperature to evaluate case integrity. The battery is placed in an air circulating oven at a temperature of $70\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$. The batteries remain in the oven for 7 h, after which they are removed and allowed to return to room temperature.

c) Acceptance criteria

No physical distortion of the battery case resulting in exposure of internal components.

8.3 Reasonably foreseeable misuse

8.3.1 External short circuit (cell)

a) Requirements

Short-circuiting of the positive and negative terminals of the cell at ambient temperature shall not cause fire or explosion.

b) Test

Fully charge each cell according to the second procedure in 8.1.2. The cell is short-circuited by connecting the positive and negative terminals with a total external resistance of $80\text{ m}\Omega \pm 20\text{ m}\Omega$. The cell remains on test for 24 h or until the surface temperature declines by 20 % of the maximum temperature rise, whichever is the sooner.

c) Acceptance criteria

No fire, no explosion.

8.3.2 External short circuit (battery)

a) Requirements

Short-circuiting of the positive and negative terminals of the battery pack shall not cause fire or explosion.

b) Test

Each fully charged battery according to the second procedure in 8.1.2 is stored in an ambient temperature $55\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$. The battery pack is then short-circuited by connecting the positive and negative terminals with a total external resistance of $80\text{ m}\Omega \pm 20\text{ m}\Omega$. The battery pack remains on test for 24 h or until the case temperature of battery pack declines by 20 % of the maximum temperature rise, whichever is the sooner. However, in

case of rapid decline in short circuit current, the battery pack should remain on test for an additional one hour after the current reaches a low end steady state condition. This typically refers to a condition where the per cell voltage (series cells only) of the battery is below 0,8 V and is decreasing by less than 0,1 V in a 30-minute period.

c) Acceptance criteria

No fire, no explosion.

8.3.3 Free fall

a) Requirements

Dropping a cell or battery (for example, from a bench top) shall not cause fire or explosion.

b) Test

Free fall test is conducted at an ambient temperature of $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$, by using batteries that are charged to a fully charged state, in accordance with the first procedure in 8.1.1. Each fully charged cell or battery is dropped three times from a height of 1,0 m onto a concrete floor. The cells or batteries are dropped so as to obtain impacts in random orientations. After the test, the cell or battery shall be put on rest for a minimum of one hour and then a visual inspection shall be performed.

c) Acceptance criteria

No fire, no explosion.

8.3.4 Thermal abuse (cells)

a) Requirements

An extremely high temperature shall not cause fire or explosion.

b) Test

Each fully charged cell, according to the second procedure in 8.1.2, is placed in a gravity or circulating air-convection oven. The oven temperature is raised at a rate of $5\text{ °C/min} \pm 2\text{ °C/min}$ to a temperature of $130\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$. The cell remains at this temperature for 10 min (30 min for larger cells) before the test is terminated.

c) Acceptance criteria

No fire, no explosion.

8.3.5 Crush (cells)

a) Requirements

Severe crushing of a cell shall not cause fire or explosion.

b) Test

Each fully charged cell, charged according to the second procedure at the upper limit charging temperature in 8.1.2, is immediately transferred and crushed between two flat surfaces in an ambient temperature. The force for the crushing is applied by a hydraulic ram exerting a force of $13\text{ kN} \pm 1\text{ kN}$. The crushing is performed in a manner that will cause the most adverse result. Once the maximum force has been applied, or an abrupt voltage drop of one-third of the original voltage has been obtained, or 10 % of deformation has occurred compared to the initial dimension, the force is released (whichever condition occurs first should be the indication that the force should be released).

A cylindrical or prismatic cell is crushed with its longitudinal axis parallel to the flat surfaces of the crushing apparatus. Test only the wide side of prismatic cells.

c) Acceptance criteria

No fire, no explosion.

8.3.6 Over-charging of battery

a) Requirements

Charging for longer periods than specified by the manufacturer shall not cause fire or explosion

b) Test

The test shall be carried out in an ambient temperature of $+20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$. Each test battery shall be discharged at a constant current of $0,2 I_t$ A, to a final discharge voltage specified by the manufacturer. Sample batteries shall then be charged at a constant current of $2,0 I_t$ A, using a supply voltage (not to exceed the maximum voltage supplied by the recommended charger – if value not available it shall be 5,0 V per cell) sufficient to maintain this current of $2,0 I_t$ A throughout the duration of the test or until the supply voltage is reached. A thermocouple shall be attached to each test battery. For battery packs, the temperature shall be measured on the battery pack casing. The test shall be continued until the temperature of the outer casing reaches steady state conditions (less than 10 °C change in 30-minute period) or returns to ambient.

c) Acceptance criteria

No fire, no explosion.

8.3.7 Forced discharge (cells)

a) Requirements

A cell in a multi-cell application shall withstand polarity reversal without causing fire or explosion.

b) Test

A discharged cell is subjected to a reverse charge at $1 I_t$ A for 90 min.

c) Acceptance criteria

No fire, no explosion.

8.3.8 Transport tests

Regulations concerning international transport of lithium ion batteries are based on the UN Recommendations on the Transport of Dangerous Goods. Testing requirements are defined in the UN Manual of Tests & Criteria. As regulations are subject to change, the latest editions should be consulted. For reference, transportation tests are also given in IEC 62281. Manufacturer's documentation can be provided to demonstrate compliance.

8.3.9 Design evaluation – Forced internal short circuit (cells)

a) Requirements

Forced internal short circuit test for cylindrical cells and prismatic cells shall not cause fire. Cell manufacturers shall keep a record to meet the requirements. A new design evaluation shall be done by the cell manufacturer after testing is conducted by the cell manufacturer or a third party test house.

This country specific test which is only applicable to France, Japan, Korea and Switzerland and is not required on polymer cells.

b) Test

The forced internal short circuit test is performed in a chamber at $+10\text{ °C}$ and $+45\text{ °C}$ (ambient internal chamber temperature) according to the following procedure.

1) Number of samples

This test shall be carried out on five secondary (rechargeable) lithium-ion cells.

2) Charging procedure

i) Conditioning charge and discharge

The sample shall be charged at $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ according to the manufacturer's recommendation. The sample is then discharged at $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ at a constant current of $0,2 I_t$ A down to the final voltage specified by the manufacturer.

ii) Storage procedure

Test cell shall be stored for 1 h to 4 h at an ambient temperature as specified in Table 5.

iii) Ambient temperature

Table 5 – Ambient temperature for cell test ^a

| Test item | Test at lowest test temperature | Test at highest test temperature |
|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| b.2.ii | $10 \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ | $45 \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ |
| b.2.iv | $10 \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ | $45 \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ |
| b.3.iA | $5 \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ | $50 \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ |
| b.3.iiA | $10 \pm 5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ | $45 \pm 5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ |
| ^a The test is conducted using conditions in Table 4. | | |

iv) Charging procedure for forced internal short test

Test cell shall be charged at an ambient temperature as specified in Table 5, at the upper limited charging voltage at the constant current specified by the manufacturer, continue charging at constant voltage at upper limited charge current drops to $0,05 I_t$ A.

3) Pressing the winding core with nickel particle

Temperature-controlled oven and special press equipment are needed for the test.

Moving part of the press equipment shall move at constant speed and can be stopped immediately when short-circuit is detected.

i) Preparation for the test

A The temperature of the oven is controlled as specified in Table 5. Samples preparation guidance is provided in Annex A, Clause A.5 and in Figure A.5 and Figure A.8. Put aluminum-laminated bag with winding core and nickel particle into the oven for 45 ± 15 min.

B Remove the winding core from sealed package and attach terminals for voltage measurement and thermo couple for temperature on the surface of the winding core. Set the winding core under the pressure equipment to locating the point of the place of the nickel particle under the pressing jig.

Remark: To prevent evaporation of electrolyte, finish the work within 10 min from removing the winding core from the oven for temperature conditioning to closing the oven door where the equipment is located.

C Remove insulating sheet and close the oven door.

ii) Internal short circuit

A Confirm that the winding core surface temperature is as defined in Table 5 and then starts the test.

B Bottom surface of moving part of the press equipment is made of Nitrile rubber or Acryl, which is put on the 10 mm x 10 mm stainless steel shaft. The detail of pressing jigs shall be shown in Figure 2. Nitrile rubber bottom surface is for cylindrical cell test. For prismatic test 5 mm x 5 mm (2 mm thickness) Acryl is put on the Nitrile rubber. The fixture is moved down at the speed of 0,1 mm/s monitoring the cell voltage. When voltage drop caused by the internal short-circuit is detected, stop descent immediately and keep pressing jig in the position for 30 s and then release the pressure. Voltage is monitored more than 100 times per second and if voltage is dropped more than 50 mV compare to the initial voltage, it is defined to internal short circuit has occurred. If the pressure reaches 800 N for cylindrical cell and 400 N for prismatic cell, stop descent immediately and then keep in the position.

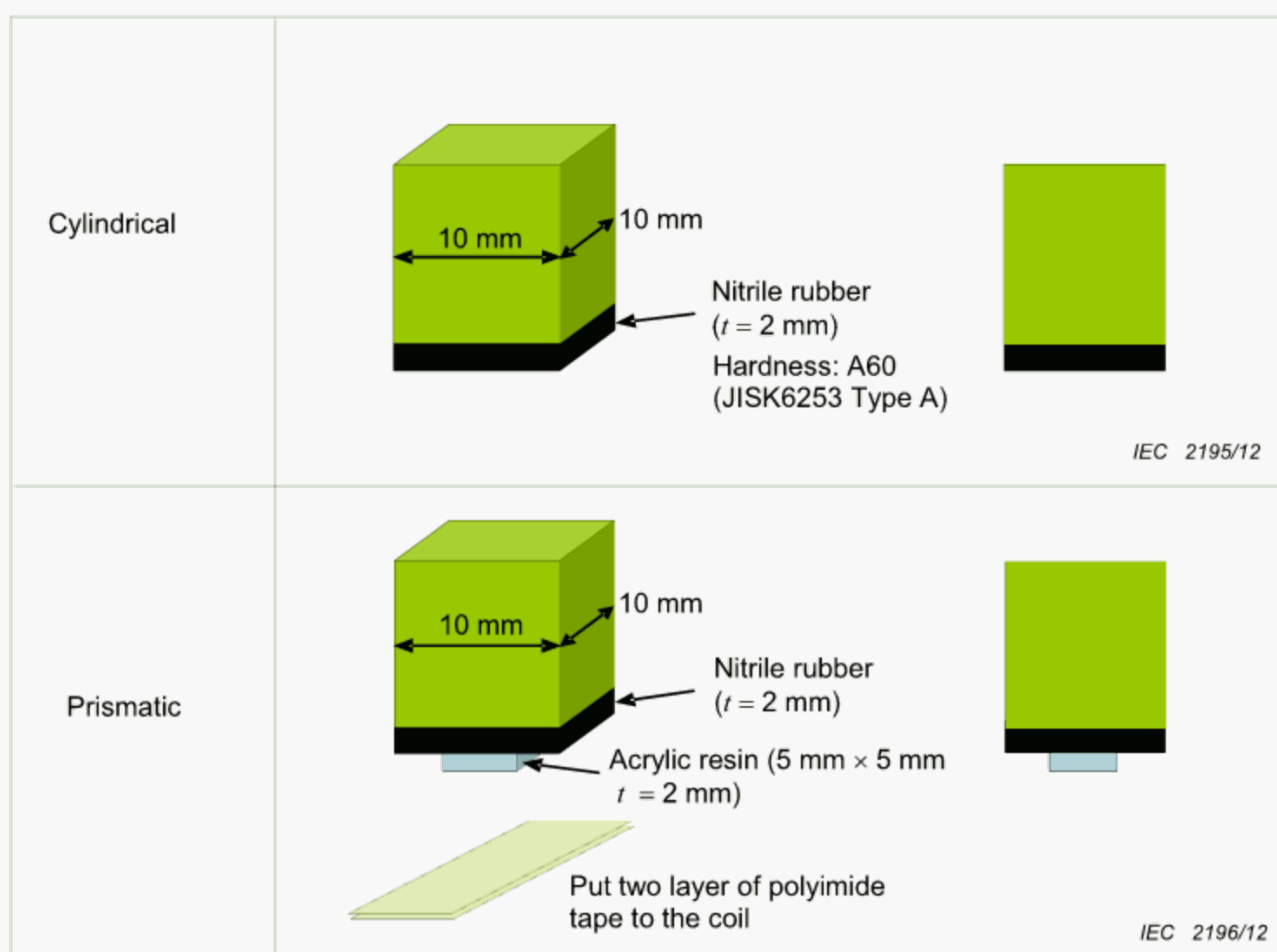


Figure 2 – Jig for pressing

c) Acceptance criteria

No fire. (Record the pressure when short-circuit occurred if there was no fire.)

9 Information for safety

The use, and particularly abuse, of portable sealed secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolyte may result in the creation of hazards and may cause harm. Manufacturers of secondary cells shall ensure that information is provided about current, voltage and temperature limits of their products. Manufacturers of batteries shall ensure that equipment manufacturers and, in the case of direct sales, end-users are provided with information to minimize and mitigate hazards.

It is the equipment manufacturer's responsibility to inform end-users of the potential hazards arising from the use of equipment containing secondary cells and batteries. Systems analyses should be performed by device manufacturers to ensure that a particular battery design prevents hazards from occurring during use of a product. As appropriate, any information relating to hazard avoidance resulting from a system analysis should be provided to the end user.

Guidance is provided in IEC/TR 62188 on the design and manufacture of portable batteries, and non-exhaustive lists of good advices are provided for information in Annexes B and C.

Conformity can be checked by examination of manufacturer's documentation.

10 Marking

10.1 Cell marking

Cells shall be marked as specified in the following applicable cell standards: IEC 61951-1, IEC 61951-2 or IEC 61960.

Conformity is checked by inspection.

10.2 Battery marking

Batteries shall be marked in accordance with the requirements for the cells from which they are assembled. Cell requirements are specified in 10.1. Batteries shall also be marked with an appropriate caution statement.

Conformity is checked by inspection.

10.3 Other information

The following information shall be marked on or supplied with the battery:

- storage and disposal instructions;
- recommended charging instructions.

Conformity is checked by examination of markings and manufacturer's documentation.

11 Packaging

The goal of packaging of secondary cells and batteries for transport is to prevent opportunities for short circuit, mechanical damage and possible ingress of moisture. The materials and pack design shall be chosen so as to prevent the development of unintentional electrical conduction, corrosion of the terminals and ingress of environmental contaminants.

Lithium ion cells and batteries are regulated by ICAO, IATA, IMO and other government agencies. See IEC 62281 for additional information. Nickel metal hydride cells and batteries are regulated by IMO.

Nickel cadmium cells and batteries are not classified as dangerous goods however there are regulations that shall be complied with such as protection from short circuit during transport. Nickel metal hydride cells and batteries are classified as dangerous goods only for maritime transportation.

Annex A

(normative)

Charging range of secondary lithium ion cells for safe use

A.1 General

This annex supplements the descriptions in both the main part and annexes. It constitutes a part of the present standard.

A.2 Safety of lithium-ion secondary battery

In order to ensure the safe use of lithium-ion secondary batteries, manufacturers who design and produce lithium-ion secondary cells or batteries shall strictly observe the requirements which are specified in the present standard. In case of a different upper limit charging voltage (i.e. other than for lithium cobalt oxide systems at 4,25 V), it may be appropriate to adjust the upper limit charging voltage and upper limit charging temperatures accordingly to fulfil the criteria of the tests.

A.3 Consideration on charging voltage

A.3.1 General

The charging voltage shall be applied for secondary cells so as to promote the chemical reaction during charging. However, if the charging voltage is too high, excessive chemical reaction or side reactions occur, and the battery becomes thermally unstable. (It may overheat and thermal runaway may occur.) Consequently, it is most important that the charging voltage never exceeds the value which is specified by the battery manufacturer. On the other hand, battery manufacturers shall verify the safety of secondary cells, which are charged at the specified charging voltage.

A.3.2 Upper limit charging voltage

A.3.2.1 General

Lithium-ion secondary batteries which employ lithium cobalt oxide as the positive active material and carbon as the negative material are the most widely used. In this battery, the upper limited charging voltage, as per defined in 8.1.2 is specified based on the value of 4,25 V for the lithium-ion cell which is a permissible upper limited charging voltage from a safety viewpoint. Figure A.1 illustrates the basic operating region that is recommended for typical lithium-ion batteries which employ lithium cobalt oxide as a positive active material, and carbon as the negative material.

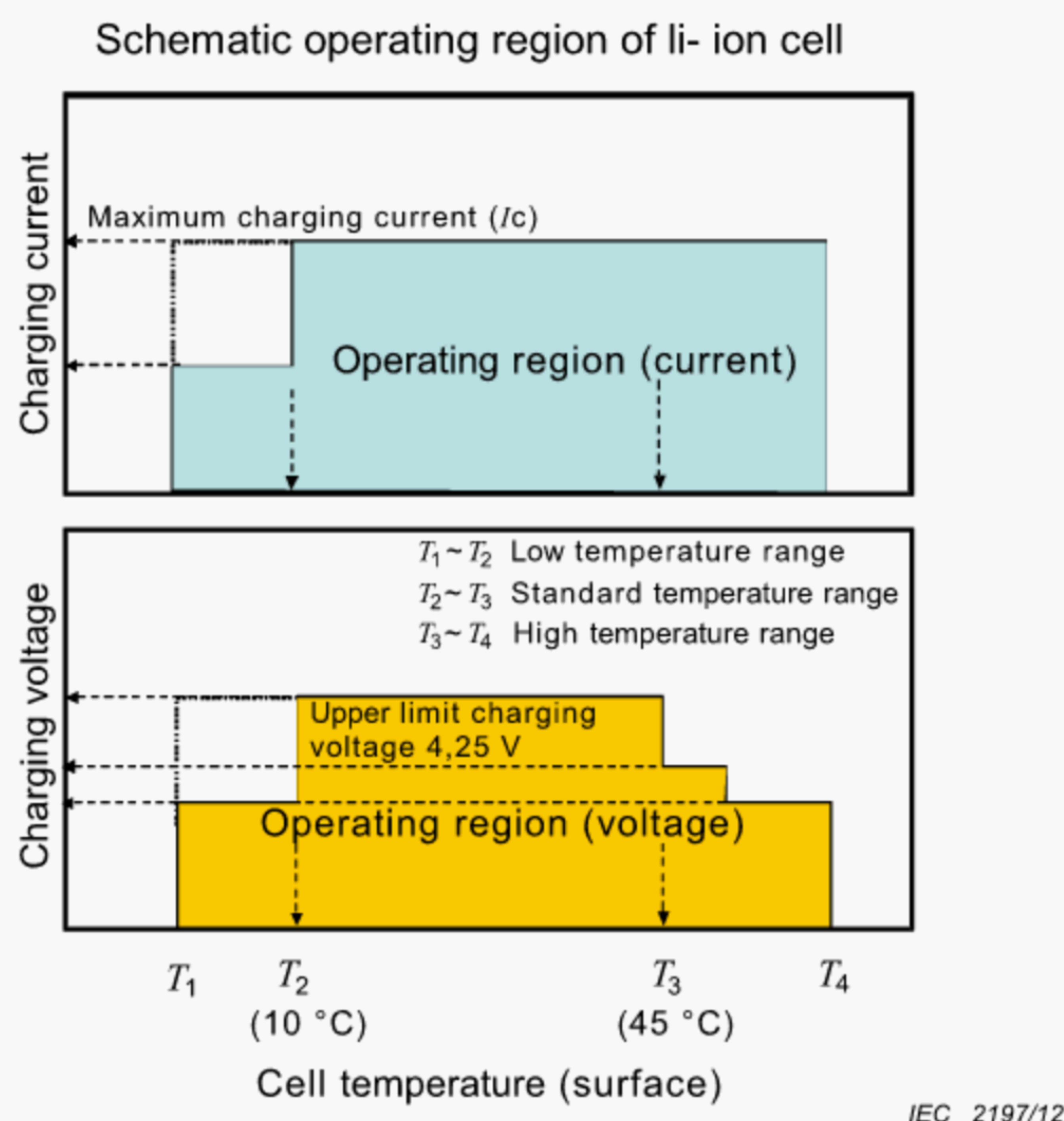
A.3.2.2 Explanation of safety viewpoint

When a lithium-ion battery is charged at a higher voltage than the upper limit of charging voltage, excess amount of lithium-ion is deintercalated from the positive electrode active material and its crystalline structure tends to collapse. As a result, it becomes easy to generate oxygen and metallic lithium may deposit on the carbon surface, which is employed as the negative material.

In these conditions, when an internal short-circuit occurs, thermal runaway can more easily occur than when said battery is charged under the specified condition.

Consequently, lithium-ion secondary battery should never be charged at a higher voltage than this recommended upper limit charging voltage. A suitable protection device shall also be provided, by assuming the possible failure of charge control by charger.

For alternative current of over 50 kHz, which assumes ripple, the above statements are not applicable, since lithium-ion in the battery does not respond to it.



**Figure A.1 – Typical of operating region of Li-ion cells
with cobalt oxide cathode and carbon anode**

A.3.2.3 Safety requirements, when different upper limit charging voltage is applied

It is sometimes necessary that different upper charging voltages, other than 4,25 V be applied for a lithium-ion cell. Examples are as follows:

- positive active material, other than lithium-cobalt-oxide is employed;
- ratio of the capacity of the positive electrode and the negative electrode is changed from the design viewpoint.

When a different upper limit of charging voltage, other than 4,25 V is to be applied for lithium-ion secondary cells, tests that are specified in 8.2 to 8.3 shall be conducted by using cells which are charged under the different upper limited charging voltage. Also, relevant documents, explaining reasons for the change of upper limited charging voltage shall be kept so that said different voltage can be used as the new upper limited charging voltage.

Examples of the documents, explaining reasons of the change of upper limited charging voltage are as follows:

- a) Test results which verify that the stability of crystalline structure of lithium cobalt oxide when the cell is charged at a voltage higher than 4,25 V is equivalent or higher than that when the cell is charged at 4,25 V.
- b) Test results which verify that the acceptance of lithium into the negative active electrode material when the cell is charged at a voltage higher than 4,25 V is equivalent or higher than that when the cell is charged at 4,25 V.

- c) Test results, which verify that the cells, charged at new upper limited charging voltage (higher than 4,25 V) are tested by the test methods at the upper limit of high temperature range and necessary requirements are met.
- d) Test results which verify that the cells charged at a voltage lower than 4,25 V are tested by the test methods at the upper limit of high temperature range and necessary requirements are met.

A.4 Consideration of temperature and charging current

A.4.1 General

Charging produces a chemical reaction and is affected by temperature. The amount of side reaction or the condition of charge products is dependent on temperature even when the same upper limited charging voltage and charging current are employed.

Consequently, it is necessary that one or both of the upper limited charging voltage and maximum charging current shall be reduced at both the low temperature range and high temperature range. These conditions are considered to be more severe than the standard temperature range from a safety viewpoint.

Figure A.1 shows basic operating region under which typical lithium-ion batteries which employ lithium cobalt oxide as the positive active material and carbon as the negative material can be safely charged.

A.4.2 Recommended temperature range

A.4.2.1 General

Within the standard temperature range secondary cells can be charged at both the upper limit of charging voltage and the maximum charging current which is specified from a safety viewpoint.

The upper limit of the test temperature and the lower limit of the test temperature are specified as the highest limit and the lowest limit of standard temperature, respectively. The recommended temperature range of typical lithium-ion batteries which employ lithium-cobalt-oxide as the positive active material and carbon as the negative material is specified as 10 °C to 45 °C.

A.4.2.2 Safety consideration when a different recommended temperature range is applied

In some secondary cells, a different recommended temperature range other than 10 °C to 45 °C is applied due to the difference of thermal stability of the electrolyte and other factors. When a new recommended temperature range is applied, tests that are specified in 8.2 to 8.3 shall be conducted by using cells which are charged at the different test temperature. Also, relevant documents explaining reasons of the change of test temperature shall be kept so that different temperature can be used.

Examples of the documents, explaining reasons of the change of test temperature are as follows:

- a) Test results which verify that the stability of the crystal structure of lithium cobalt oxide, when the cell is charged at the new upper limit of test temperature, higher than 45 °C (highest limit of the standard temperature range) is equivalent or higher than that when the cell is charged at 45 °C.
- b) Test results which verify that the cells, charged at the new upper limit of test temperature (higher than 45 °C + 5 °C), and by using the upper limit of charging voltage are tested by the test methods, specified in 8.2 to 8.3.

- c) Test results which verify that the acceptance of lithium into the negative active material, when the cell is charged at the new lower limit of test temperature, lower than 10 °C, is equivalent or higher than that when the cell is charged at 10 °C.
- d) Test results which verify that the cells, charged at the new lower limit of test temperature (lower than 10 °C -5 °C), and by using the upper limit of charging voltage are tested by the test methods, specified in 8.2 to 8.3.

A.4.3 High temperature range

A.4.3.1 General

In the high temperature range the temperature is higher than in the standard temperature range. Within the high temperature range, charging is permissible by charging at a lower voltage than the upper limited charging voltage which is specified for the standard temperature range.

A.4.3.2 Explanation of safety viewpoint

When lithium-ion is charged at a higher temperature at the same condition as that for the standard temperature range, a larger amount of lithium is deintercalated from the positive electrode active material. Since the increase in the amount of lithium deintercalated leads to deterioration of the stability of the crystalline structure, the safety performance of the battery tends to decrease.

Also the temperature difference between the high temperature range and that at which thermal runaway occurs is relatively small. Consequently, in case there is an accident such as an internal short circuit it is easier for the battery to reach said temperature.

As a result, charging conditions are differently specified in high temperature range, as follows.

- When the surface temperature of the lithium-ion cell is higher than the upper limit of the test temperature a different charging condition which is specially specified for high temperature range is applied.
- When the surface temperature of the lithium-ion cell is higher than the upper limit of the high temperature range said battery shall never be charged under any charging current.

A.4.3.3 Safety considerations when specifying charging conditions in high temperature range

Charging conditions in the high temperature range are sometimes specified based on the thermal stability of the electrolyte and other factors. When charging conditions in the high temperature range are to be specified, test cells shall be charged under these conditions and tested by the test methods specified in 8.2 to 8.3.

A.4.3.4 Safety consideration when specifying new upper limit in high temperature range

In some cases, a different upper limit in high temperature range, other than that shown in Figure A.1 is applied due to the difference of thermal stability of positive electrode active material and other factors. When a new upper limit in the high temperature range is to be adopted, tests that are specified in 8.2 to 8.3 shall be conducted. Also, relevant documents, explaining reasons of the change of high temperature range shall be kept so that the different high temperature range can be used.

Examples of the documents, explaining reasons of the change of high temperature range are as follows:

- a) Test results, which verify that the stability of the crystalline structure of lithium-cobalt-oxide, when the cell is charged at the new upper limit of the high temperature range is

equivalent or higher than that when the cell is charged at the highest limit of the present high temperature range.

- b) Test results which verify that the cells charged at the new upper limit of the high temperature range +5 °C when tested by the methods specified in 8.2 to 8.3 meet the requirements.

A.4.4 Low temperature range

A.4.4.1 General

In the low temperature range, the temperature is lower than that in the standard temperature range. In the low temperature range, charging of the battery is permissible by changing one or both of the upper limits of the charging voltage and maximum charging current which are specified for the standard temperature range.

A.4.4.2 Explanation of safety viewpoint

When a lithium-ion battery is charged in the low temperature range, the mass transfer rate decreases and the lithium ion insertion rate into the carbon active material becomes low. Consequently, metallic lithium is easy to deposit on the carbon surface. In this condition, the battery becomes thermally unstable and may overheat and lead to thermal runaway.

Also, in the low temperature range, the acceptance of lithium ion highly depends on the temperature. Consequently, in a lithium-ion battery which consists of multi-cells of a series connection, the acceptance of lithium ion by these cells can be different due to temperature differences. In this case, sufficient safety may not be ensured.

As a result, charging conditions are differently specified in the low temperature range, as follows:

- When the surface temperature of lithium-ion cells is lower than the lower limited test temperature, different charging conditions which are specially specified for the low temperature range are applied.
- When the surface temperature of lithium-ion cells is lower than the lower limited temperature range, the battery shall never be charged under any charging current.

A.4.4.3 Safety considerations, when specifying charging conditions in low temperature range

Charging conditions in the low temperature range are sometimes specified based on design factors, such as the acceptance of lithium into the negative electrode active material. When charging conditions in the low temperature range are to be specified, test cells shall be charged under these conditions and tested by the test methods specified in 8.2 to 8.3 and meet the requirements.

A.4.4.4 Safety considerations when specifying new lower limit in the low temperature range

In some cases, a different lower limit in the low temperature range other than that shown in Figure A.1 is applied. This may be due to the difference of acceptance of lithium into the negative electrode active material and other factors. When a new lower limit in the low temperature range is to be adopted, tests that are specified in 8.2 to 8.3 shall be conducted and the requirements met. Also, relevant documents explaining the reasons of the change of the low temperature range shall be kept.

Examples of the documents, explaining reasons of the change of low temperature range are as follows:

- a) Test results which verify that the acceptance of lithium into the negative electrode active material when the cell is charged at the new low limit is equivalent or higher than that when the cell is charged at the low limit of the current low temperature range.
- b) Test results which verify that the cells charged at the new low limit of the temperature range -5 °C when tested by the methods specified in 8.2 to 8.3 meet the requirements.

A.4.5 Scope of the application of charging current

The charging current, as per specified in the above, is not applied to alternative current of over 50 kHz, which assumes ripple and others, since lithium-ion batteries do not respond to such effects. (Ripple currents over 50 kHz are ok)

A.5 Sample preparation

A.5.1 General

In order to provide more information regarding the sample preparation for test 8.3.9 the following additional details are provided.

A.5.2 Insertion procedure for nickel particle to generate internal short

The insertion procedure is carried out at $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ and under -25 °C of DEW points.

A.5.3 Disassembly of charged cell

Remove winding core (assembled electrode/separator, roll, and coil) from the charged cell (See Figure A.5 and Figure A.8).

A.5.4 Shape of nickel particle

The shape of nickel particle shall be as shown in Figure A.2.

Dimensions: Height: 0,2 mm; Thickness: 0,1 mm; L shape (Angle: $90 \pm 10^\circ$): 1,0 mm for each side with 5 % tolerance. Material: more than 99 % (mass fraction) pure nickel.

Dimensions in millimeters

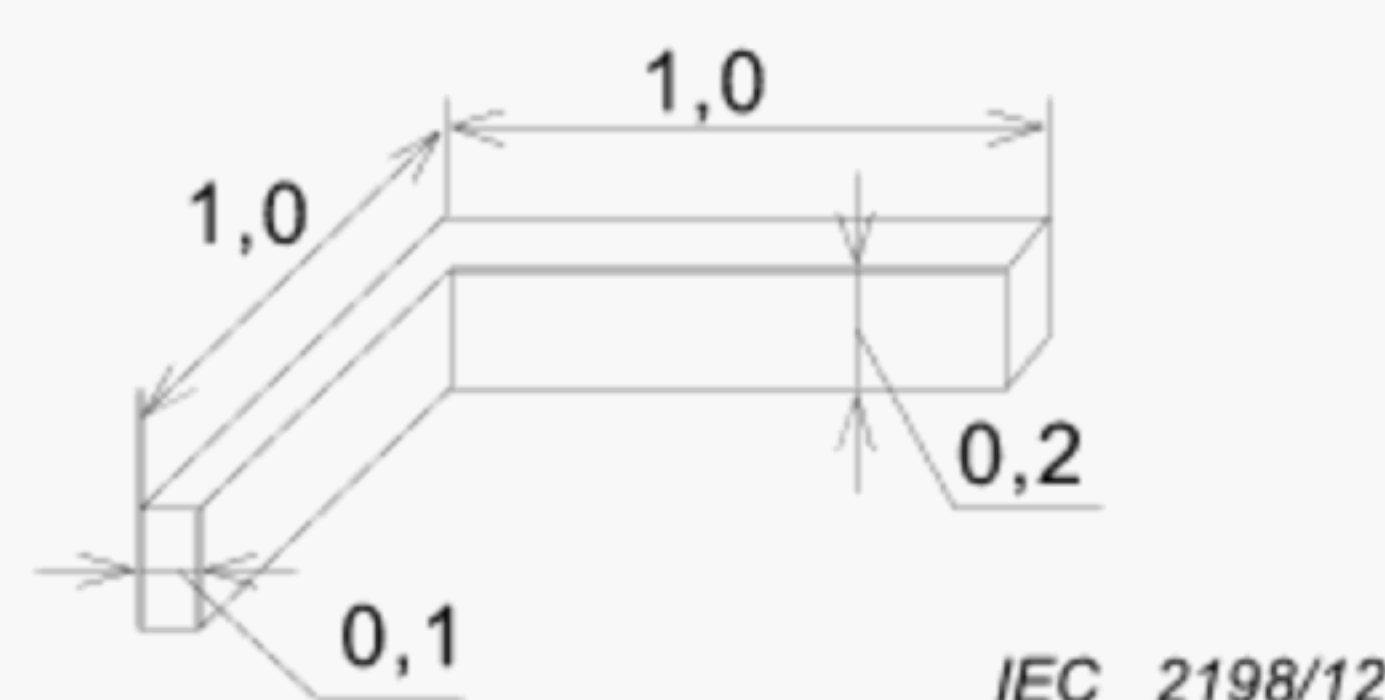


Figure A.2 – Shape of nickel particle

A.5.5 Insertion of nickel particle to cylindrical cell

A.5.5.1 Insertion of nickel particle to winding core

- a) Insertion of nickel particle between positive (active material) coated area and negative (active material) coated area for cylindrical cell. (see Figure A.5)
 - 1) If outer turn of positive substrate is aluminum foil, cut off foil at the dividing line between aluminum foil and active material for active material to active material short test.

- 2) Insert nickel particle between positive active material and separator. The alignment of nickel particle shall be as shown in Figure A.3. Position of the insertion of nickel particle shall be at 20 mm from edge of the cut aluminum foil. Direction of L-shaped corner is towards the direction of winding.

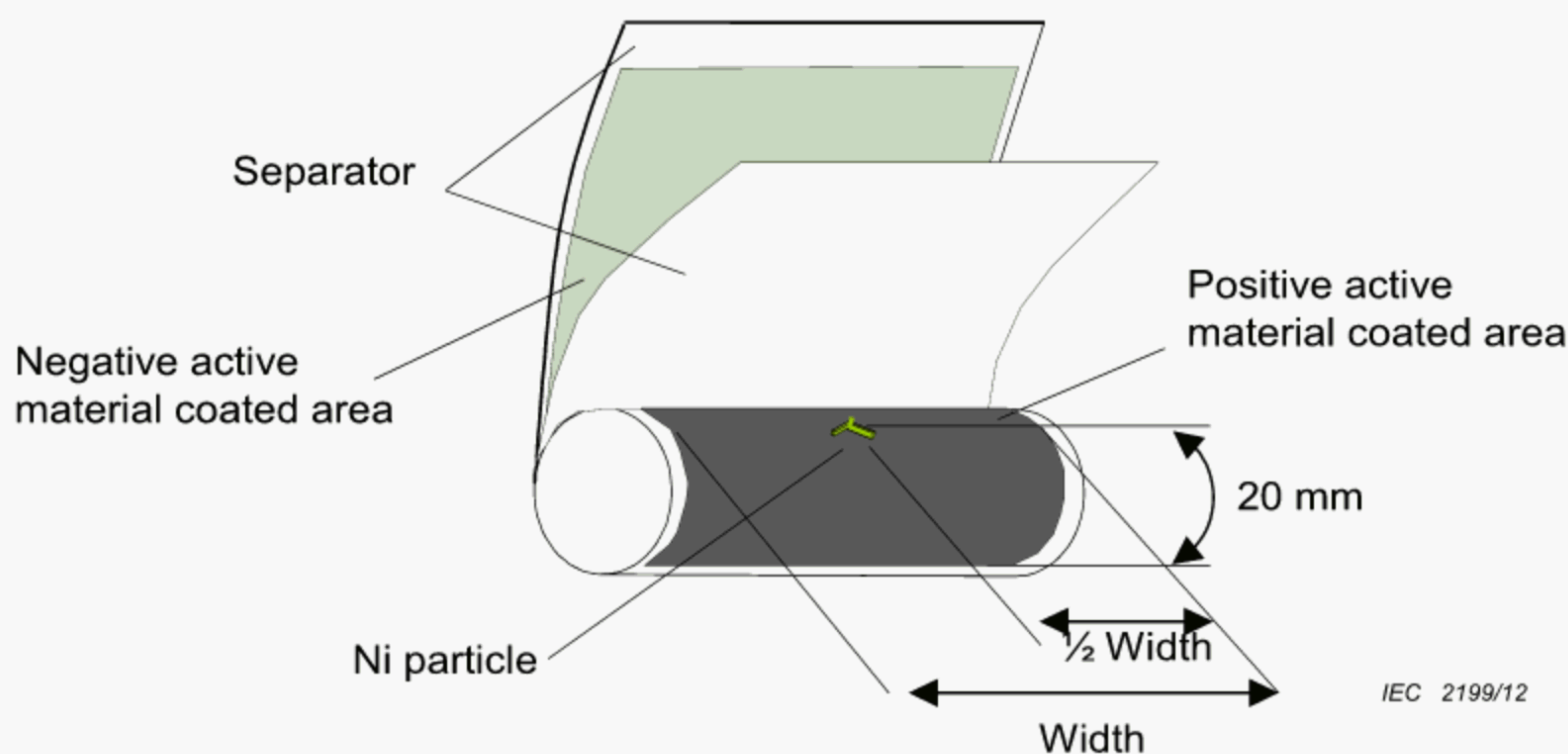


Figure A.3 – Nickel particle insertion position between positive and negative active material coated area of cylindrical cell

- b) Insertion of nickel particle between positive aluminum foil (uncoated area) and negative (active material) coated area for cylindrical cell.

When aluminum foil of positive electrode is exposed at outer turn and the aluminum foil is facing the coated negative active material, following procedure shall be used.

- 1) When aluminum foil of positive electrode is exposed at outer turn, cut out the aluminum foil at 10 mm from the dividing line between aluminum foil and active material.
- 2) Insert Ni particle between aluminum foil and separator. The alignment of nickel particle shall be shown in Figure A.4.

Position of the insertion of nickel particle shall be at 1,0 mm from the edge of the coating of positive active material on aluminum foil.

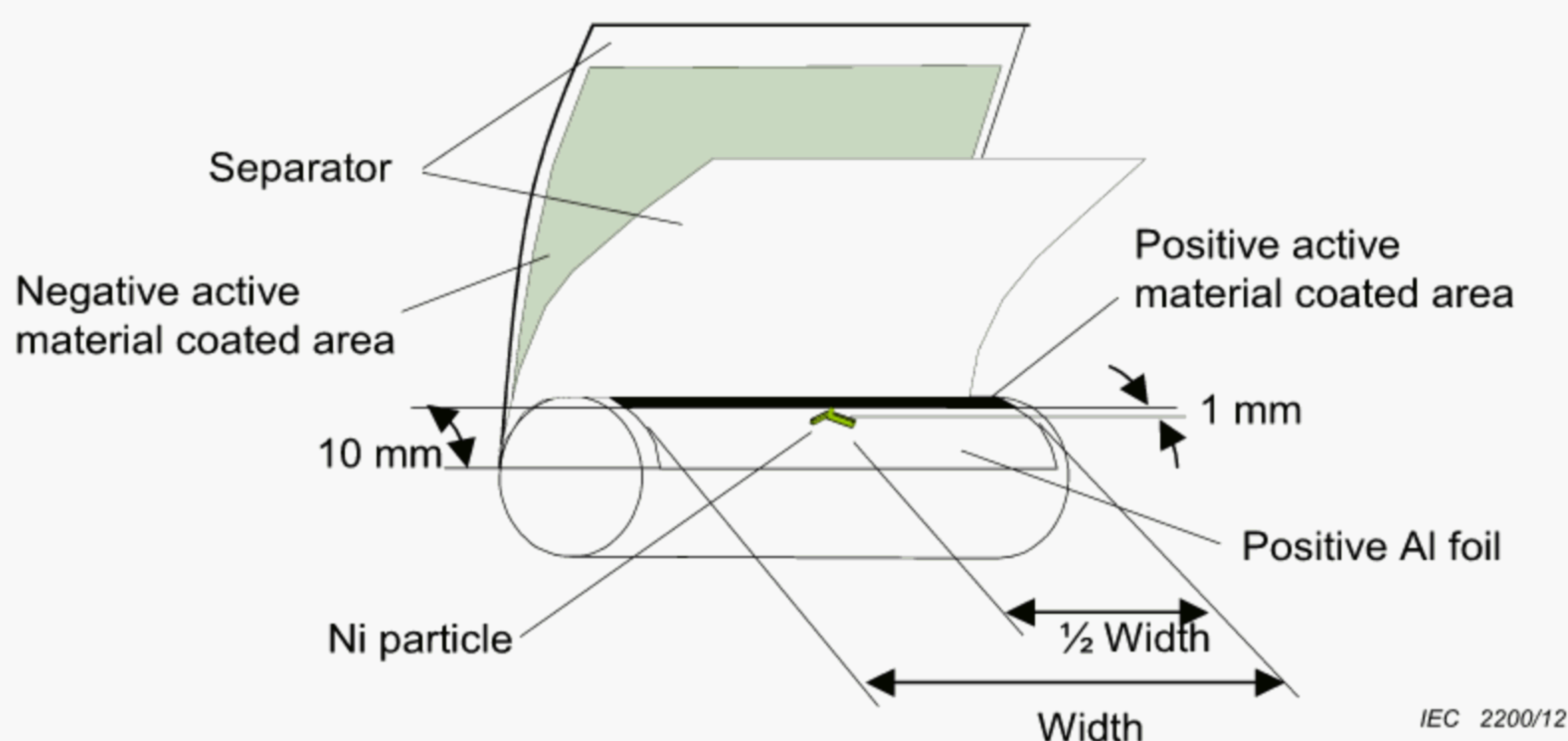
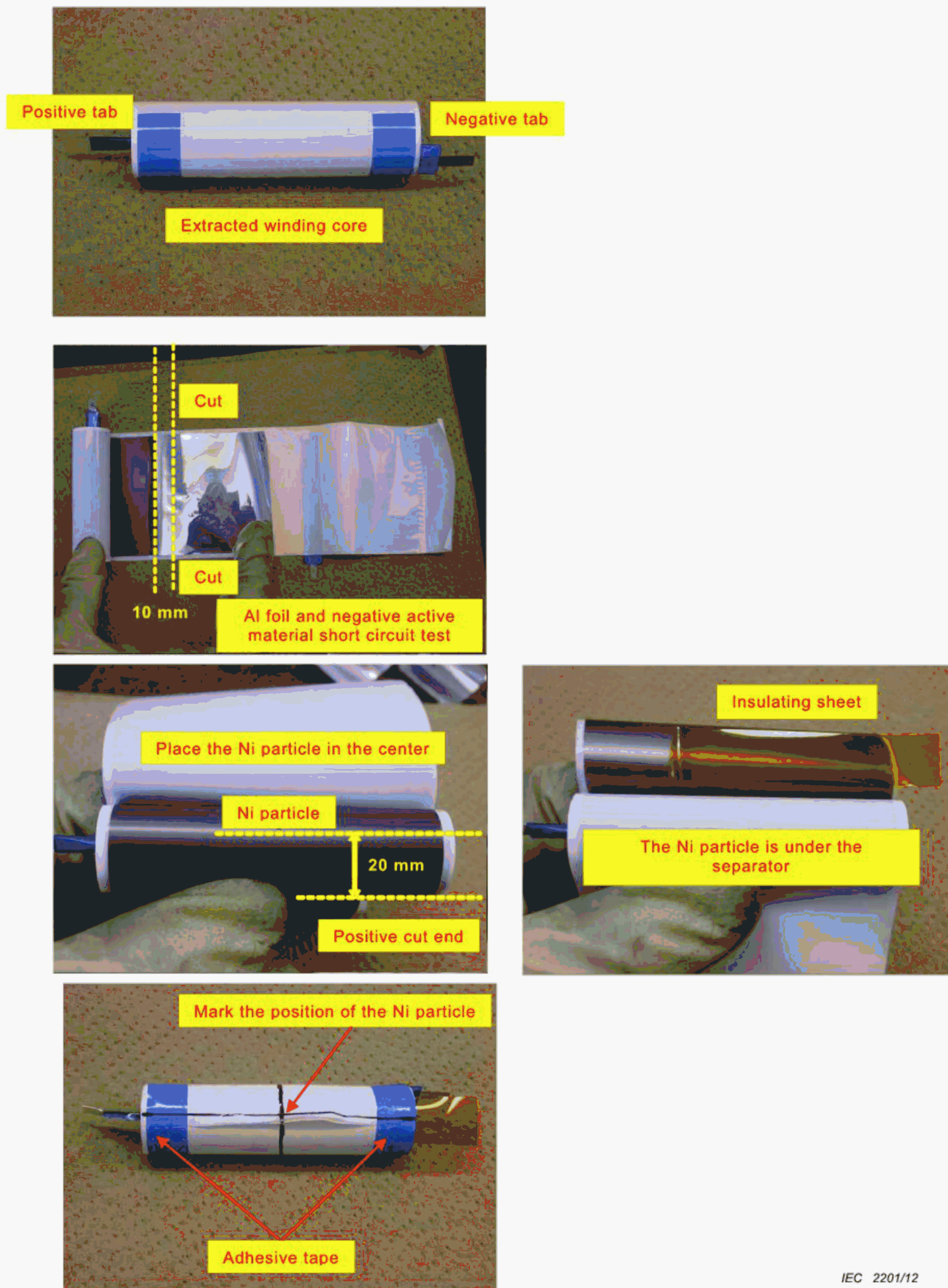


Figure A.4 – Nickel particle insertion position between positive aluminum foil and negative active material coated area of cylindrical cell



IEC 2201/12

Figure A.5 – Disassembly of cylindrical cell

A.5.5.2 Mark the position of nickel particle on the both end of winding core of the separator

The procedure is as follows.

- a) Place insulating sheet between the separator that is facing to nickel particle and the negative electrode to protect against short-circuits.
- b) Manually roll back the electrodes and separator keeping the nickel particle in place and apply adhesive tape to the winding core.
- c) Mark position of the nickel particle across the winding core.
- d) Put winding core in a polyethylene bag with sealing zipper and seal it. Put the polyethylene bag into aluminum-laminated bag to prevent from drying out.

Remark: Procedure shall be completed within 30 min.

A.5.6 Insertion of nickel particle to prismatic cell

- a) Prior to inserting nickel particle, insert an insulating sheet between the negative electrode and the separator that is below nickel particle and the negative electrode, as shown in Figure A.6, to protect against short-circuit.
- b) Insertion of nickel particle to winding core
 - 1) Insertion of nickel particle between positive (active material) coated area and negative (active material) coated area for prismatic cell. (see Figure A.8)
 - i) Insert nickel particle between positive (active material) coated area and separator or between separator and negative (active material) coated area. In case of aluminum cell enclosure, insert nickel particle between positive (active material) coated area and separator.
 - ii) Insert nickel particle between positive active material and separator. The alignment of nickel particle shall be shown in Figure A.6. Nickel particle is set at the center (diagonally) of the winding core. Direction of nickel particle L-shape corner is towards the direction of winding.

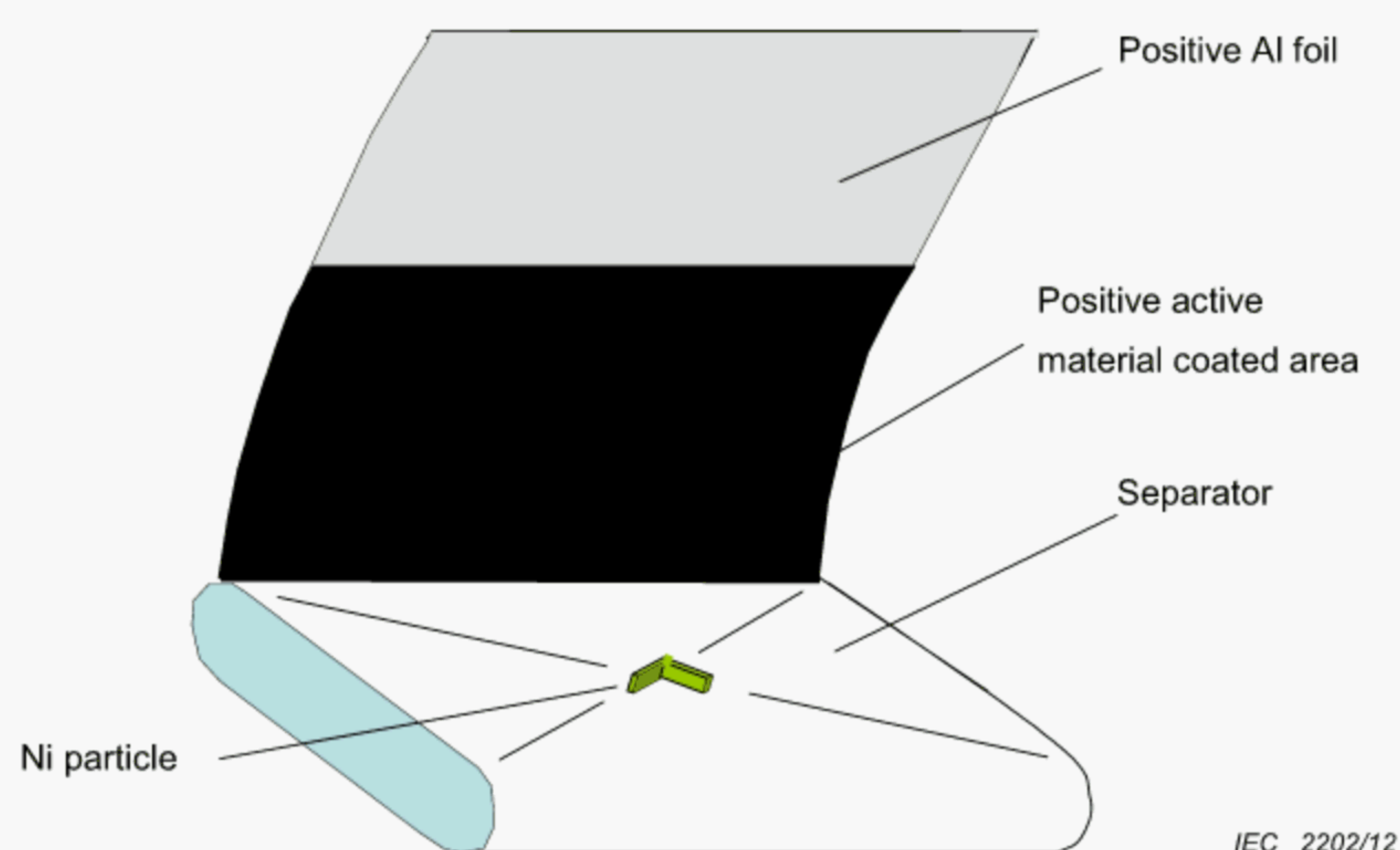


Figure A.6 – Nickel particle insertion position between positive and negative (active material) coated area of prismatic cell

- 2) Insertion of nickel particle between positive aluminum foil (uncoated area) and negative (active material) coated area for prismatic cell. When aluminum foil of positive

electrode is exposed at outer turn and the aluminum foil is faced to coated negative active material, the following test shall be performed:

- i) The aluminum foil of positive electrode is exposed at outer turn and the aluminum foil is faced to coated negative active material, insert nickel particle between aluminum foil and separator;
- ii) The alignment of nickel particle shall be shown in Figure A.7. Nickel particle is set at the centre of flat winding core surface. Direction of nickel particle L - shape corner is towards the direction of winding.

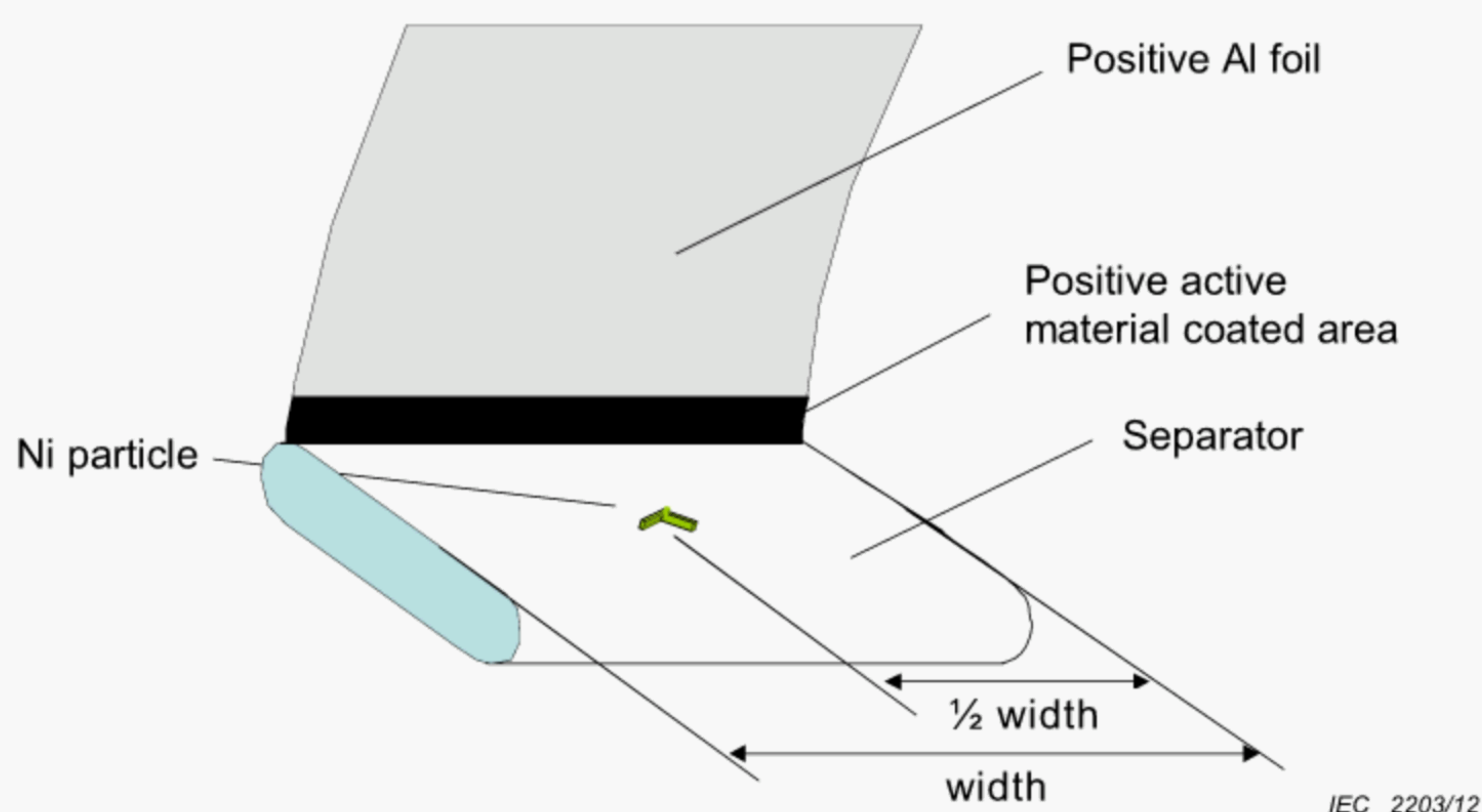
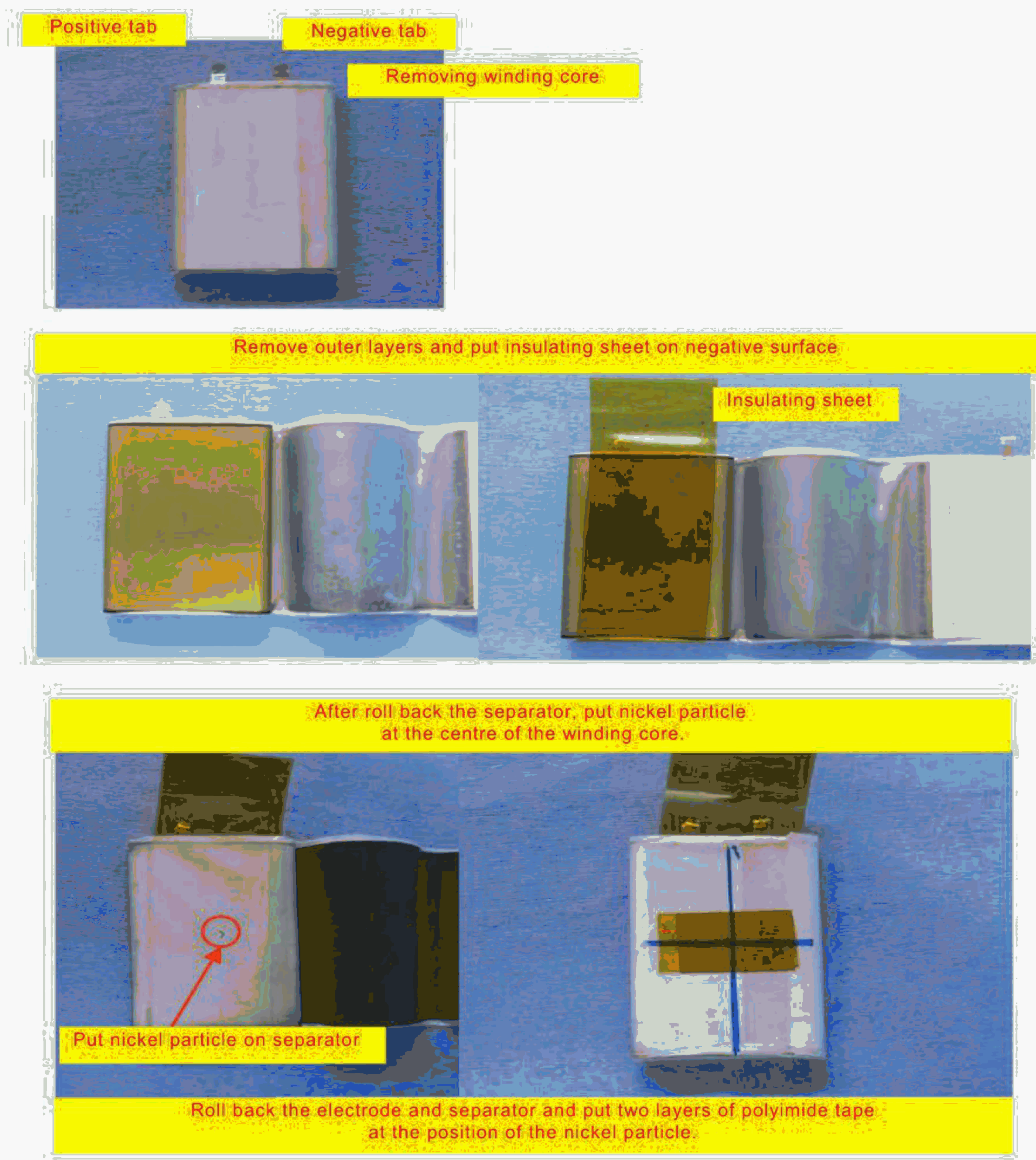


Figure A.7 – Nickel particle insertion position between positive aluminum foil and negative (active material) coated area of prismatic cell

- iii) Manually roll back the electrodes and separator keeping the nickel particle in place and adhesive tape the winding core.
- iv) Mark the position of nickel particle across the winding core.
- v) Put two layers of polyimide tape (10 mm width, 25 μm thickness) at the marking position.
- vi) Put winding core into a polyethylene bag with sealing zipper and seal it. Put the polyethylene bag into aluminum-laminated bag to prevent from drying.

Remark: Procedure should be completed within 30 min.



IEC 2204/12

Figure A.8 – Disassembly of prismatic cells

Annex B (informative)

Recommendations to equipment manufacturers and battery assemblers

The following represents a typical, but non-exhaustive, list of good advice to be provided by the manufacturer of secondary cells and batteries to equipment manufacturers and battery assemblers.

- a) Do not dismantle, open or shred cells. Batteries should be dismantled only by trained personnel. Multi-cell battery cases should be designed so that they can be opened only with the aid of a tool.
- b) Do not short-circuit a cell or battery. Do not store cells or batteries haphazardly in a box or drawer where they may short-circuit each other or be short-circuited by conductive materials.
- c) Do not remove a cell or battery from its original packaging until required for use.
- d) Do not expose cells or batteries to heat or fire. Avoid storage in direct sunlight.
- e) Do not subject cells or batteries to mechanical shock.
- f) In the event of a cell leaking, do not allow the liquid to come into contact with the skin or eyes. If contact has been made, wash the affected area with copious amounts of water and seek medical advice.
- g) Equipment should be designed to prohibit the incorrect insertion of cells or batteries and should have clear polarity marks. Always observe the polarity marks on the cell, battery and equipment and ensure correct use.
- h) Do not mix cells of different manufacture, capacity, size or type within a battery.
- i) Seek medical advice immediately if a cell or battery has been swallowed.
- j) Consult the cell/battery manufacturer on the maximum number of cells, which may be assembled in a battery and on the safest way in which cells may be connected.
- k) A dedicated charger should be provided for each equipment. Complete charging instructions should be provided for all secondary cells and batteries offered for sale.
- l) Keep cells and batteries clean and dry.
- m) Wipe the cell or battery terminals with a clean dry cloth if they become dirty.
- n) Secondary cells and batteries need to be charged before use. Always refer to the cell or battery manufacturer's instructions and use the correct charging procedure.
- o) Do not maintain secondary cells and batteries on charge when not in use.
- p) After extended periods of storage, it may be necessary to charge and discharge the cells or batteries several times to obtain maximum performance.
- q) Retain the original cell and battery literature for future reference.
- r) When disposing of secondary cells or batteries, keep cells or batteries of different electrochemical systems separate from each other.
- s) Drop a device containing the battery once from a height of one meter onto a concrete floor. Test three sets of fully charged batteries. For dropping, select the direction in which the free fall is likely to have the greatest impact on the safety of the battery. Instead of dropping a host device, a shock equivalent to dropping may be given to the battery for simulation.

Annex C

(informative)

Recommendations to the end-users

The following represents a typical, but not exhaustive list of good advice to be provided by the equipment manufacturer to the end-user.

- a) Do not dismantle, open or shred secondary cells or batteries.
- b) Do not expose cells or batteries to heat or fire. Avoid storage in direct sunlight.
- c) Do not short-circuit a cell or a battery. Do not store cells or batteries haphazardly in a box or drawer where they may short-circuit each other or be short-circuited by other metal objects.
- d) Do not remove a cell or battery from its original packaging until required for use.
- e) Do not subject cells or batteries to mechanical shock.
- f) In the event of a cell leaking, do not allow the liquid to come in contact with the skin or eyes. If contact has been made, wash the affected area with copious amounts of water and seek medical advice.
- g) Do not use any charger other than that specifically provided for use with the equipment.
- h) Observe the plus (+) and minus (–) marks on the cell, battery and equipment and ensure correct use.
- i) Do not use any cell or battery which is not designed for use with the equipment.
- j) Do not mix cells of different manufacture, capacity, size or type within a device.
- k) Battery usage by children should be supervised.
- l) Seek medical advice immediately if a cell or a battery has been swallowed.
- m) Always purchase the battery recommended by the device manufacturer for the equipment.
- n) Keep cells and batteries clean and dry.
- o) Wipe the cell or battery terminals with a clean dry cloth if they become dirty.
- p) Secondary cells and batteries need to be charged before use. Always use the correct charger and refer to the manufacturer's instructions or equipment manual for proper charging instructions.
- q) Do not leave a battery on prolonged charge when not in use.
- r) After extended periods of storage, it may be necessary to charge and discharge the cells or batteries several times to obtain maximum performance.
- s) Retain the original product literature for future reference.
- t) Use only the cell or battery in the application for which it was intended.
- u) When possible, remove the battery from the equipment when not in use.
- v) Dispose of properly.

Bibliography

IEC 60051 (all parts), *Direct acting indicating analogue electrical measuring instruments and their accessories*

IEC 60485, *Digital electronic d.c. voltmeters and d.c. electronic analogue-to-digital convertors*¹

IEC 60664 (all parts), *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems*

IEC 61434, *Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes – Guide to the designation of current in alkaline secondary cell and battery standards*

IEC 61438, *Possible safety and health hazards in the use of alkaline secondary cells and batteries – Guide to equipment manufacturers and users*

IEC/TR 62188, *Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes – Design and manufacturing recommendations for portable batteries made from sealed secondary cells*

IEC 62281, *Safety of primary and secondary lithium cells and batteries during transport*

United Nations, New York & Geneva, *Recommendations on the Transport of Dangerous Goods, Manual of Tests and Criteria, Chapter 38.3.*

¹ This publication was withdrawn.

SOMMAIRE

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| AVANT-PROPOS | 40 |
| 1 Domaine d'application | 42 |
| 2 Références normatives | 42 |
| 3 Termes et définitions | 42 |
| 4 Tolérances de mesure des paramètres | 44 |
| 5 Considérations générales de sécurité | 44 |
| 5.1 Généralités..... | 44 |
| 5.2 Isolement et câblage | 45 |
| 5.3 Échappement de gaz..... | 45 |
| 5.4 Gestion de la température, de la tension et du courant..... | 45 |
| 5.5 Bornes de contacts..... | 46 |
| 5.6 Assemblage des éléments dans les batteries | 46 |
| 5.6.1 Généralités..... | 46 |
| 5.6.2 Recommandations de conception pour les systèmes au lithium seulement..... | 46 |
| 5.7 Plan qualité | 46 |
| 6 Conditions des essais d'homologation | 47 |
| 7 Exigences spécifiques et essais (systèmes au nickel) | 48 |
| 7.1 Procédure de charge pour les besoins des essais | 48 |
| 7.2 Utilisation normale..... | 48 |
| 7.2.1 Charge continue à faible régime (éléments)..... | 48 |
| 7.2.2 Vibration..... | 48 |
| 7.2.3 Contrainte de moulage du boîtier à température ambiante élevée (batteries)..... | 49 |
| 7.2.4 Cycles de températures | 49 |
| 7.3 Utilisation abusive raisonnablement prévisible..... | 50 |
| 7.3.1 Installation incorrecte (éléments) | 50 |
| 7.3.2 Court-circuit externe | 50 |
| 7.3.3 Chute libre..... | 50 |
| 7.3.4 Choc mécanique (danger de collision) | 51 |
| 7.3.5 Utilisation à température abusive (éléments) | 51 |
| 7.3.6 Écrasement d'éléments | 51 |
| 7.3.7 Basse pression (éléments) | 52 |
| 7.3.8 Surcharge..... | 52 |
| 7.3.9 Décharge forcée (éléments) | 52 |
| 8 Exigences spécifiques et essais (systèmes au lithium) | 52 |
| 8.1 Procédures de charge pour les besoins des essais | 52 |
| 8.1.1 Première procédure..... | 52 |
| 8.1.2 Deuxième procédure | 53 |
| 8.2 Utilisation normale..... | 53 |
| 8.2.1 Charge continue à tension constante (éléments) | 53 |
| 8.2.2 Contrainte de moulage du boîtier à température ambiante élevée (batterie) | 53 |
| 8.3 Utilisation abusive raisonnablement prévisible..... | 54 |
| 8.3.1 Court-circuit externe (élément) | 54 |
| 8.3.2 Court-circuit externe (batterie)..... | 54 |

| | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|----|
| 8.3.3 | Chute libre | 54 |
| 8.3.4 | Utilisation à température abusive (éléments) | 55 |
| 8.3.5 | Écrasement (éléments) | 55 |
| 8.3.6 | Surcharge d'une batterie | 55 |
| 8.3.7 | Décharge forcée (éléments) | 56 |
| 8.3.8 | Essais de transport | 56 |
| 8.3.9 | Évaluation de la conception – Court-circuit interne forcé (éléments) | 56 |
| 9 | Information relative à la sécurité | 58 |
| 10 | Marquage | 59 |
| 10.1 | Marquage des éléments | 59 |
| 10.2 | Marquage des batteries | 59 |
| 10.3 | Autres informations | 59 |
| 11 | Emballage | 59 |
| Annexe A (normative) Gamme de charge des accumulateurs lithium-ion pour un usage sûr | | 60 |
| Annexe B (informative) Recommandations aux fabricants de matériel et aux assembleurs de batteries | | 72 |
| Annexe C (informative) Recommandations pour les utilisateurs finals | | 73 |
| Bibliographie | | 74 |
| Figure 1 – Profil de température pour 7.2.4 – Essai de cycle de température | | 50 |
| Figure 2 – Gabarit de serrage sous pression | | 58 |
| Figure A.1 – Région de fonctionnement type des éléments Li-ion avec cathode en oxyde de cobalt et anode en carbone | | 61 |
| Figure A.2 – Forme de la particule de nickel | | 66 |
| Figure A.3 – Position d'insertion de la particule de nickel entre les zones enduites de matière active positive et négative dans un élément cylindrique | | 66 |
| Figure A.4 – Position d'insertion de la particule de nickel entre la feuille d'aluminium positive et la zone imprégnée de matière active négative de l'élément cylindrique | | 67 |
| Figure A.5 – Démontage d'un élément cylindrique | | 68 |
| Figure A.6 – Position d'insertion de la particule de nickel entre les zones positive et négative enduites (de matière active) de l'élément parallélépipédique | | 69 |
| Figure A.7 – Position d'insertion de la particule de nickel entre la feuille d'aluminium positive et la zone enduite (de matière active) négative de l'élément parallélépipédique | | 70 |
| Figure A.8 – Démontage d'un élément parallélépipédique | | 71 |
| Tableau 1 – Taille des échantillons pour essais d'homologation (systèmes au nickel) | | 47 |
| Tableau 2 – Taille des échantillons pour essais d'homologation (systèmes au lithium) | | 47 |
| Tableau 3 – Conditions des essais de vibrations | | 49 |
| Tableau 4 – Condition de la procédure de charge | | 53 |
| Tableau 5 – Température ambiante pour l'essai d'un élément ^a | | 57 |

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ACCUMULATEURS ALCALINS ET AUTRES ACCUMULATEURS À ÉLECTROLYTE NON ACIDE –

EXIGENCES DE SÉCURITÉ POUR LES ACCUMULATEURS PORTABLES ÉTANCHES, ET POUR LES BATTERIES QUI EN SONT CONSTITUÉES, DESTINÉS À L'UTILISATION DANS DES APPLICATIONS PORTABLES

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de la CEI. La CEI n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI peuvent faire l'objet de droits de brevet. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 62133 a été préparée par le sous-comité 21A: Accumulateurs alcalins et autres accumulateurs à électrolyte non acide, du comité d'étude 21 de la CEI: Accumulateurs.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 2002, dont elle constitue une révision technique.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente:

- mise à jour du montage des éléments en batteries (5.5);

- recommandations complémentaires de conception uniquement pour les systèmes au lithium (5.6.2);
- séparation des systèmes au nickel et des systèmes au lithium (Article 6);
- addition d'exigences et d'essais spécifiques pour les systèmes au lithium (Article 8);
- addition des éléments d'accumulateurs lithium-ion pour un usage sûr (Annexe A).

Le texte de cette norme est basé sur les documents suivants:

| | |
|--------------|-----------------|
| FDIS | Rapport de vote |
| 21A/503/FDIS | 21A/509/RVD |

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

Les différences suivantes existent dans les pays indiqués ci-dessous:

Paragraphe 8.3.9: Évaluation de la conception – Court-circuit interne forcé, s'applique uniquement à la Corée, à la France, au Japon et à la Suisse.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de la CEI sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

- reconduite,
- supprimée,
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

IMPORTANT – Le logo "colour inside" qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.

ACCUMULATEURS ALCALINS ET AUTRES ACCUMULATEURS À ÉLECTROLYTE NON ACIDE –

EXIGENCES DE SÉCURITÉ POUR LES ACCUMULATEURS PORTABLES ÉTANCHES, ET POUR LES BATTERIES QUI EN SONT CONSTITUÉES, DESTINÉS À L'UTILISATION DANS DES APPLICATIONS PORTABLES

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale spécifie les exigences et les essais pour le fonctionnement en sécurité des accumulateurs portables étanches, et accumulateurs (autre que boutons) contenant un électrolyte alcalin ou un autre électrolyte non acide dans des utilisations prévues et dans des utilisations abusives raisonnablement prévisibles.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

CEI 60050-482, *Vocabulaire Électrotechnique International – Partie 482: Piles et accumulateurs électriques*

CEI 61951-1, *Accumulateurs alcalins et autres accumulateurs à électrolyte non acide – Accumulateurs individuels portables étanches – Partie 1: Nickel-cadmium*

CEI 61951-2, *Accumulateurs alcalins et autres accumulateurs à électrolyte non acide – Accumulateurs individuels portables étanches – Partie 2: Nickel-métal hydrure*

CEI 61960, *Accumulateurs alcalins et autres accumulateurs à électrolyte non acide – Éléments et batteries d'accumulateurs au lithium pour applications portables*

Guide ISO/CEI 51, *Aspects liés à la sécurité – Principes directeurs pour les inclure dans les normes*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans la CEI 60050-482 et dans le Guide ISO/CEI 51, ainsi que les suivants s'appliquent.

3.1

sécurité

absence de tout risque inacceptable

3.2

risque

combinaison de la probabilité d'occurrence de nuisance et de la sévérité de cette nuisance

3.3**nuisance**

préjudice corporel ou dommages à l'encontre de la santé des personnes à la suite de dommages subis sur la propriété ou l'environnement

3.4**danger**

source potentielle de nuisance

3.5**utilisation prévue**

utilisation d'un produit, processus ou service conforme aux spécifications, aux instructions et aux informations procurées par le fournisseur

3.6**utilisation abusive raisonnablement prévisible**

utilisation d'un produit, processus ou service d'une manière non prévue par le fournisseur, mais qui peut résulter d'un comportement humain facilement prévisible

3.7**élément d'accumulateur**

unité de base fabriquée fournissant une source d'énergie électrique par la transformation directe d'énergie chimique, constituée d'électrodes, de séparateurs, d'électrolyte, d'un bac, et de bornes de connexion, et qui est conçue pour être chargée électriquement

3.8**batterie d'accumulateurs**

ensembles d'éléments d'accumulateurs prêts pour être utilisés comme une source d'énergie électrique, caractérisée par sa tension, sa taille, la disposition de ses bornes de connexion, sa capacité et son régime assigné

3.9**fuite**

perte visible d'électrolyte liquide

3.10**échappement de gaz**

libération de pression interne excessive, d'un élément d'accumulateur ou d'une batterie d'accumulateurs, obtenue par conception, de manière à prévenir la rupture ou l'explosion

3.11**rupture**

défaillance mécanique d'un bac d'élément ou d'un boîtier de batterie induite par une cause interne ou externe, qui conduit à une exposition des matériaux ou à l'échappement de liquide, mais non à une éjection de matériaux

3.12**explosion**

défaillance qui se produit lorsqu'un bac d'élément ou un boîtier de batterie s'ouvre violemment et lorsque les composants principaux sont éjectés de manière violente

3.13**feu**

émission de flammes d'un élément ou d'une batterie

3.14**batterie portable**

accumulateur pour utilisation dans un dispositif ou un appareil qui est facilement portable à la main

3.15

élément portable

élément prévu pour être assemblé dans une batterie portable

3.16

élément polymère

élément utilisant un électrolyte gel-polymère ou un électrolyte polymère solide et non un électrolyte liquide

3.17

capacité assignée

quantité d'électricité C_5 Ah (ampères-heures) déclarée par le fabricant, qu'un élément individuel est capable de restituer en décharge au courant d'essai de référence de $0,2 I_t$ A jusqu'à une tension finale spécifiée, après charge, repos et décharge, dans les conditions spécifiées

3.18

tension de charge limite supérieure

tension de charge la plus élevée dans la région de fonctionnement de l'élément, spécifiée par le fabricant de l'élément

3.19

courant de charge maximum

courant de charge maximum dans la région de fonctionnement de l'élément, spécifié par le fabricant de l'élément

4 Tolérances de mesure des paramètres

La précision globale des valeurs contrôlées ou mesurées, par rapport aux paramètres spécifiées ou réels, doit respecter les tolérances suivantes:

- a) $\pm 1 \%$ pour la tension;
- b) $\pm 1 \%$ pour le courant;
- c) $\pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ pour la température;
- d) $\pm 0,1 \%$ pour le temps;
- e) $\pm 1 \%$ pour les dimensions;
- f) $\pm 1 \%$ pour la capacité.

Ces tolérances comprennent la précision combinée des appareils de mesure, des techniques de mesure utilisées et de toutes les autres sources d'erreur liées à la méthode d'essai.

Pour aider au choix des appareils de mesure, consulter la série CEI 60051 pour les appareils analogiques et la CEI 60485 pour les appareils numériques. Les détails relatifs aux appareils utilisés doivent être fournis dans chaque rapport de résultats.

5 Considérations générales de sécurité

5.1 Généralités

La sécurité des éléments et des batteries d'accumulateurs nécessite la prise en compte de deux ensembles de conditions d'utilisation:

- l'utilisation normale;
- l'utilisation abusive raisonnablement prévisible.

Les éléments et les batteries d'accumulateurs doivent être conçus et construits de manière telle qu'ils soient sûrs dans les conditions d'utilisation prévues et dans les conditions d'utilisation abusives raisonnablement prévisibles. Il est admis que les accumulateurs soumis à une utilisation abusive soient défaillants après une telle utilisation. Ils ne doivent cependant pas présenter de dangers significatifs. Par ailleurs, les accumulateurs utilisés dans les conditions normales doivent non seulement être sûrs mais doivent aussi continuer à être fonctionnels en tous points.

Les dangers potentiels qui font l'objet de la présente norme sont:

- a) le feu,
- b) l'éclatement/une explosion,
- c) la fuite de l'électrolyte d'un élément,
- d) l'échappement de gaz,
- e) les brûlures résultant de températures externes excessivement élevées,
- f) la rupture du boîtier de batterie avec exposition des constituants internes.

La conformité avec 5.2 à 5.7 est vérifiée par inspection, par les essais des Articles 7 et 8, et en conformité avec la norme appropriée (voir Article 2).

5.2 Isolement et câblage

La résistance d'isolement entre la borne positive et les surfaces métalliques externes exposées de la batterie, à l'exclusion des surfaces de contact électrique, ne doit pas être inférieure à 5 M Ω sous 500 V en courant continu, mesurée 60 s après application de la tension.

Le câblage interne et son isolement doivent être suffisants pour supporter les exigences maximales prévisibles de courant, de tension et de température. L'orientation du câblage doit être telle que les distances adéquates d'isolement et les lignes de fuite soient maintenues entre les connecteurs. L'intégrité mécanique des connexions internes doit être suffisante pour satisfaire aux conditions d'utilisations abusives raisonnablement prévisibles.

5.3 Échappement de gaz

Les boîtiers des éléments et des batteries d'accumulateurs doivent être munis d'un mécanisme de libération de pression ou doivent être construits de telle sorte qu'ils libèrent la pression interne en excès à une valeur et à un régime permettant de prévenir la rupture, l'explosion et l'inflammation spontanée. Si le surmoulage est utilisé pour maintenir les éléments dans un boîtier extérieur, le type de produit et la méthode de surmoulage ne doivent entraîner ni une surchauffe de l'accumulateur au cours d'un fonctionnement normal, ni le blocage du mécanisme de libération de pression.

5.4 Gestion de la température, de la tension et du courant

La conception des batteries doit être de nature à prévenir les augmentations anormales de température. Les batteries doivent être conçues pour être dans les limites de température, de tension et de courant spécifiées par le fabricant des éléments. Les batteries doivent être accompagnées de spécifications et d'instruction de charge pour les fabricants de matériel de façon à concevoir les chargeurs associés en maintenant la charge dans les limites spécifiées de température, de tension et de courant.

NOTE Si nécessaire, des moyens peuvent être mis en œuvre pour limiter le courant à des niveaux sûrs au cours de la charge et de la décharge.

5.5 Bornes de contacts

Les bornes doivent avoir un marquage de polarité clair sur la surface externe de la batterie. La taille et la forme des contacts des bornes doivent permettre le transport du courant maximum prévu. Les surfaces de contact des bornes externes doivent être constituées de matériaux conducteurs, avec une bonne résistance mécanique et une bonne résistance à la corrosion. Les contacts des bornes doivent être disposés de façon à minimiser le risque de courts-circuits.

NOTE Exception: Les blocs-batteries avec connecteurs extérieurs à détrompeur conçus pour être connectés à des produits finaux spécifiques n'ont pas besoin d'être marqués avec des marquages de polarité si la conception du connecteur extérieur empêche les connexions avec inversion de polarité.

5.6 Assemblage des éléments dans les batteries

5.6.1 Généralités

Si plusieurs batteries sont logées dans un unique boîtier de batteries, les éléments utilisés dans l'assemblage des batteries doivent avoir des capacités bien appariées, avoir la même conception, appartenir au même système électrochimique et provenir du même fabricant. Chaque batterie doit avoir une commande et une protection indépendantes. Les fabricants d'éléments doivent émettre des recommandations concernant les limites de courant, de tension et de température, de façon à ce que le fabricant/concepteur de la batterie puisse assurer une conception et un assemblage convenables. Les batteries conçues pour la décharge sélective d'une partie de leurs éléments connectés en série doivent être munies de circuits séparés permettant d'éviter l'inversion des éléments provoquée par des décharges inégales. Il convient d'ajouter, si nécessaire, des composants aux circuits de protection et de tenir compte de l'application du dispositif final. Lors de l'essai d'une batterie, le fabricant de la batterie doit fournir un compte-rendu d'essai confirmant la conformité à la présente norme. La conformité doit être contrôlée par une inspection.

5.6.2 Recommandations de conception pour les systèmes au lithium seulement

Il convient que la tension de chaque élément ou de chaque bloc d'éléments constitué de plusieurs éléments connectés en parallèle ne dépasse pas la limite supérieure de la tension de charge spécifiée dans le Tableau 4, sauf dans le cas où les dispositifs électroniques portatifs ou analogue possèdent une fonction équivalente.

Il convient de tenir compte de ce qui suit au niveau du bloc de batteries et par le concepteur du dispositif:

- dans le cas d'une batterie constituée d'un élément individuel ou d'un bloc individuel d'éléments, il est recommandé que la tension de charge de l'élément ne dépasse pas la limite supérieure de la tension de charge spécifiée dans le Tableau 4;
- dans le cas d'une batterie constituée de plusieurs éléments individuels connectés en série ou de plusieurs blocs d'éléments connectés en série, il est recommandé que les tensions de l'un quelconque des éléments individuels ou des blocs individuels d'éléments ne dépassent pas la limite supérieure de la tension de charge spécifiée dans le Tableau 4, en surveillant la tension de chaque élément individuel ou de chaque bloc individuel d'éléments;
- dans le cas de la batterie constituée de plusieurs éléments individuels connectés en série ou de plusieurs blocs d'éléments connectés en série, il est recommandé d'arrêter la charge en cas de dépassement de la limite supérieure de la tension de charge sur l'un quelconque des éléments individuels ou des blocs individuels d'éléments, en mesurant la tension de chaque élément ou de chaque bloc d'éléments.

5.7 Plan qualité

Le fabricant doit préparer et mettre en œuvre un plan qualité qui définit les procédures de contrôle des matériaux, des composants, des éléments et des batteries et qui couvre le processus entier de production de chaque type d'accumulateur. Il convient que les fabricants

comprennent leurs capacités de traitement et il convient qu'ils mettent en place les contrôles de processus nécessaires concernant la sécurité des produits.

6 Conditions des essais d'homologation

Les essais sont effectués, avec le nombre d'éléments ou de batteries spécifié dans le Tableau 1, pour les systèmes au nickel-cadmium et nickel-métal hydrure et dans le Tableau 2 pour les systèmes au lithium, en utilisant des éléments ou des batteries fabriqués depuis moins de six mois. Sauf spécification contraire, les essais sont effectués à une température ambiante de $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$.

NOTE Les conditions d'essai s'appliquent seulement aux essais d'homologation et n'impliquent pas que l'utilisation prévue comprenne un fonctionnement dans ces conditions. De la même façon, la limite des six mois est introduite dans un souci de cohérence et n'implique pas que la sûreté de la batterie soit réduite après six mois.

Tableau 1 – Taille des échantillons pour essais d'homologation (systèmes au nickel)

| Essai | Élément | Batterie |
|----------------------------------------|------------------------------------------|----------------|
| 7.2.1 Charge à faible régime | 5 | – |
| 7.2.2 Vibration | 5 | 5 |
| 7.2.3 Contrainte de moulage du boîtier | – | 3 |
| 7.2.4 Cycles de températures | 5 | 5 |
| 7.3.1 Installation incorrecte | 5 ensembles de 4 | – |
| 7.3.2 Court-circuit externe | 5 /Température | 5 /Température |
| 7.3.3 Chute libre | 3 | 3 |
| 7.3.4 Choc mécanique | 5 | 5 |
| 7.3.5 Température abusive | 5 | – |
| 7.3.6 Écrasement | 5 (10 pour éléments parallélépipédiques) | – |
| 7.3.7 Basse pression | 3 | – |
| 7.3.8 Surcharge | 5 | 5 |
| 7.3.9 Décharge forcée | 5 | – |

Tableau 2 – Taille des échantillons pour essais d'homologation (systèmes au lithium)

| Essai | Élément | Batterie |
|------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------|
| 8.1.2 Charge (Procédure n°2) | 5/Temp/Condition | 5/Temp/Condition |
| 8.2.1 Charge continue | 5 | - |
| 8.2.2 Contrainte de moulage du boîtier | - | 3 |
| 8.3.1 Court-circuit externe | 5/Temp | - |
| 8.3.2 Court-circuit externe | – | 5/Temp |
| 8.3.3 Chute libre | 3 | 3 |
| 8.3.4 Température abusive | 5/Temp | - |
| 8.3.5 Écrasement | 5/Temp | - |
| 8.3.6 Surcharge | - | 5 |
| 8.3.7 Décharge forcée | 5 | - |
| 8.3.8 Transport | (20) | - |
| 8.3.9 Court-circuit interne forcé ^a | 10 | - |
| ^a Essais spécifiques à certains pays: ne s'applique que dans les pays nommés. | | |

7 Exigences spécifiques et essais (systèmes au nickel)

7.1 Procédure de charge pour les besoins des essais

Sauf spécification contraire de la présente norme, la charge précédant les différents essais de décharge prévus est effectuée à une température ambiante de $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$, en utilisant la méthode déclarée par le fabricant.

Avant la charge, les éléments doivent être déchargés à $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$, à un courant constant de $0,2 I_t$ A, jusqu'à une tension finale spécifiée.

Mise en garde: CES ESSAIS UTILISENT DES MÉTHODES QUI PEUVENT CONDUIRE À DES NUISANCES SI DES PRÉCAUTIONS ADAPTÉES NE SONT PAS PRISES. IL CONVIENT QUE LES ESSAIS NE SOIENT RÉALISÉS QUE PAR DES TECHNICIENS EXPÉRIMENTÉS ET QUALIFIÉS, UTILISANT UNE PROTECTION ADAPTÉE. POUR ÉVITER LES BRÛLURES, IL CONVIENT DE PRENDRE DES PRÉCAUTIONS CAR LES BOÎTIERS DE CES ÉLÉMENTS OU DE CES BATTERIES PEUVENT DÉPASSER 75 °C DU FAIT DE L'ESSAI.

7.2 Utilisation normale

7.2.1 Charge continue à faible régime (éléments)

a) Exigence

Une charge continue à faible régime ne doit provoquer ni feu ni explosion.

b) Essai

Les éléments complètement chargés sont soumis pendant 28 jours à une charge spécifiée par le fabricant.

c) Critères d'acceptation

Pas de feu, pas d'explosion.

7.2.2 Vibration

a) Exigences

Les vibrations rencontrées en cours de transport ne doivent provoquer ni fuite, ni feu, ni explosion.

b) Essai

Les éléments ou batteries complètement chargés sont soumis aux essais de vibrations dans les conditions d'essai suivantes et selon la séquence du Tableau 3. Un mouvement harmonique simple est appliqué aux éléments ou aux batteries avec une amplitude de 0,76 mm, et une excursion maximale totale de 1,52 mm. La fréquence est soumise à une variation au rythme de 1 Hz/min dans les limites de 10 Hz à 55 Hz. La plage entière de fréquences (10 Hz à 55 Hz) et retour (55 Hz à 10 Hz), est balayée en $90\text{ min} \pm 5\text{ min}$ pour chaque position de montage (sens des vibrations). Les vibrations sont appliquées dans chacune des trois directions mutuellement perpendiculaires, selon la séquence spécifiée ci-dessous.

Étape 1: Vérifier que la tension mesurée est caractéristique du produit chargé à l'essai.

Étapes 2 à 4: Appliquer les vibrations conformément au Tableau 3.

Étape 5: Laisser reposer l'élément pendant 1 h, puis procéder à un examen visuel.

c) Critères d'acceptation

Pas de feu, pas d'explosion, pas de fuite.

Tableau 3 – Conditions des essais de vibrations

| Étape | Temps de repos h | Temps de vibration min | Examen visuel |
|-------|---------------------|---------------------------|---------------|
| 1 | – | – | Avant essai |
| 2 | – | 90 ± 5 | – |
| 3 | – | 90 ± 5 | – |
| 4 | – | 90 ± 5 | – |
| 5 | 1 | – | Après essai |

7.2.3 Contrainte de moulage du boîtier à température ambiante élevée (batteries)

a) Exigence

Les constituants internes des batteries ne doivent pas être exposés en cours d'utilisation à haute température.

b) Essai

Les batteries complètement chargées sont exposées à une température modérément élevée pour évaluer l'intégrité du boîtier. La batterie est disposée dans une étuve à circulation d'air à une température de $70\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$. Les batteries restent dans l'étuve pendant 7 h, elles sont ensuite retirées pour revenir à la température ambiante.

c) Critères d'acceptation

Pas de déformations physiques du boîtier de la batterie entraînant une exposition des constituants internes.

7.2.4 Cycles de températures

a) Exigences

L'exposition répétée à des températures hautes et basses ne doit causer ni feu ni explosion.

b) Essai selon la procédure suivante et le profil représenté à la Figure 1.

Les éléments ou les batteries complètement chargés sont soumis aux cycles de température, (-20 °C , $+75\text{ °C}$), dans des enceintes à tirage forcé, selon la procédure qui suit.

Étape 1: Placer les éléments ou batteries à une température ambiante de $75\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ pendant 4 h.

Étape 2: Faire passer la température ambiante à $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ dans un intervalle de 30 min et maintenir les échantillons à cette température pendant un minimum de 2 h.

Étape 3: Faire passer la température ambiante à $-20\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ dans un intervalle de 30 min et maintenir les échantillons à cette température pendant 4 h.

Étape 4: Faire passer la température ambiante à $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ dans un intervalle de 30 min et maintenir les échantillons à cette température pendant un minimum de 2 h.

Étape 5: Répéter les étapes 1 à 4 pendant quatre cycles supplémentaires.

Étape 6: Après le cinquième cycle, stocker les éléments ou les batteries et les contrôler après une période de repos d'au moins 24 h.

NOTE Cet essai peut être réalisé dans une enceinte unique dont on change la température ou dans trois enceintes séparées à trois températures d'essai différentes.

c) Critères d'acceptation

Pas de feu, pas d'explosion, pas de fuite.

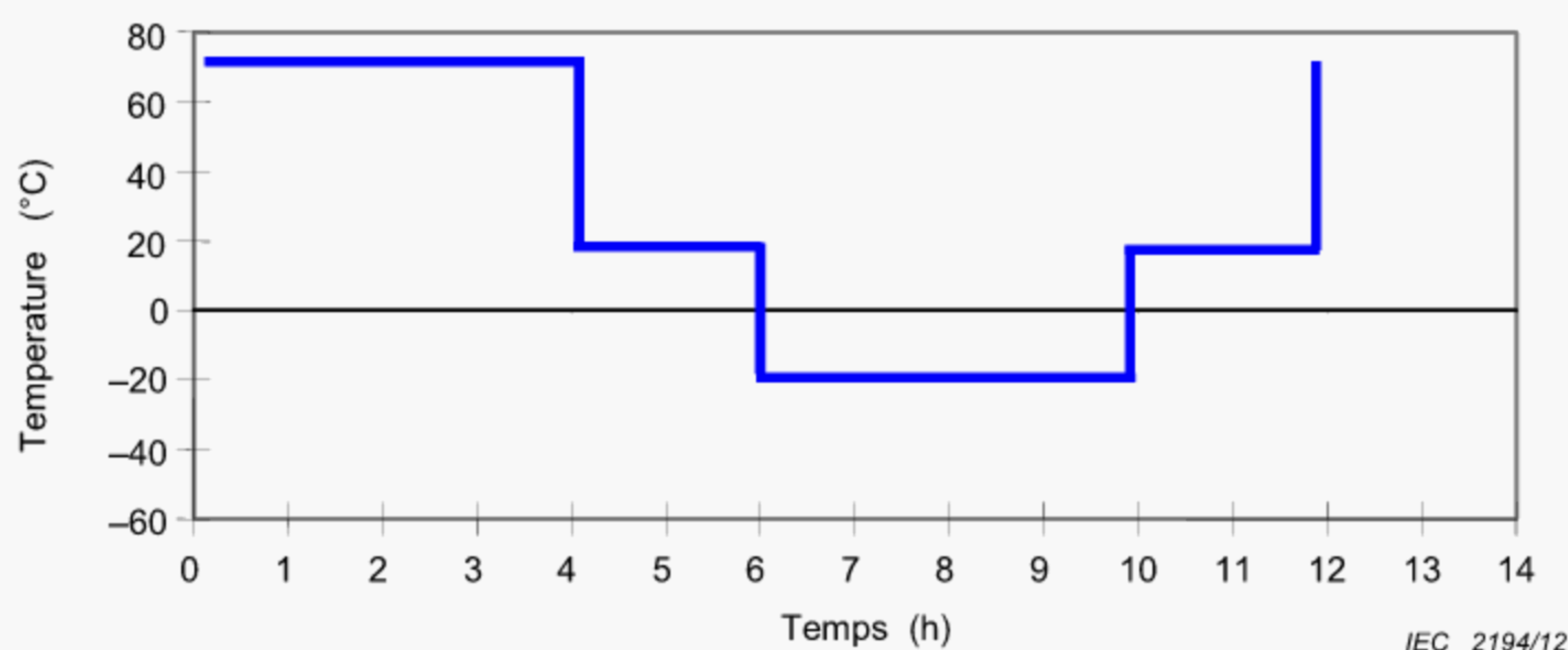


Figure 1 – Profil de température pour 7.2.4 – Essai de cycle de température

7.3 Utilisation abusive raisonnablement prévisible

7.3.1 Installation incorrecte (éléments)

a) Exigences

Le montage incorrect d'un seul élément d'accumulateur dans une application à plusieurs éléments ne doit causer ni feu ni explosion.

b) Essai

Les éléments complètement chargés sont évalués lorsque l'un d'entre eux est installé incorrectement. Quatre éléments complètement chargés, de même marque, de même type, taille et âge sont connectés en série avec l'un des quatre éléments montés à l'envers. L'assemblage résultant est connecté à une résistance de $1\ \Omega$ jusqu'à l'ouverture du système d'évacuation des gaz ou jusqu'à ce que la température de l'élément monté à l'envers corresponde à nouveau à la température ambiante. En variante, une alimentation stabilisée en courant continu peut être utilisée pour simuler les conditions imposées à l'élément inversé.

c) Critères d'acceptation

Pas de feu, pas d'explosion.

7.3.2 Court-circuit externe

a) Exigences

La mise en court-circuit des bornes négative et positive ne doit provoquer ni feu ni explosion.

b) Essai

Deux ensembles d'éléments ou de batteries complètement chargés sont stockés respectivement à une température ambiante de $20\ ^\circ\text{C} \pm 5\ ^\circ\text{C}$ et de $55\ ^\circ\text{C} \pm 5\ ^\circ\text{C}$. Chaque élément ou batterie est ensuite mis en court-circuit en reliant les bornes positive et négative avec une résistance externe totale de $80\ \text{m}\Omega \pm 20\ \text{m}\Omega$. Les éléments ou batteries restent en essai pendant 24 h ou bien jusqu'à ce que la température du boîtier s'abaisse de 20 % de la température maximale atteinte, selon ce qui se produit d'abord.

c) Critères d'acceptation

Pas de feu, pas d'explosion.

7.3.3 Chute libre

a) Exigences

La chute d'un élément ou d'une batterie (du haut d'un banc, par exemple) ne doit provoquer ni feu ni explosion.

b) Essai

On fait tomber trois fois chaque élément ou batterie complètement chargé d'une hauteur de 1,0 m sur un sol en béton. La chute des éléments ou des batteries est réalisée de manière à obtenir des impacts selon des orientations aléatoires. Après l'essai, l'échantillon doit être mis au repos au minimum pendant une heure et une inspection visuelle doit ensuite être effectuée.

c) Critères d'acceptation

Pas de feu, pas d'explosion.

7.3.4 Choc mécanique (danger de collision)

a) Exigences

Les chocs subis lors de la manipulation ou du transport ne doivent causer ni feu, ni explosion, ni fuite.

b) Essai

L'élément ou batterie complètement chargé(e) est fixé à la machine d'essai au moyen d'un montage rigide qui supporte toutes les surfaces de montage de l'élément ou de la batterie. L'élément ou la batterie est soumis, au total, à trois chocs d'égale amplitude. Les chocs sont appliqués dans chacune des trois directions mutuellement perpendiculaires. Au moins l'une d'entre elles doit être perpendiculaire à une face plate.

Pour chacun des chocs, l'élément ou la batterie est accéléré de telle manière que l'accélération moyenne minimale au cours des trois premières millisecondes soit de $75 g_n$, et que l'accélération de crête soit comprise entre $125 g_n$ et $175 g_n$. Les éléments ou les batteries sont essayés à une température ambiante de $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$. Après l'essai, l'échantillon doit être mis au repos pendant au minimum une heure et une inspection visuelle doit ensuite être effectuée.

c) Critères d'acceptation

Pas de feu, pas d'explosion, pas de fuite.

7.3.5 Utilisation à température abusive (éléments)

a) Exigences

Une température extrêmement élevée ne doit causer ni feu ni explosion.

b) Essai

Chaque élément complètement chargé, stabilisé à la température ambiante, est placé dans une étuve à convection à circulation d'air ou par gravité. La température de l'étuve est augmentée à un rythme de $5\text{ °C/min} \pm 2\text{ °C/min}$ pour atteindre $130\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$. L'élément reste à cette température pendant 10 min avant l'arrêt de l'essai.

c) Critères d'acceptation

Pas de feu, pas d'explosion.

7.3.6 Écrasement d'éléments

a) Exigences

L'écrasement violent d'un élément (par exemple durant la destruction dans un broyeur de déchets) ne doit causer ni feu ni explosion.

b) Essai

Chaque élément complètement chargé est écrasé entre deux surfaces planes. La force d'écrasement est appliquée au moyen d'un pilon hydraulique exerçant une force de $13\text{ kN} \pm 1\text{ kN}$. L'écrasement est réalisé de manière à conduire au résultat le plus défavorable. Une fois la force maximale appliquée ou l'obtention d'une chute brutale de tension du tiers de la tension d'origine, la force est relâchée.

Un élément cylindrique ou parallélépipédique est écrasé avec son axe longitudinal parallèle aux surfaces planes de l'appareil d'écrasement. Pour soumettre à l'essai à la fois les côtés larges et étroits des éléments parallélépipédiques, un second jeu d'éléments est soumis à l'essai, après leur avoir fait subir une rotation de 90° autour de leur axe longitudinal par comparaison avec les éléments du premier jeu.

c) Critères d'acceptation

Pas de feu, pas d'explosion.

7.3.7 Basse pression (éléments)

a) Exigences

La basse pression (par exemple, au cours du transport dans la soute d'un avion cargo) ne doit causer ni feu ni explosion.

b) Essai

Chaque élément complètement chargé est placé dans une enceinte à vide, à une température ambiante de $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$. Une fois l'enceinte fermée, on diminue progressivement sa pression interne jusqu'à atteindre une pression égale ou inférieure à 11,6 kPa maintenue à cette valeur pendant 6 h (ce qui simule une altitude de 15 240 m).

c) Critères d'acceptation

Pas de feu, pas d'explosion, pas de fuite.

7.3.8 Surcharge

a) Exigences

La charge pendant des périodes plus longues et à un régime supérieur à ceux spécifiés par le fabricant ne doit causer ni feu ni explosion.

b) Essai

Un élément ou une batterie déchargé est soumis à une charge à un régime élevé, égale à 2,5 fois au courant de charge recommandé, pendant une durée qui produit une charge de 250 % (250 % de la capacité assignée).

c) Critères d'acceptation

Pas de feu, pas d'explosion.

7.3.9 Décharge forcée (éléments)

a) Exigences

Un élément dans une application à plusieurs éléments doit résister à une inversion de polarité sans causer de feu ni d'explosion.

b) Essai

Un élément déchargé est soumis à une charge inverse à un régime de $1 I_t$ A pendant 90 min.

c) Critères d'acceptation

Pas de feu, pas d'explosion.

8 Exigences spécifiques et essais (systèmes au lithium)

8.1 Procédures de charge pour les besoins des essais

8.1.1 Première procédure

(Cette procédure de charge s'applique aux paragraphes autres que ceux spécifiés en 8.1.2)

Sauf spécification contraire de la présente norme, la charge précédant les différents essais de décharge prévus est effectuée à une température ambiante de $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$, en utilisant la méthode déclarée par le fabricant.

Avant la charge, les éléments doivent être déchargés à $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$, à un courant constant de $0,2 I_t$ A, jusqu'à une tension finale spécifiée.

8.1.2 Deuxième procédure

(Cette procédure de charge s'applique uniquement à 8.3.1, 8.3.2, 8.3.4, 8.3.5 et 8.3.9)

Après stabilisation pendant 1 à 4 heures respectivement à la température ambiante de la température d'essai la plus haute et de la température d'essai la plus basse, comme spécifié dans le Tableau 4 (actuellement pour l'oxyde de lithium et de cobalt), les éléments sont chargés en utilisant la tension de charge limite supérieure et le courant de charge maximum jusqu'à ce que le courant de charge ait diminué jusqu'à $0,05 I_t$ A en utilisant une méthode de charge à tension constante.

Tableau 4 – Condition de la procédure de charge

| Tension de charge limite supérieure | Courant de charge maximum | Limite supérieure de la température de charge | Limite inférieure de la température de charge |
|-------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| 4,25 V/élément | Spécifié par le fabricant des éléments | 45 °C | 10 °C |

Si la limite supérieure et/ou la limite inférieure de la température de charge, spécifiées pour l'élément dépasse la limite supérieure et/ou inférieure des températures d'essai du Tableau 4, l'élément doit être chargé et le cas échéant essayé, aux valeurs spécifiées plus 5 °C pour la limite supérieure et moins 5 °C pour la limite inférieure. Les éléments doivent satisfaire aux critères de 8.3.1, 8.3.2, 8.3.4, 8.3.5, et 8.3.9. Une justification valide doit également être fournie concernant la façon dont la sécurité des éléments est assurée. (Voir Figure A.1).

NOTE 1 Dans le cas d'une tension de charge limite supérieure différente (c'est-à-dire, différente de celle des systèmes à oxyde de lithium et de cobalt à 4,25 V), il peut s'avérer approprié de régler la tension de charge limite supérieure et les températures de charge limite supérieures de manière à satisfaire aux critères de 8.3.1, 8.3.2, 8.3.4, 8.3.5, et 8.3.9 et avoir une justification valide pour garantir la sécurité de l'élément. (Voir Figure A.1).

NOTE 2 De nouveaux systèmes chimiques seront incorporés dans cette norme quand de nouvelles données seront disponibles.

Mise en garde: CES ESSAIS UTILISENT DES MÉTHODES QUI PEUVENT CONDUIRE À DES NUISANCES SI DES PRÉCAUTIONS ADAPTÉES NE SONT PAS PRISES. IL CONVIENT QUE LES ESSAIS NE SOIENT RÉALISÉS QUE PAR DES TECHNICIENS EXPÉRIMENTÉS ET QUALIFIÉS, UTILISANT UNE PROTECTION ADAPTÉE. POUR ÉVITER LES BRÛLURES, IL CONVIENT DE PRENDRE DES PRÉCAUTIONS CAR LES BOÎTIERS DE CES ÉLÉMENTS OU DE CES BATTERIES PEUVENT DÉPASSER 75 °C DU FAIT DE L'ESSAI.

8.2 Utilisation normale

8.2.1 Charge continue à tension constante (éléments)

a) Exigence

Une charge continue à tension constante ne doit provoquer ni feu ni explosion.

b) Essai

Les éléments complètement chargés sont soumis pendant 7 jours à une charge spécifiée par le fabricant.

c) Critères d'acceptation

Pas de feu, pas d'explosion, pas de fuite

8.2.2 Contrainte de moulage du boîtier à température ambiante élevée (batterie)

a) Exigence

Les constituants internes des batteries ne doivent pas être exposés en cours d'utilisation à haute température.

b) Essai

Les batteries complètement chargées selon la première procédure du 8.1.1 sont exposées à une température modérément élevée pour évaluer l'intégrité du boîtier. La batterie est disposée dans une étuve à circulation d'air à une température de $70\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$. Les batteries restent dans l'étuve pendant 7 h; elles sont ensuite retirées pour revenir à la température ambiante.

c) Critères d'acceptation

Pas de déformations physiques du boîtier de la batterie entraînant l'exposition des constituants internes.

8.3 Utilisation abusive raisonnablement prévisible

8.3.1 Court-circuit externe (élément)

a) Exigences

La mise en court-circuit des bornes négative et positive de l'élément, à température ambiante, ne doit provoquer ni feu ni explosion.

b) Essai

Charger complètement chaque élément selon la seconde procédure du 8.1.2. L'élément est mis en court-circuit en reliant les bornes positive et négative avec une résistance externe totale de $80\text{ m}\Omega \pm 20\text{ m}\Omega$. L'élément reste en essai pendant 24 h ou bien jusqu'à ce que la température de la surface s'abaisse de 20 % de la température maximale atteinte.

c) Critères d'acceptation

Pas de feu, pas d'explosion.

8.3.2 Court-circuit externe (batterie)

a) Exigences

La mise en court-circuit des bornes négative et positive du bloc-batteries ne doit provoquer ni feu ni explosion.

b) Essai

Chaque batterie complètement chargée selon la seconde procédure du 8.1.2 est stockée à une température ambiante de $55\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$. Le bloc-batteries est ensuite mis en court-circuit en reliant les bornes positive et négative avec une résistance externe totale de $80\text{ m}\Omega \pm 20\text{ m}\Omega$. Le bloc-batteries reste en essai pendant 24 h ou bien jusqu'à ce que la température du boîtier s'abaisse de 20 % de la température maximale atteinte. Toutefois en cas d'abaissement rapide du courant de court-circuit, il convient que le bloc-batteries reste en essai pendant une heure de plus après que le courant ait atteint un état stable en régime permanent. Ceci est caractéristique d'un état où la tension par élément (pour les éléments connectés en série uniquement) de la batterie soit en dessous de 0,8 V et s'abaisse de moins de 0,1 V au cours d'une période de 30 min.

c) Critères d'acceptation

Pas de feu, pas d'explosion.

8.3.3 Chute libre

a) Exigences

La chute d'un élément ou d'une batterie (du haut d'un banc, par exemple) ne doit provoquer ni feu ni explosion.

b) Essai

Un essai de chute libre est effectué à une température ambiante de $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$, en utilisant des batteries chargées jusqu'à un état complètement chargé, conformément à la première procédure du 8.1.1. On fait tomber trois fois chaque élément ou batterie complètement chargé d'une hauteur de 1,0 m sur un sol en béton. La chute des éléments ou des batteries est réalisée de manière à obtenir des impacts selon des orientations aléatoires. Après l'essai, l'élément ou la batterie doit être mis(e) au repos pendant une heure au minimum et une inspection visuelle doit ensuite être effectuée.

c) Critères d'acceptation

Pas de feu, pas d'explosion.

8.3.4 Utilisation à température abusive (éléments)

a) Exigences

Une température extrêmement élevée ne doit causer ni feu ni explosion.

b) Essai

Chaque élément complètement chargé selon la seconde procédure du 8.1.2, est placé dans une étuve à convection à circulation d'air ou par gravité. On augmente la température de l'étuve à un rythme de $5\text{ °C/min} \pm 2\text{ °C/min}$ pour atteindre $130\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$. L'échantillon reste à cette température pendant 10 min (30 min pour les gros éléments) avant l'arrêt de l'essai.

c) Critères d'acceptation

Pas de feu, pas d'explosion.

8.3.5 Écrasement (éléments)

a) Exigences

Un écrasement important d'un élément ne doit provoquer ni feu ni explosion.

b) Essai

Chaque élément complètement chargé, chargé selon la seconde procédure, à la température de charge limite supérieure du 8.1.2, est immédiatement transféré et écrasé entre deux surfaces planes à la température ambiante. La force d'écrasement est appliquée au moyen d'un pilon hydraulique exerçant une force de $13\text{ kN} \pm 1\text{ kN}$. L'écrasement est réalisé de manière à conduire au résultat le plus défavorable. Dès que la force maximale a été appliquée ou qu'une chute de tension brutale du tiers de la tension d'origine a été obtenue ou qu'une déformation de 10 %, par rapport à la dimension initiale s'est produite, la force est relâchée (c'est la condition qui apparaît en premier, quelle qu'elle soit, qui indique qu'il convient de relâcher la force).

Un élément cylindrique ou parallélépipédique est écrasé avec son axe longitudinal parallèle aux surfaces planes de l'appareil d'écrasement. Essayer uniquement la face large des éléments parallélépipédiques

c) Critères d'acceptation

Pas de feu, pas d'explosion.

8.3.6 Surcharge d'une batterie

a) Exigences

La charge pendant des périodes plus longues que celles spécifiées par le fabricant ne doit causer ni feu ni explosion.

b) Essai

L'essai doit être effectué à une température ambiante de $+20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$. Chaque batterie d'essai doit être déchargée à un courant constant de $0,2 I_t\text{ A}$, jusqu'à une tension finale spécifiée par le fabricant. Les batteries échantillons doivent ensuite être chargées à un courant constant de $2,0 I_t\text{ A}$ en utilisant une alimentation stabilisée (qui ne doit pas dépasser la tension maximale fournie par le chargeur recommandé, – si cette valeur n'est pas connue, elle doit être de 5,0 V par élément) suffisante pour maintenir ce courant de $2,0 I_t\text{ A}$ pendant toute la durée de l'essai ou jusqu'à ce que la tension d'alimentation soit atteinte. Un thermocouple doit être fixé à chaque batterie d'essai. La température des blocs-batteries doit être mesurée sur le boîtier du bloc-batteries. L'essai doit se poursuivre jusqu'à ce que la température du boîtier extérieur atteigne des conditions stabilisées (moins de 10 °C de variation par période de 30 min) ou revienne à la température ambiante.

c) Critères d'acceptation

Pas de feu, pas d'explosion.

8.3.7 Décharge forcée (éléments)

a) Exigences

Un élément dans une application à plusieurs éléments doit résister à une inversion de polarité sans causer de feu ni d'explosion.

b) Essai

Un élément déchargé est soumis à une charge inverse à un régime de $1 I_t$ A pendant 90 min.

c) Critères d'acceptation

Pas de feu, pas d'explosion.

8.3.8 Essais de transport

Les réglementations concernant le transport international des batteries lithium-ion sont basées sur les recommandations des Nations unies concernant le Transport des marchandises dangereuses. Des exigences d'essai sont définies dans le manuel des Essais et Critères des Nations unies. La réglementation étant susceptible de changer, il convient de consulter les éditions les plus récentes. En référence, les essais de transport sont également indiqués dans la CEI 62281. Une documentation du fabricant peut être fournie pour démontrer la conformité.

8.3.9 Évaluation de la conception – Court-circuit interne forcé (éléments)

a) Exigences

L'essai de court-circuit interne forcé pour les éléments cylindriques et les éléments parallélépipédiques ne doit pas provoquer de feu. Les fabricants d'éléments doivent conserver un état pour satisfaire aux exigences. Une nouvelle évaluation de la conception doit être réalisée par le fabricant d'éléments après avoir effectué l'essai lui-même ou dans un laboratoire extérieur.

Cet essai spécifique à un pays n'est applicable qu'en France, au Japon, en Corée, et en Suisse et n'est pas requis sur les éléments polymères.

b) Essai

L'essai de court-circuit interne forcé est effectué dans une enceinte à $+10\text{ °C}$ et $+45\text{ °C}$ (température ambiante interne de l'enceinte) selon la procédure suivante.

1) Nombre d'échantillons

Cet essai doit être effectué sur cinq éléments d'accumulateurs lithium-ion (rechargeables).

2) Procédure de charge

i) Charge et décharge de préparation

L'échantillon doit être chargé à $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ conformément aux recommandations du fabricant. L'échantillon est ensuite déchargé à $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ à un courant constant de $0,2 I_t$ A jusqu'à la tension finale spécifiée par le fabricant.

ii) Procédure de stockage

L'échantillon d'essai doit être stocké pendant 1 h à 4 h à la température ambiante, comme spécifiée dans le Tableau 5.

iii) Température ambiante

Tableau 5 – Température ambiante pour l'essai d'un élément ^a

| Essai | Essai à la température d'essai la plus basse | Essai à la température d'essai la plus haute |
|----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------|
| b.2.ii | 10 ± 2 °C | 45 ± 2 °C |
| b.2.iv | 10 ± 2 °C | 45 ± 2 °C |
| b.3.i.A | 5 ± 2 °C | 50 ± 2 °C |
| b.3.ii.A | 10 ± 5 °C | 45 ± 5 °C |
| ^a L'essai est réalisé en utilisant les conditions du Tableau 4. | | |

iv) Procédure de charge pour l'essai de court-circuit interne forcé

L'élément d'essai doit être chargé à une température ambiante comme spécifié dans le Tableau 5, à la tension limite supérieure de charge, au courant constant spécifié par le fabricant, poursuivre la charge à tension constante à la limite supérieure du courant de charge jusqu'à ce qu'il chute à 0,05 I_t A.

3) Presser le bobineau sur le mandrin d'enroulement avec une particule de nickel

Une étuve contrôlée en température et une presse spéciale sont nécessaires pour l'essai.

Les parties mobiles de la presse doivent se déplacer à vitesse constante et doivent pouvoir être arrêtées immédiatement lorsqu'un court-circuit est détecté.

i) Préparation pour l'essai

A La température de l'étuve est réglée comme spécifié dans le Tableau 5. Des indications concernant la préparation des échantillons sont fournies à l'Annexe A, Article A.5 et dans les Figure A.5 et Figure A.8. Placer le bobineau et la particule de nickel dans un sac en feuille d'aluminium et mettre dans l'étuve pendant 45 ± 15 min.

B Enlever le bobineau du sac étanche et fixer les prises de mesures de la tension et du thermocouple pour la température, à la surface du bobineau. Placer le bobineau dans le gabarit de montage pour localiser l'emplacement de la particule de nickel sous la presse.

Remarque: Pour empêcher l'évaporation de l'électrolyte, achever le travail dans les 10 min qui suivent le retrait du bobineau de l'étuve pour le conditionnement en température jusqu'à la fermeture de la porte de l'étuve où est placé l'équipement.

C Enlever la feuille isolante et fermer la porte de l'étuve.

ii) Court-circuit interne

A Confirmer que la température de surface du bobineau est comme définie dans le Tableau 5 et ensuite démarrer l'essai.

B La surface inférieure de la partie mobile de l'équipement de pressage est réalisée en caoutchouc nitrile ou acryle, placé sur le fût en acier inoxydable de 10 mm × 10 mm. Le détail des dispositifs de serrage de pression est décrit à la Figure 2. La surface inférieure du caoutchouc nitrile est destinée à l'essai des éléments cylindriques. Pour l'essai des éléments parallélépipédiques, 5 mm × 5 mm (épaisseur de 2 mm) d'acryle est disposé sur le caoutchouc nitrile. La monture est descendue à une vitesse de 0,1 mm/s en surveillant la tension de l'élément. Lorsqu'une chute de tension provoquée par le court-circuit interne est détectée, arrêter immédiatement la descente, maintenir le dispositif de serrage de pression dans cette position pendant 30 s et relâcher ensuite la pression. La tension est surveillée plus de 100 fois par seconde et si la tension a chuté de plus de 50 mV par rapport à la tension initiale, on définit qu'un court-circuit interne s'est produit. Si la pression atteint 800 N pour un élément cylindrique et 400 N pour un élément parallélépipédiques, arrêter immédiatement la descente et rester en position.

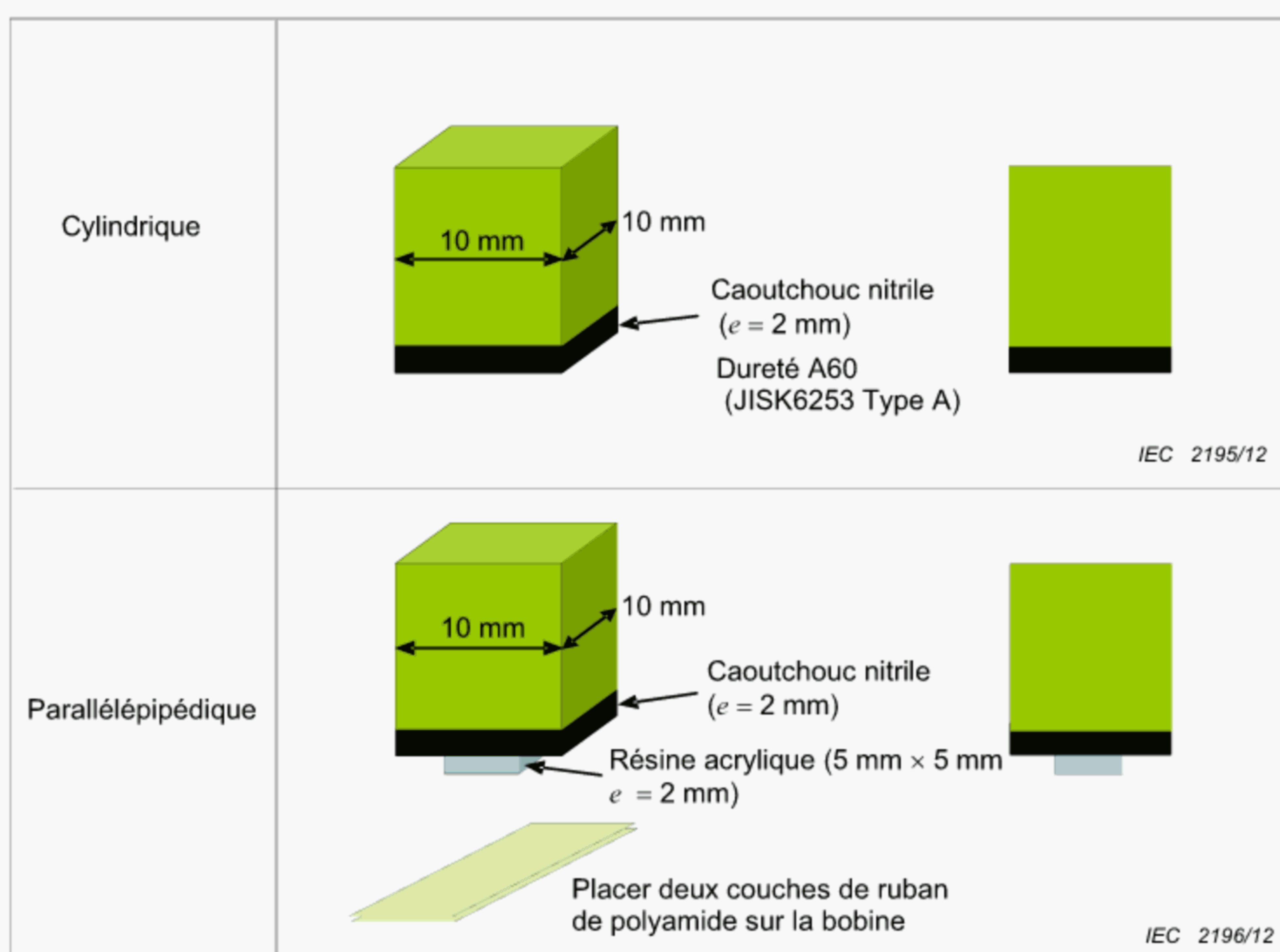


Figure 2 – Gabarit de serrage sous pression

c) Critères d'acceptation

Pas de feu. (Enregistrer la pression lorsqu'un court-circuit s'est produit s'il n'y a pas eu de feu.)

9 Information relative à la sécurité

L'utilisation, et en particulier l'utilisation abusive, des accumulateurs alcalins et des autres accumulateurs à électrolyte non acide portables étanches peuvent engendrer des dangers et provoquer des nuisances. Les fabricants d'accumulateurs doivent s'assurer que des informations sont fournies concernant les limites de courant, de tension et de température de leurs produits. Les fabricants d'accumulateurs doivent s'assurer que l'on fournit aux fabricants de matériels et, dans le cas de ventes directes, aux utilisateurs finals, l'information nécessaire pour réduire au minimum et atténuer ces dangers.

Il incombe aux fabricants de matériels d'informer les utilisateurs finals des dangers potentiels provenant de l'utilisation de matériels contenant des d'accumulateurs. Il convient que les fabricants d'équipements effectuent des analyses systèmes pour assurer qu'une conception de batterie particulière évite l'apparition de dangers pendant l'utilisation d'un produit. Il convient de fournir le cas échéant à l'utilisateur final toute information, permettant d'éviter un danger, qui résulte d'une analyse système.

Un guide relatif aux dangers éventuels est fourni dans la CEI/TR 62188 et des listes, non exhaustives, de bons conseils sont proposées pour information dans les Annexes B et C.

La conformité est vérifiée par examen des documents du fabricant.

10 Marquage

10.1 Marquage des éléments

Les éléments doivent être marqués comme spécifié dans les normes applicables suivantes relatives aux éléments: CEI 61951-1, CEI 61951-2 ou CEI 61960.

La conformité est vérifiée par inspection.

10.2 Marquage des batteries

Les batteries doivent être marquées selon les exigences relatives aux éléments à partir desquels elles sont assemblées. Les exigences relatives aux éléments sont spécifiées en 10.1. De plus, elles doivent porter une indication d'avertissement appropriée.

La conformité est vérifiée par inspection.

10.3 Autres informations

Les informations suivantes doivent être marquées sur la batterie ou fournies avec celle-ci:

- instructions pour le stockage et la mise au rebut;
- instructions de charge recommandées.

La conformité est vérifiée par examen des marquages et des documents du fabricant.

11 Emballage

Le but de l'emballage en vue du transport des accumulateurs est d'éviter les occasions de court-circuit, de dommages mécaniques et de pénétration possible d'humidité. La conception des emballages et le choix des matériaux utilisés pour les réaliser doivent permettre d'éviter l'établissement d'une conduction électrique involontaire, la corrosion des bornes et l'intrusion de contaminants de l'environnement.

Les accumulateurs lithium-ion sont réglementés par l'OACI (Organisation de l'Aviation Civile Internationale), l'ATAI (Association du Transport Aérien International), l'OMI (Organisation Maritime Internationale) et d'autres agences gouvernementales. Pour toute information complémentaire, voir la CEI 62281. Les accumulateurs nickel-métal hydrure sont réglementés par l'OMI.

Les accumulateurs nickel-cadmium et nickel-métal hydrure ne sont pas classés comme des marchandises dangereuses. Il existe toutefois des réglementations devant être satisfaites par exemple pour la protection contre les courts-circuits pendant le transport. Les accumulateurs nickel-métal hydrure sont classés marchandises dangereuses uniquement dans le cas du transport maritime.

Annexe A (normative)

Gamme de charge des accumulateurs lithium-ion pour un usage sûr

A.1 Généralités

Cette annexe complète les descriptions de la partie principale et des annexes. Elle constitue une partie de la présente norme.

A.2 Sécurité des accumulateurs lithium-ion

Pour assurer une utilisation sûre des batteries d'accumulateurs lithium-ion, les fabricants qui conçoivent et fabriquent les accumulateurs lithium-ion doivent observer strictement les exigences spécifiées dans la présente norme. Dans le cas d'une tension de charge limite supérieure différente (c'est-à-dire, différente de celle des systèmes à oxyde de lithium et de cobalt à 4,25 V), il peut s'avérer approprié de régler la limite supérieure de la tension de charge et les limites supérieures des températures de charge, de manière à satisfaire aux critères des essais.

A.3 Considérations concernant la tension de charge

A.3.1 Généralités

La tension de charge doit être appliquée aux accumulateurs de façon à favoriser la réaction chimique pendant la charge. Si toutefois la tension de charge est trop élevée, une réaction chimique excessive ou une réaction secondaire se produit et la batterie devient thermiquement instable. (Elle peut entrer en surchauffe et un emballement thermique peut se produire.) Il est donc de la plus haute importance que la tension de charge ne dépasse jamais la valeur spécifiée par le fabricant de la batterie. D'autre part, les fabricants de batteries doivent vérifier la sécurité des accumulateurs qui sont chargés à la tension de charge spécifiée.

A.3.2 Tension de charge limite supérieure

A.3.2.1 Généralités

Les accumulateurs lithium-ion utilisant de l'oxyde de lithium et de cobalt comme matière active positive et du carbone comme matière négative sont les plus largement utilisés. Dans ces batteries, la tension de charge limite supérieure, selon la définition du 8.1.2, est spécifiée en se fondant sur la valeur de 4,25 V pour l'élément lithium-ion, qui est une tension de charge limite supérieure admissible du point de vue de la sécurité. La Figure A.1 illustre la région de fonctionnement de base recommandée pour les batteries lithium-ion types utilisant de l'oxyde de lithium et de cobalt comme matière active positive et du carbone comme matière négative.

A.3.2.2 Explication du point de vue de la sécurité

Lorsqu'une batterie lithium-ion est chargée à une tension supérieure à la tension limite supérieure de charge, une quantité excessive d'ions lithium est désintercalée de la matière active de l'électrode positive et sa structure cristalline a tendance à s'affaïsser. Il devient en conséquence facile de produire de l'oxygène et du lithium métallique peut se déposer sur la surface du carbone qui est utilisé comme matière négative.

Dans ces conditions, lorsqu'un court-circuit interne se produit, un emballement thermique peut survenir plus facilement que lorsque ladite batterie est chargée dans les conditions spécifiées.

En conséquence, il convient de ne jamais charger un accumulateur lithium-ion à une tension supérieure à cette tension de charge limite supérieure recommandée. Un dispositif de protection approprié doit également être fourni en prévision d'une défaillance possible du contrôle de charge par le chargeur.

Pour un courant alternatif de plus de 50 kHz, ce qui suppose une ondulation, les indications ci-dessus ne sont pas applicables, car le lithium-ion dans la batterie n'y répond pas.

Schéma des plages de fonctionnement des éléments li-ion

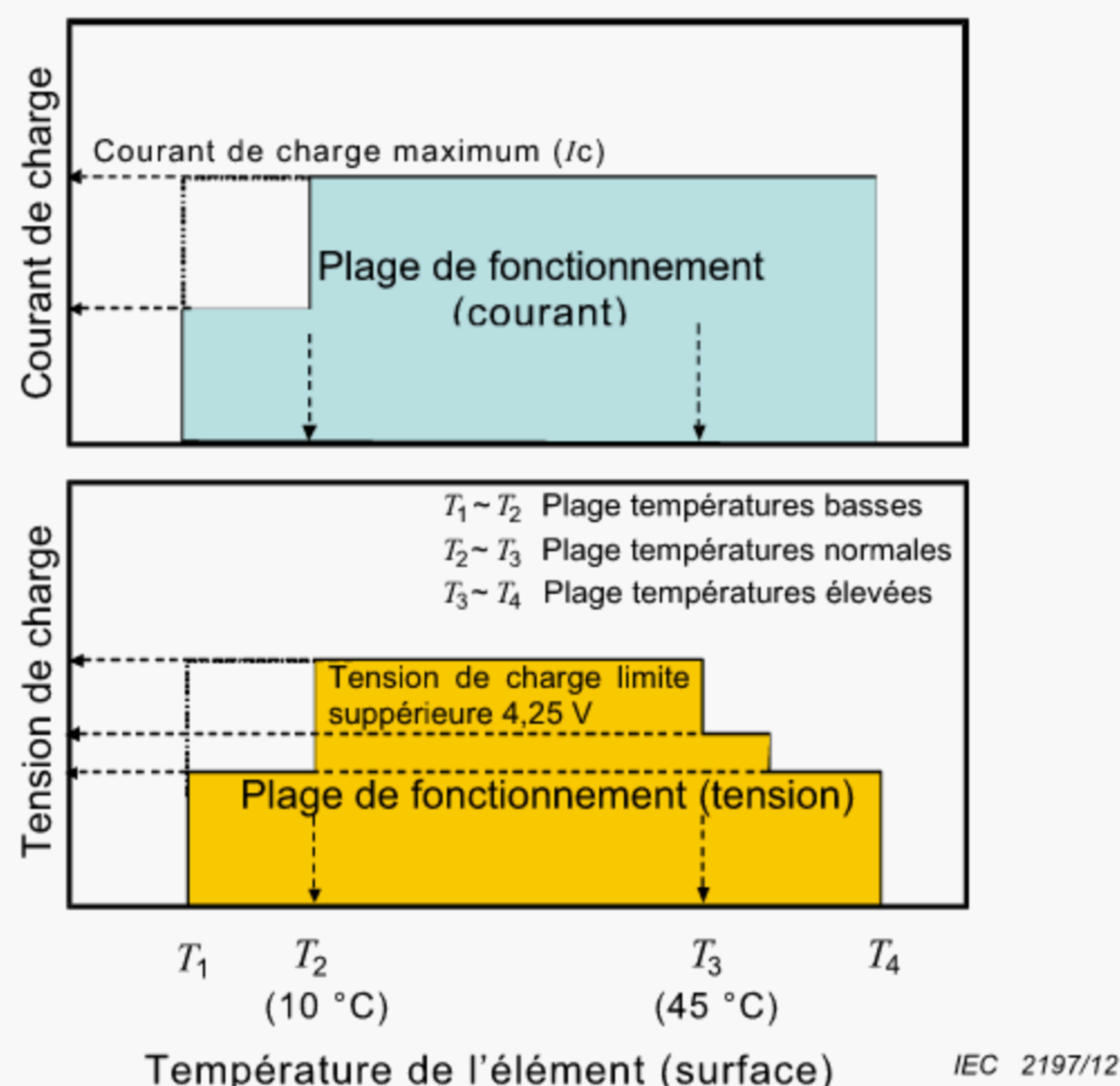


Figure A.1 – Région de fonctionnement type des éléments Li-ion avec cathode en oxyde de cobalt et anode en carbone

A.3.2.3 Exigences de sécurité lorsqu'une tension de charge limite supérieure différente est appliquée

Il est parfois nécessaire de devoir appliquer une tension de charge supérieure différente de 4,25 V pour un élément lithium-ion. Des exemples suivent:

- une matière active positive autre que de l'oxyde de lithium et de cobalt est utilisée;
- le rapport entre la capacité de l'électrode positive et celle de l'électrode négative est modifié du point de vue de la conception.

Lorsqu'une limite supérieure différente de la tension de charge, autre que 4,25 V doit être appliquée à des accumulateurs lithium-ion, les essais spécifiés en 8.2 à 8.3 doivent être effectués en utilisant des éléments qui sont chargés sous la tension de charge limite supérieure différente. D'autre part, les documents appropriés expliquant les raisons de la modification de la tension de charge limite supérieure doivent être conservés de façon à pouvoir utiliser ladite tension différente en tant que nouvelle tension de charge limite supérieure.

Des exemples de ces documents expliquant les raisons de la modification de la tension de charge limite supérieure sont les suivants:

- a) Résultats d'essai vérifiant que la stabilité de la structure cristalline de l'oxyde de lithium et de cobalt lorsque l'élément est chargé à une tension supérieure à 4,25 V est équivalente ou meilleure que lorsque l'élément est chargé à 4,25 V.

- b) Résultats d'essai vérifiant que l'acceptation du lithium dans la matière de l'électrode active négative lorsque l'élément est chargé à une tension supérieure à 4,25 V est équivalente ou meilleure que lorsque l'élément est chargé à 4,25 V.
- c) Résultats d'essai vérifiant que les éléments, chargés à la nouvelle tension de charge limite supérieure (supérieure à 4,25 V) sont soumis à essai au moyen des méthodes d'essai à la limite supérieure de la gamme de températures hautes et les exigences nécessaires sont satisfaites.
- d) Résultats d'essai vérifiant que les éléments, chargés à une tension inférieure à 4,25 V sont soumis à essai au moyen des méthodes d'essai à la limite supérieure de la gamme de températures hautes et les exigences nécessaires sont satisfaites.

A.4 Considérations relatives à la température et au courant de charge

A.4.1 Généralités

La charge produit une réaction chimique qui est influencée par la température. L'importance de la réaction secondaire ou l'état des produits de charge dépend de la température, même lorsqu'on utilise la même tension de charge limite supérieure et le même courant de charge.

Il est donc nécessaire que la tension de charge limite supérieure ou le courant de charge maximum ou les deux soient réduits à la fois dans la gamme de températures basses et dans la gamme de températures hautes. Ces conditions sont considérées comme étant plus sévères que la gamme de températures normales du point de vue de la sécurité.

La Figure A.1 montre la région de fonctionnement de base dans laquelle des batteries lithium-ion types utilisant de l'oxyde de lithium et de cobalt comme matière active positive et du carbone comme matière négative peuvent être chargées en toute sécurité.

A.4.2 Gamme de températures recommandée

A.4.2.1 Généralités

Dans la gamme de températures normales, les accumulateurs peuvent être chargés à la fois à la limite supérieure de la tension de charge et au courant de charge maximum spécifié du point de vue de la sécurité.

La limite supérieure de la température d'essai et la limite inférieure de la température d'essai sont respectivement spécifiées comme la plus haute limite et la plus basse limite de température normale. La gamme de températures recommandées des batteries lithium-ion types utilisant de l'oxyde de lithium et de cobalt comme matière active positive et du carbone comme matière négative est spécifiée de 10 °C à 45 °C.

A.4.2.2 Considérations de sécurité lorsqu'une gamme de températures recommandées différente est appliquée

Dans certains accumulateurs, une gamme de températures recommandées différente autre que de 10 °C à 45 °C est appliquée en raison de la différence de stabilité thermique de l'électrolyte et d'autres facteurs. Lorsqu'une nouvelle gamme de températures recommandées est appliquée, les essais spécifiés en 8.2 à 8.3 doivent être effectués en utilisant des éléments qui sont chargés à la température d'essai différente. D'autre part, les documents appropriés expliquant les raisons de la modification de la température d'essai doivent être conservés de façon à pouvoir utiliser la température différente.

Des exemples de ces documents, expliquant les raisons de la modification de la température d'essai sont les suivants:

- a) Résultats d'essai vérifiant que la stabilité de la structure cristalline de l'oxyde de lithium et de cobalt lorsque l'élément est chargé à la nouvelle limite supérieure de température

d'essai, supérieure à 45 °C (plus haute limite de la gamme de températures normales) est équivalente ou meilleure que lorsque l'élément est chargé à 45 °C.

- b) Résultats d'essai vérifiant que les éléments, chargés à la nouvelle limite supérieure de températures d'essai (supérieure à 45 °C + 5 °C) et utilisant la limite supérieure de la tension de charge, sont essayés au moyen des méthodes d'essai spécifiées en 8.2 à 8.3.
- c) Résultats d'essai vérifiant que l'acceptation du lithium dans la matière de l'électrode active négative lorsque l'élément est chargé à une nouvelle limite inférieure de températures d'essai, inférieure à 10 °C, est équivalente ou meilleure que lorsque l'élément est chargé à 10 °C.
- d) Résultats d'essai vérifiant que les éléments, chargés à la nouvelle limite inférieure de températures d'essai (inférieure à 10 °C - 5 °C) et utilisant la limite supérieure de la tension de charge, sont essayés au moyen des méthodes d'essai spécifiées en 8.2 à 8.3.

A.4.3 Gamme de températures hautes

A.4.3.1 Généralités

Dans la gamme de températures hautes, la température est supérieure à celle de la gamme des températures normales. Dans la gamme de températures hautes, la charge est autorisée en chargeant à une tension inférieure à la tension de charge limite supérieure qui est spécifiée pour la gamme de températures normales.

A.4.3.2 Explication du point de vue de la sécurité

Lorsque le lithium-ion est chargé à une température supérieure dans les mêmes conditions que dans la gamme de températures normales, une plus grande quantité de lithium est désintercalée par rapport à la matière active de l'électrode positive. Puisque l'augmentation de la quantité de lithium désintercalé conduit à une dégradation de la stabilité de la structure cristalline, la performance de sécurité de la batterie a tendance à diminuer.

D'autre part, la différence de température entre la gamme de températures hautes et celle à laquelle un emballement thermique se produit est relativement faible. En conséquence, en cas d'accident tel qu'un court-circuit interne, il est plus facile à la batterie d'atteindre ladite température.

En conséquence, les conditions de charge sont spécifiées différemment dans la gamme de températures hautes, comme suit.

- Lorsque la température de surface de l'élément lithium-ion est supérieure à la limite supérieure de la température d'essai, on applique une condition de charge différente, qui est spécifiée spécialement pour la gamme de températures hautes.
- Lorsque la température de surface de l'élément lithium-ion est supérieure à la limite supérieure de la gamme de températures hautes, ladite batterie ne doit jamais être chargée sous aucun courant de charge.

A.4.3.3 Considérations de sécurité lors de la spécification des conditions de charge dans la gamme de températures hautes

Les conditions de charge dans la gamme de températures hautes sont parfois spécifiées en se basant sur la stabilité thermique de l'électrolyte et d'autres facteurs. Lorsque les conditions de charge dans la gamme de températures hautes doivent être spécifiées, les éléments d'essai doivent être chargés dans ces conditions et soumis à essai par les méthodes d'essai spécifiées en 8.2 à 8.3.

A.4.3.4 Considérations de sécurité lors de la spécification de la nouvelle limite supérieure dans la gamme de températures hautes

Dans certains cas, une limite supérieure différente dans la gamme de températures hautes, autre que celle indiquée à la Figure A.1, est appliquée en raison de la différence de stabilité thermique de la matière active de l'électrode positive et d'autres facteurs. Lorsqu'une nouvelle

limite supérieure de la gamme de températures hautes doit être adoptée, les essais spécifiés en 8.2 à 8.3 doivent être effectués. D'autre part, les documents appropriés expliquant les raisons de la modification de la gamme de températures hautes doivent être conservés de façon à pouvoir utiliser une gamme de températures hautes différente.

Des exemples de ces documents, expliquant les raisons de la modification de la gamme de températures hautes sont les suivants:

- a) Résultats d'essai vérifiant que la stabilité de la structure cristalline de l'oxyde de lithium et de cobalt lorsque l'élément est chargé à la nouvelle limite supérieure de la gamme de températures hautes est équivalente ou meilleure que lorsque l'élément est chargé à la limite supérieure de la gamme de températures hautes actuelle.
- b) Résultats d'essai vérifiant que les éléments, chargés à la nouvelle limite supérieure de la gamme de températures hautes + 5 °C, essayés au moyen des méthodes d'essai spécifiées en 8.2 à 8.3 satisfont aux exigences.

A.4.4 Gamme de températures basses

A.4.4.1 Généralités

Dans la gamme de températures basses, la température est inférieure à celle de la gamme de températures normales. Dans la gamme de températures basses, la charge de la batterie est admise en modifiant la limite supérieure de la tension de charge ou le courant de charge maximum ou les deux, qui sont spécifiés pour la gamme de températures normales.

A.4.4.2 Explication du point de vue de la sécurité

Lorsqu'une batterie lithium-ion est chargée dans la gamme de températures basses, le régime de transfert de masse diminue et le régime d'insertion lithium-ion dans la matière active en carbone devient faible. En conséquence, du lithium métallique se dépose facilement sur la surface du carbone. Dans ces conditions, la batterie devient thermiquement instable et peut surchauffer et conduire à un emballement thermique.

D'autre part, dans la gamme de températures basses, l'acceptation du lithium-ion dépend fortement de la température. En conséquence, dans une batterie lithium-ion constituée de plusieurs éléments d'une connexion en série, l'acceptation du lithium-ion par ces éléments peut être différente en raison des différences de température. Dans ce cas, une sécurité suffisante ne peut pas être garantie.

En conséquence, les conditions de charge sont spécifiées différemment dans la gamme de températures basses, comme suit:

- Lorsque la température de surface des éléments lithium-ion est inférieure à la limite inférieure de la température d'essai, on applique des conditions de charge différentes, qui sont spécifiées spécialement pour la gamme de températures basses.
- Lorsque la température de surface des éléments lithium-ion est inférieure à la gamme de températures inférieures limitées, la batterie ne doit jamais être chargée sous aucun courant de charge.

A.4.4.3 Considérations de sécurité lors de la spécification des conditions de charge dans la gamme de températures basses

Les conditions de charge dans la gamme de températures basses sont parfois spécifiées en se fondant sur des facteurs de conception, par exemple l'acceptation du lithium dans la matière active de l'électrode négative. Lorsque les conditions de charge dans la gamme de températures basses doivent être spécifiées, les éléments d'essai doivent être chargés dans ces conditions et soumis à essai par les méthodes d'essai spécifiées en 8.2 à 8.3 et satisfaire aux exigences.

A.4.4.4 Considérations de sécurité lors de la spécification de la nouvelle limite inférieure dans la gamme de températures basses

Dans certains cas, une limite inférieure différente dans la gamme de températures basses autre que celle indiquée à la Figure A.1, est appliquée. Ceci peut être dû à la différence d'acceptation du lithium dans la matière active de l'électrode négative et à d'autres facteurs. Lorsqu'une nouvelle limite inférieure dans la gamme de températures basses doit être adoptée, les essais spécifiés en 8.2 à 8.3 doivent être effectués et les exigences satisfaites. D'autre part, les documents appropriés expliquant les raisons de la modification de la gamme de températures basses doivent être conservés.

Des exemples de ces documents, expliquant les raisons de la modification de la gamme de températures basses sont les suivants:

- a) Résultats d'essai vérifiant que l'acceptation du lithium dans la matière active de l'électrode négative lorsque l'élément est chargé à la nouvelle limite inférieure est équivalente ou meilleure que lorsque l'élément est chargé à la limite inférieure de la gamme de températures basses actuelle.
- b) Résultats d'essai vérifiant que les éléments, chargés à la nouvelle limite inférieure de gamme de températures - 5 °C, essayés au moyen des méthodes spécifiées en 8.2 à 8.3 satisfont aux exigences.

A.4.5 Domaine d'application de l'application du courant de charge

Le courant de charge, tel que spécifié dans ce qui précède, n'est pas appliqué à un courant alternatif de plus de 50 kHz ce qui suppose une ondulation et d'autres phénomènes, car les batteries lithium-ion ne réagissent pas à ces effets. (Les courants d'ondulation supérieurs à 50 kHz conviennent)

A.5 Préparation d'un échantillon

A.5.1 Généralités

Pour fournir plus d'informations concernant la préparation d'un échantillon pour l'essai 8.3.9, les détails supplémentaires suivants sont fournis.

A.5.2 Procédure d'insertion d'une particule de nickel pour créer un court-circuit interne

La procédure d'insertion est exécutée à $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ et à - 25 °C des points de rosée.

A.5.3 Démontage de l'élément chargé

Enlever le bobineau (ensemble électrode/séparateur, rouleau et bobine) de l'élément chargé. (Voir Figure A.5 et Figure A.8)

A.5.4 Forme de la particule de nickel

La forme de la particule de nickel doit être comme représenté à la Figure A.2.

Dimensions: Hauteur: 0,2 mm; Épaisseur: 0,1 mm; Forme en L (Angle: $90 \pm 10\text{ °}$): 1,0 mm pour chaque côté avec une tolérance de 5 %. Matière: plus de 99 % de nickel pur en fraction massique.

Dimensions en millimètres

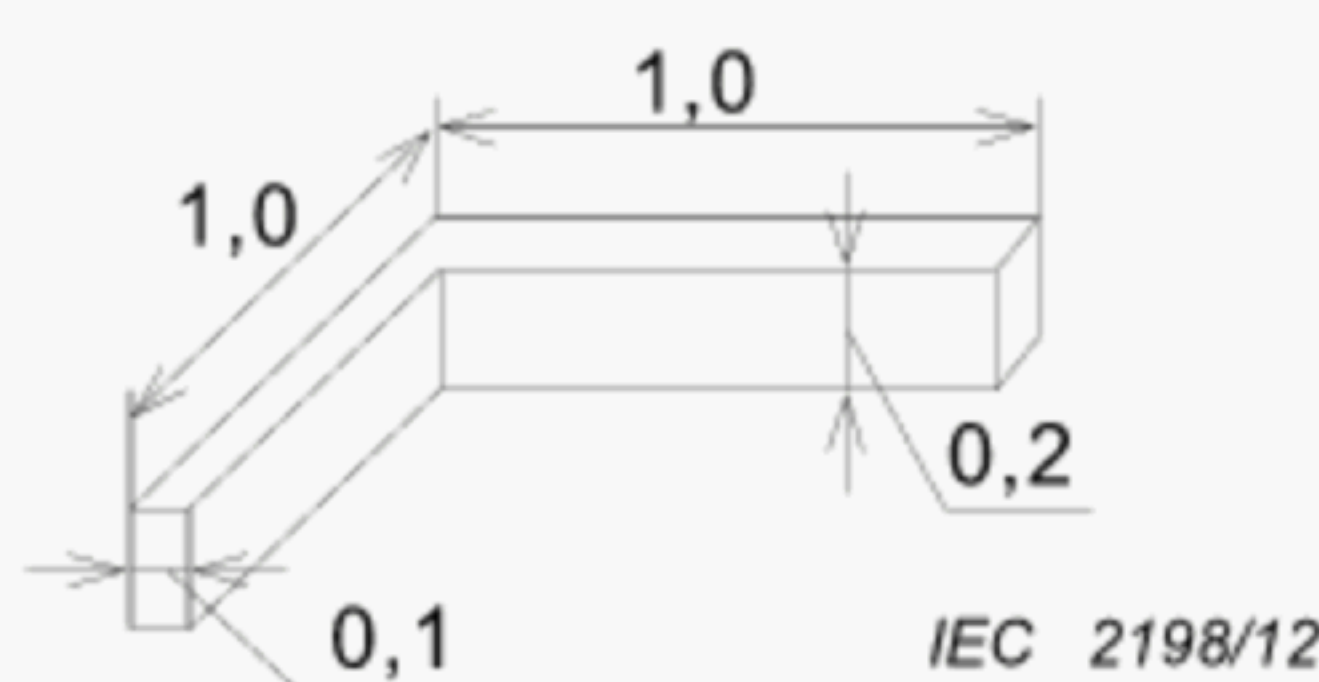


Figure A.2 – Forme de la particule de nickel

A.5.5 Insertion de la particule de nickel dans l'élément cylindrique

A.5.5.1 Insertion de la particule de nickel dans le bobineau

- a) Insertion de la particule de nickel entre la zone enduite positive (matière active) et la zone enduite négative (matière active) pour l'élément cylindrique. (voir la Figure A.5)
 - 1) Si la spire extérieure du substrat positif est une feuille d'aluminium, couper la feuille au niveau de la ligne de séparation entre la feuille d'aluminium et la matière active pour l'essai de court-circuit matière active à matière active.
 - 2) Insérer la particule de nickel entre la matière active positive et le séparateur. L'alignement de la particule de nickel doit être comme représenté à la Figure A.3. La particule de nickel doit être insérée à 20 mm du bord de la coupe de la feuille d'aluminium. La direction du coin en forme de L est dans le sens de l'enroulement.

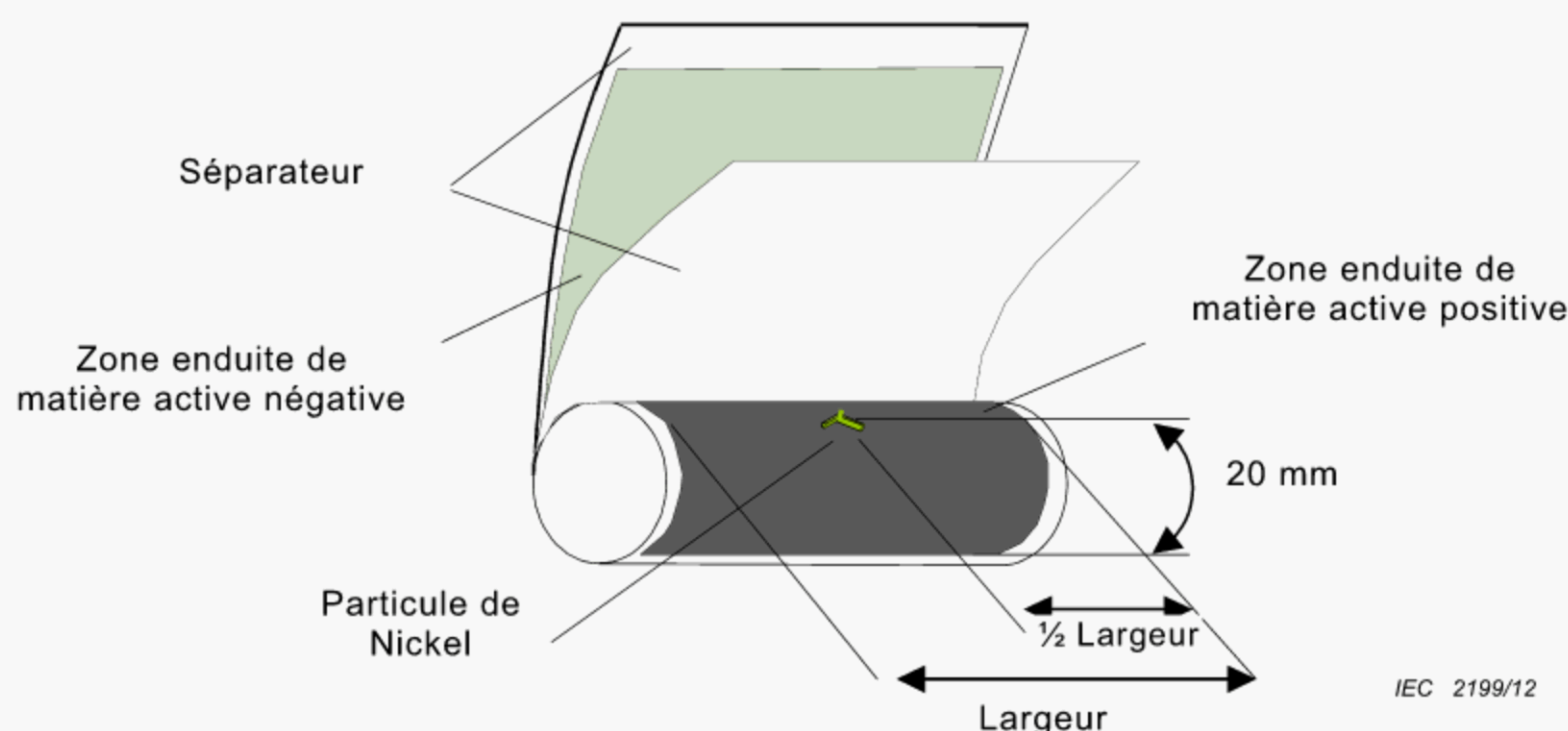


Figure A.3 – Position d'insertion de la particule de nickel entre les zones enduites de matière active positive et négative dans un élément cylindrique

- b) Insertion de la particule de nickel entre la feuille d'aluminium positive (zone non enduite) et la zone enduite négative (matière active) dans un élément cylindrique.

Lorsque la feuille d'aluminium de l'électrode positive est exposée sur la spire extérieure et que la feuille d'aluminium est tournée vers la matière active négative enduite, la procédure suivante doit être utilisée.

- 1) Lorsque la feuille d'aluminium de l'électrode positive est exposée sur la spire extérieure, couper la feuille d'aluminium à 10 mm de la ligne de séparation entre la feuille d'aluminium et la matière active.
- 2) Insérer la particule de Ni entre la feuille d'aluminium et le séparateur. L'alignement de la particule de nickel doit être comme représenté à la Figure A.4.

La position d'insertion de la particule de nickel doit être à 1,0 mm du bord du revêtement de matière active positive sur la feuille d'aluminium.

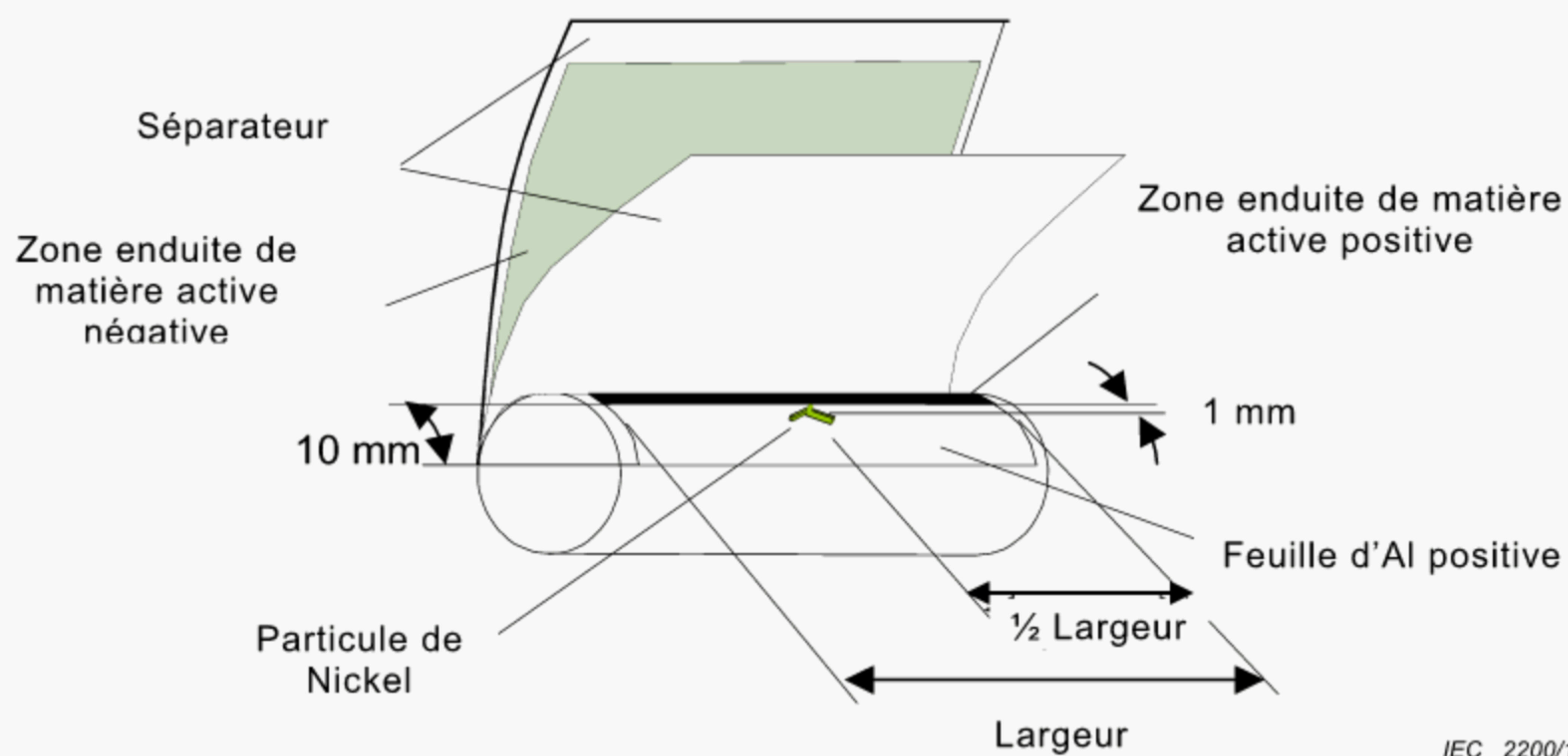
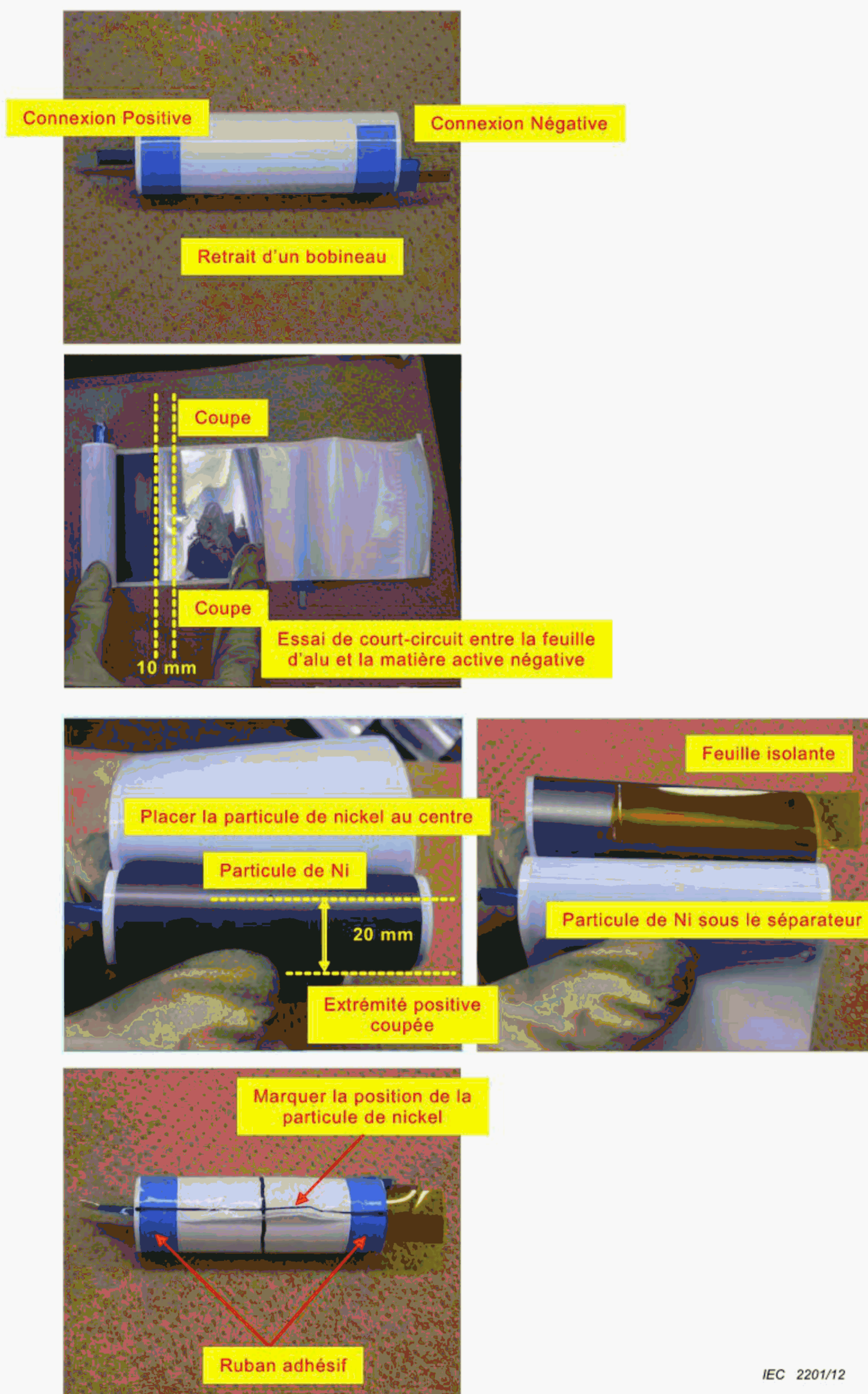


Figure A.4 – Position d'insertion de la particule de nickel entre la feuille d'aluminium positive et la zone imprégnée de matière active négative de l'élément cylindrique



IEC 2201/12

Figure A.5 – Démontage d'un élément cylindrique

A.5.5.2 Marquer la position de la particule de nickel sur les deux extrémités du bobineau du séparateur

La procédure est la suivante.

- a) Placer la feuille isolante entre le séparateur tourné vers la particule de nickel et l'électrode négative pour la protéger contre les courts-circuits.
- b) Ré enrouler manuellement les électrodes et le séparateur en maintenant en place la particule de nickel et appliquer un ruban adhésif au bobineau.
- c) Marquer la position de la particule de nickel sur le bobineau.
- d) Mettre le bobineau dans un sac en polyéthylène avec une fermeture étanche et le fermer hermétiquement. Mettre le sac en polyéthylène dans un sac en feuille d'aluminium pour l'empêcher de sécher.

Remarque: La procédure doit être achevée en 30 min.

A.5.6 Insertion d'une particule de nickel dans l'élément parallélépipédique

- a) Avant d'insérer la particule de nickel, placer une feuille isolante entre l'électrode négative et le séparateur situé en-dessous de la particule de nickel et l'électrode négative, comme représenté à la Figure A.6, pour la protéger contre les courts-circuits.
- b) Insertion de la particule de nickel dans le bobineau
 - 1) Insertion de la particule de nickel entre la zone enduite positive (matière active) et la zone enduite négative (matière active) pour l'élément prismatique. (voir la Figure A.8)
 - i) Insérer la particule de nickel entre la zone enduite positive (matière active) et le séparateur ou entre le séparateur et la zone enduite négative (matière active). Dans le cas d'un boîtier d'élément en aluminium, insérer la particule de nickel entre la zone enduite positive (matière active) et le séparateur.
 - ii) Insérer la particule de nickel entre la matière active positive et le séparateur. L'alignement de la particule de nickel doit être comme représenté à la Figure A.6. La particule de nickel est positionnée au centre (diagonalement) du bobineau. La direction du coin en forme de L de la particule de nickel est dans la direction de l'enroulement.

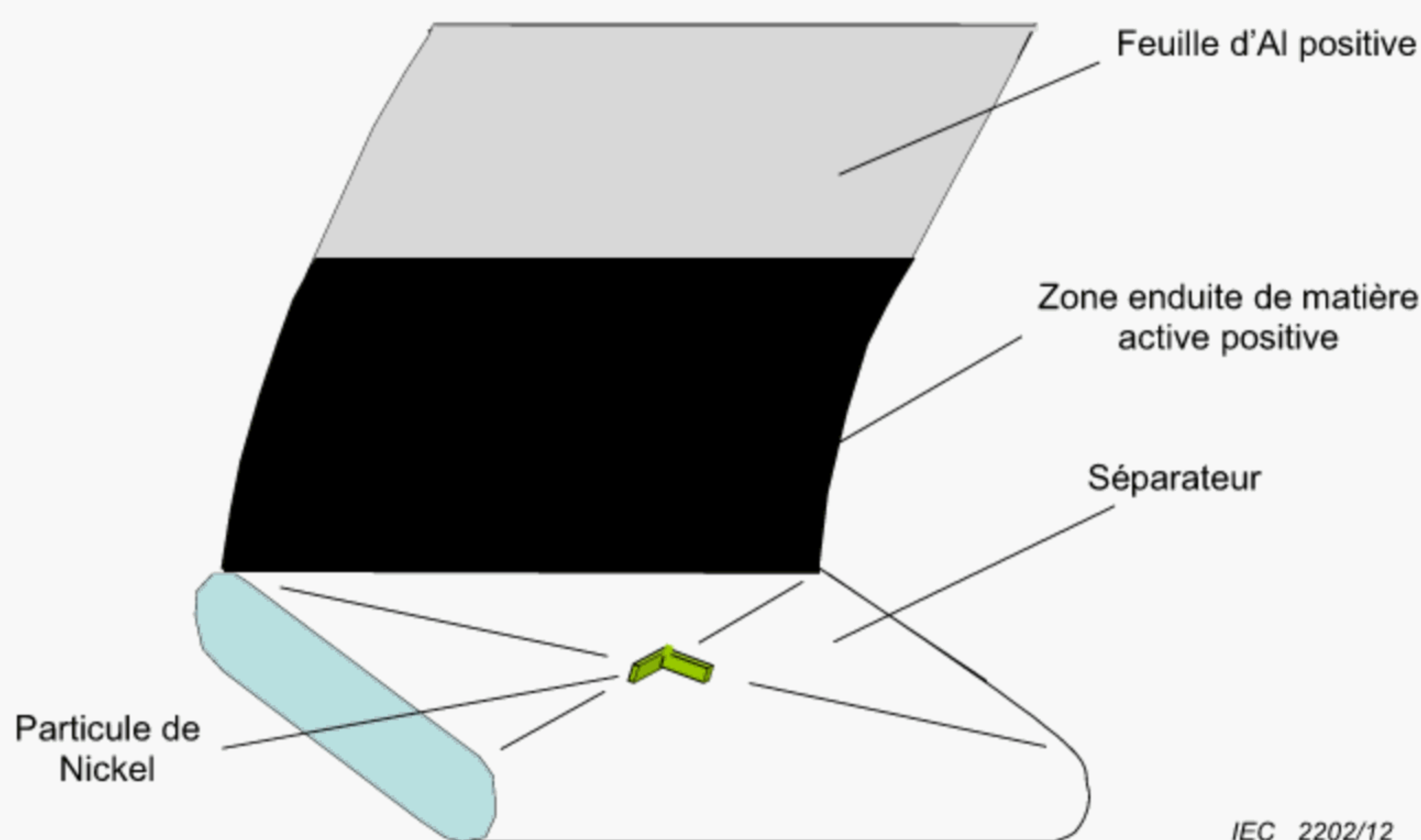


Figure A.6 – Position d'insertion de la particule de nickel entre les zones positive et négative enduites (de matière active) de l'élément parallélépipédique

- 2) Insertion de la particule de nickel entre la feuille d'aluminium positive (zone non enduite) et la zone enduite négative (matière active) pour l'élément parallélépipédique. Lorsque la feuille d'aluminium de l'électrode positive est exposée sur la spire extérieure et que la feuille d'aluminium est tournée vers la matière active négative enduite, l'essai suivant doit être effectué:

- i) Lorsque la feuille d'aluminium de l'électrode positive est exposée sur la spire extérieure et que la feuille d'aluminium est tournée vers la matière active négative enduite, insérer la particule de nickel entre la feuille d'aluminium et le séparateur.
- ii) L'alignement de la particule de nickel doit être comme représenté à la Figure A.7. La particule de nickel est positionnée au centre de la surface plate du bobineau. La direction du coin en forme de L de la particule de nickel est dans la direction de l'enroulement.

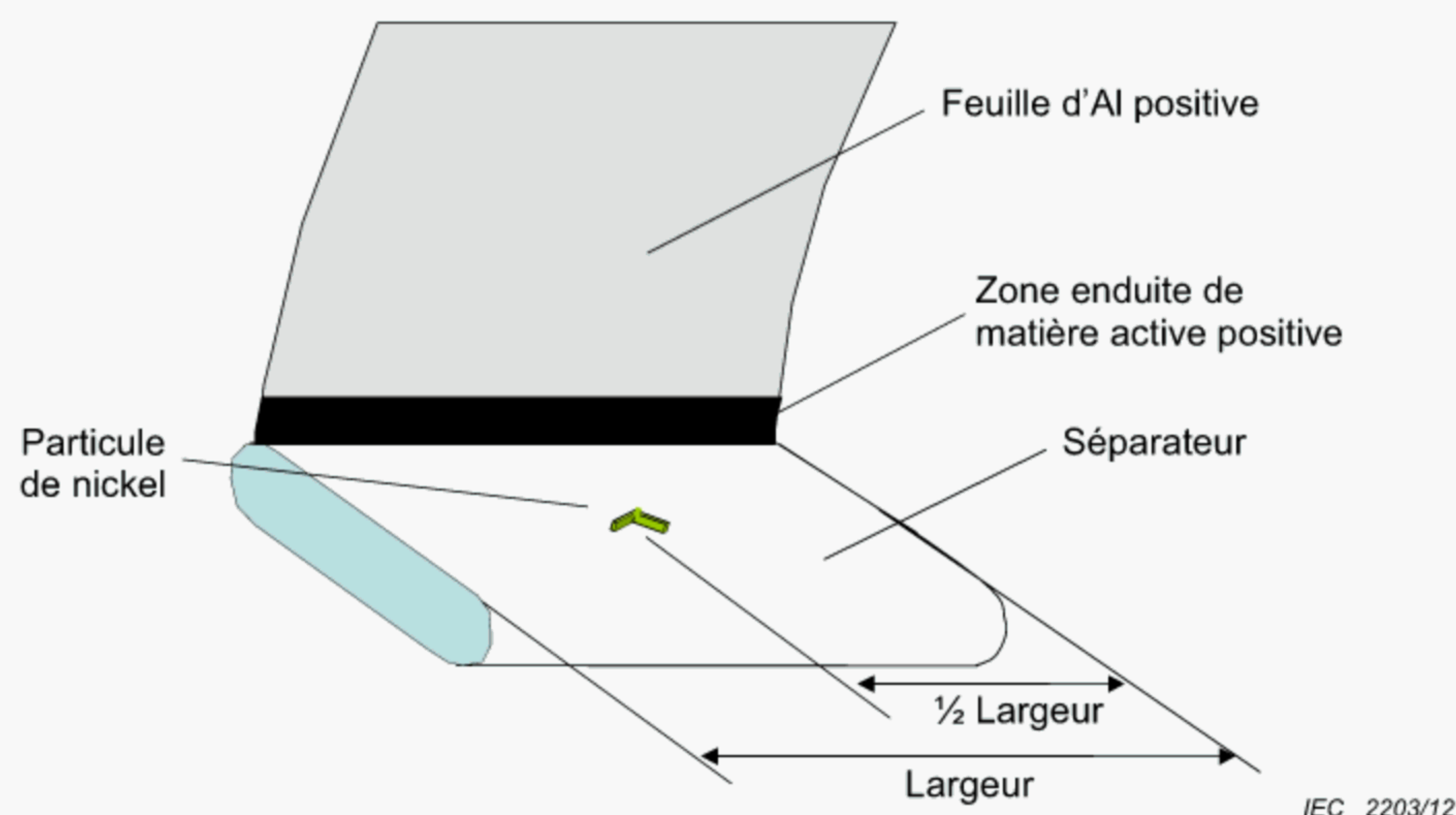


Figure A.7 – Position d'insertion de la particule de nickel entre la feuille d'aluminium positive et la zone enduite (de matière active) négative de l'élément parallélépipédique

- iii) Enrouler manuellement les électrodes et le séparateur en maintenant en place la particule de nickel et appliquer un ruban adhésif au bobineau.
- iv) Marquer la position de la particule de nickel sur le bobineau.
- v) Mettre deux couches de ruban de polyamide (largeur de 10 mm, épaisseur de 25 μm) à la position de marquage.
- vi) Mettre le bobineau dans un sac en polyéthylène avec une fermeture étanche et le fermer hermétiquement. Mettre le sac en polyéthylène dans un sac en feuille d'aluminium pour l'empêcher de sécher.

Remarque: Il convient de terminer la procédure en 30 min.

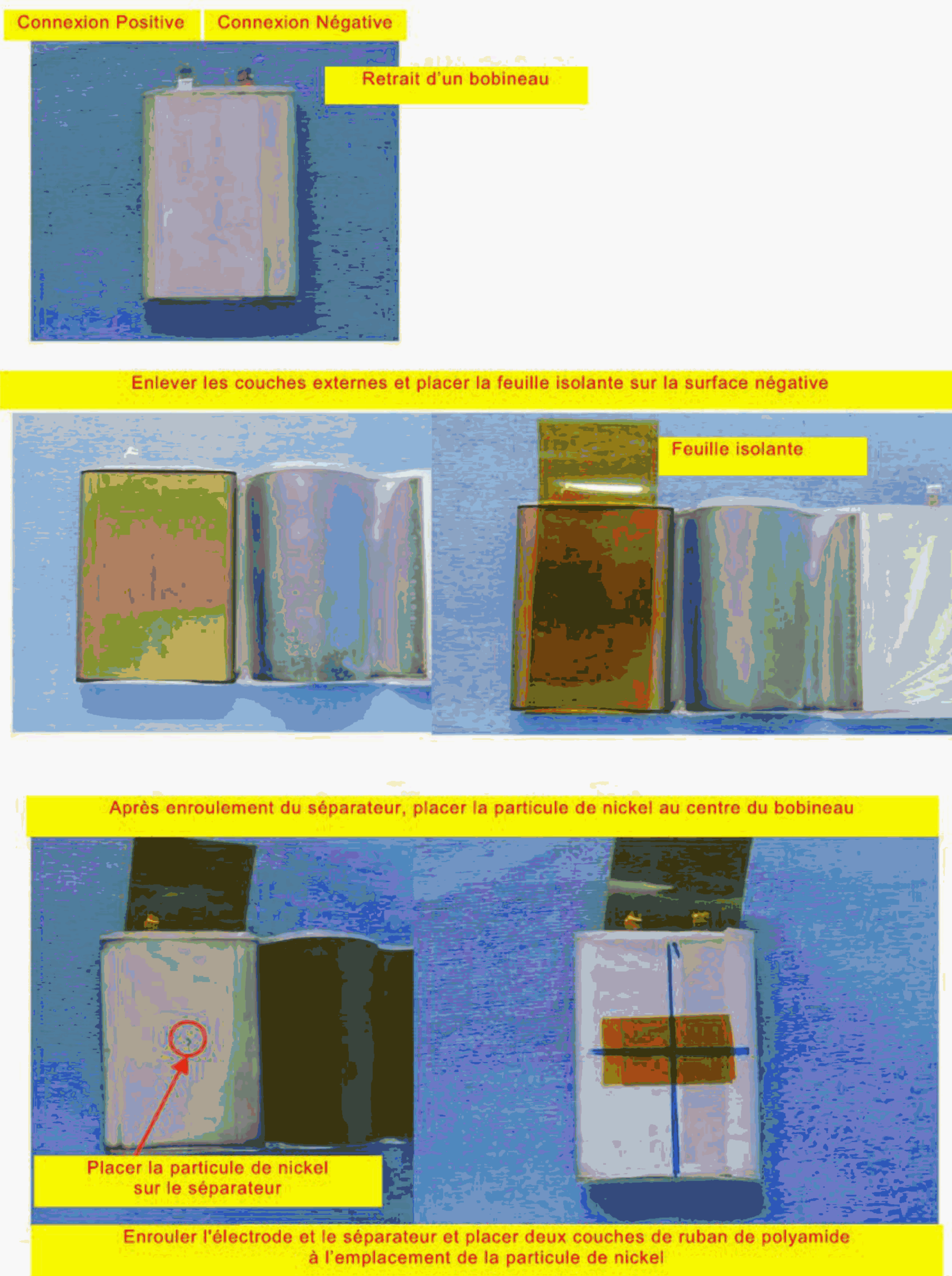


Figure A.8 – Démontage d'un élément parallélépipédique

Annexe B (informative)

Recommandations aux fabricants de matériel et aux assembleurs de batteries

La liste type suivante, mais non exhaustive, de bons conseils est à fournir par le fabricant d'éléments d'accumulateurs et de batteries aux fabricants d'équipements et aux assembleurs d'éléments en batteries.

- a) Ne pas démonter, ouvrir ou déchiqueter les éléments. Il convient que les batteries ne soient démontées que par du personnel qualifié. Il convient que les boîtiers de batterie multiéléments soient conçus pour qu'ils ne puissent être ouverts qu'à l'aide d'un outil.
- b) Ne pas court-circuiter un élément ou une batterie. Ne pas stocker des éléments ou des batteries au hasard dans une boîte ou un tiroir où ils peuvent se mettre en court-circuit entre eux ou être mis en court-circuit par d'autres matériaux conducteurs.
- c) Ne pas enlever un élément ou une batterie de son emballage d'origine tant que cela n'est pas nécessaire à son utilisation.
- d) Ne pas exposer des éléments ou des batteries à la chaleur ou au feu. Éviter le stockage directement sous la lumière solaire.
- e) Ne pas faire subir de chocs mécaniques aux éléments ou aux batteries.
- f) Dans le cas d'une fuite d'un élément, prendre garde à ne pas laisser le liquide entrer en contact avec la peau ou les yeux. Si c'est le cas, laver la zone affectée à grande eau et consulter un médecin.
- g) Il convient que le matériel soit conçu de manière à empêcher l'insertion incorrecte des éléments ou des batteries et il convient qu'il comporte des marques bien distinctes de polarité. Toujours respecter les marques de polarité sur l'élément, la batterie et le matériel et s'assurer que l'utilisation est correcte.
- h) Ne pas mélanger des éléments de fabrication, de capacité, de taille ou de type différents à l'intérieur d'une batterie.
- i) Consulter un médecin sans délai en cas d'ingestion d'un élément ou d'une batterie.
- j) Prendre conseil auprès du fabricant d'éléments ou de batteries sur le nombre maximum d'éléments susceptibles d'être assemblés dans une batterie et sur la manière la plus sûre de connecter les éléments entre eux.
- k) Il convient de fournir un chargeur dédié à chaque appareil. Il convient de fournir des instructions de charge complètes pour tous les accumulateurs proposés à la vente.
- l) Maintenir les éléments et les batteries propres et secs.
- m) Essuyer les bornes des éléments ou des batteries, si elles deviennent sales, à l'aide d'un tissu propre et sec.
- n) Il est nécessaire de charger les accumulateurs avant usage. Toujours se référer aux instructions des fabricants d'accumulateurs et utiliser la procédure de charge correcte.
- o) Ne pas laisser les accumulateurs en charge lorsqu'ils ne sont pas utilisés.
- p) Après des périodes de stockage prolongées, il peut être nécessaire de charger et décharger plusieurs fois les accumulateurs, afin d'obtenir la performance maximale.
- q) Conserver les documentations d'origine relatives aux éléments et aux batteries pour s'y référer ultérieurement.
- r) Lors de la mise au rebut des accumulateurs, maintenir les éléments ou les batteries de systèmes électrochimiques différents séparés les uns des autres.
- s) Laisser tomber une fois un dispositif contenant la batterie d'une hauteur d'un mètre sur un sol en béton. Essayer trois ensembles de batteries complètement chargées. Pour la chute, choisir la direction dans laquelle la chute libre est susceptible d'avoir le plus fort impact sur la sécurité de la batterie. Au lieu de faire tomber un dispositif hôte, un choc équivalent à la chute peut être communiqué à la batterie pour la simulation.

Annexe C (informative)

Recommandations pour les utilisateurs finaux

La liste type suivante, non exhaustive, de bons conseils est à fournir par le fabricant d'appareils aux utilisateurs finaux.

- a) Ne pas démonter, ouvrir ou déchiqueter les éléments ou les batteries.
- b) Ne pas exposer les éléments ou les batteries à la chaleur ou au feu. Éviter le stockage directement sous la lumière solaire.
- c) Ne pas court-circuiter un élément ou une batterie. Ne pas stocker des éléments ou des batteries au hasard dans une boîte ou un tiroir, où ils peuvent se mettre en court-circuit entre eux ou être mis en court-circuit par d'autres objets métalliques.
- d) Ne pas enlever un élément ou une batterie de son emballage d'origine tant que cela n'est pas nécessaire à son utilisation.
- e) Ne pas faire subir de chocs mécaniques aux accumulateurs.
- f) Dans le cas d'une fuite d'un élément, prendre garde à ne pas laisser le liquide entrer en contact avec la peau ou les yeux. Si c'est le cas, laver la zone affectée à grande eau et consulter un médecin.
- g) N'utiliser aucun autre chargeur que celui prévu spécifiquement pour utilisation avec l'appareil.
- h) Respecter les marques plus (+) et moins (–) sur l'élément, la batterie et l'appareil et s'assurer que l'utilisation est correcte.
- i) Ne pas utiliser d'éléments ou de batteries d'accumulateurs qui ne sont pas conçus pour être utilisés avec l'appareil.
- j) Ne pas mélanger des éléments de fabrication, de capacité, de taille ou de type différents à l'intérieur d'un appareil.
- k) Il convient de surveiller l'utilisation d'une batterie par des enfants.
- l) Consulter un médecin sans délai en cas d'ingestion d'un élément ou d'une batterie.
- m) Acheter toujours la batterie recommandée par le fabricant du dispositif pour le matériel.
- n) Maintenir les éléments et les batteries propres et secs.
- o) Essuyer les bornes des éléments ou des batteries, si elles deviennent sales, à l'aide d'un tissu propre et sec.
- p) Il est nécessaire de charger les éléments et les batteries d'accumulateurs avant usage. Utiliser toujours le chargeur adapté et se référer aux instructions des fabricants ou au manuel de l'appareil concernant les instructions de charge qui conviennent.
- q) Ne pas laisser une batterie en charge prolongée lorsqu'elle n'est pas utilisée.
- r) Après des périodes de stockage prolongées, il peut être nécessaire de charger et décharger plusieurs fois les éléments ou les batteries d'accumulateurs, afin d'obtenir la performance maximale.
- s) Conserver les documentations d'origine relatives au produit, pour s'y référer ultérieurement.
- t) N'utiliser l'élément ou la batterie d'accumulateurs que dans l'application pour laquelle il ou elle est prévue.
- u) Si possible, enlever la batterie de l'équipement lorsqu'il n'est pas utilisé.
- v) Mettre au rebut de manière convenable.

Bibliographie

CEI 60051 (toutes les parties), *Appareils mesureurs électriques indicateurs analogiques à action directe et leurs accessoires*

CEI 60485, *Voltmètres numériques et convertisseurs électroniques analogiques-numériques à courant continu*¹

CEI 60664 (toutes les parties), *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension*

CEI 61434, *Accumulateurs alcalins et autres accumulateurs à électrolyte non acide – Guide pour l'expression des courants dans les normes d'accumulateurs alcalins*

CEI 61438, *Risques potentiels pour la santé et la sécurité liés à l'emploi des accumulateurs alcalins – Guide à l'usage des fabricants d'équipements et des utilisateurs*

CEI/TR 62188, *Accumulateurs alcalins et autres accumulateurs à électrolyte non acide – Règles de conception et de fabrication des batteries portables assemblées à partir d'éléments d'accumulateurs étanches*

CEI 62281, *Sécurité des piles et des accumulateurs au lithium pendant le transport*

Organisation des Nations Unies, New York et Genève, *Recommandations sur le Transport des Marchandises Dangereuses, Manuel d'Épreuves et de Critères*, Chapitre 38.3.

¹ Cette publication a été supprimée.

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

3, rue de Varembé
PO Box 131
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel: + 41 22 919 02 11
Fax: + 41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch