

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Materials for printed boards and other interconnecting structures –
Part 2-46: Reinforced base materials clad and unclad – Non-halogenated epoxide
non-woven/woven E-glass reinforced laminate sheets of thermal conductivity
1,5 W/(m•K) and defined flammability (vertical burning test), copper-clad for
lead-free assembly**

**Matériaux pour circuits imprimés et autres structures d'interconnexion –
Partie 2-46: Matériaux de base renforcés, plaqués et non plaqués – Feuilles
stratifiées renforcées en verre de type E tissé/non tissé époxyde non halogéné,
de conductivité thermique 1,5 W/(m•K) et d'inflammabilité définie (essai de
combustion verticale), plaquées cuivre pour les assemblages sans plomb**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2018 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 l'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

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

Tel.: +41 22 919 02 11
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 corrigendum or an amendment might have been published.

IEC publications search - webstore.iec.ch/advsearchform

The advanced search enables 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 online and once a month by email.

IEC 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: sales@iec.ch.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 000 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 16 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

67 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

A propos de l'IEC

La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) 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 IEC

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

Recherche de publications IEC -

webstore.iec.ch/advsearchform

La recherche avancée permet de trouver des publications IEC 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.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 000 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 16 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

67 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Materials for printed boards and other interconnecting structures –
Part 2-46: Reinforced base materials clad and unclad – Non-halogenated epoxide
non-woven/woven E-glass reinforced laminate sheets of thermal conductivity
1,5 W/(m•K) and defined flammability (vertical burning test), copper-clad for
lead-free assembly**

**Matériaux pour circuits imprimés et autres structures d'interconnexion –
Partie 2-46: Matériaux de base renforcés, plaqués et non plaqués – Feuilles
stratifiées renforcées en verre de type E tissé/non tissé époxyde non halogéné,
de conductivité thermique 1,5 W/(m•K) et d'inflammabilité définie (essai de
combustion verticale), plaquées cuivre pour les assemblages sans plomb**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 31.180

ISBN 978-2-8322-9096-5

**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 Materials and construction	6
4.1 General	6
4.2 Resin system	7
4.3 Metal foil	7
4.4 Reinforcement	7
5 Electrical properties	7
6 Non-electrical properties of the copper-clad laminate	7
6.1 Appearance of the copper-clad sheet	7
6.1.1 General	7
6.1.2 Indentations (pits and dents)	8
6.1.3 Wrinkles	8
6.1.4 Scratches	8
6.1.5 Raised areas	8
6.2 Appearance of the unclad face	9
6.3 Laminate thickness	9
6.4 Bow and twist	9
6.5 Properties related to the copper foil bond	10
6.6 Punching and machining	11
6.7 Dimensional stability	11
6.8 Sheet sizes	11
6.8.1 Typical sheet sizes	11
6.8.2 Tolerances for sheet sizes	11
6.9 Cut panels	12
6.9.1 Cut panel sizes	12
6.9.2 Size tolerances for cut panels	12
6.9.3 Rectangularity of cut panels	12
6.10 Thermal conductivity	12
7 Non-electrical properties of the base material after complete removal of the copper foil	13
7.1 Appearance of the dielectric base material	13
7.2 Flexural strength	13
7.3 Flammability	13
7.4 Water absorption	14
7.5 Measling	14
7.6 Glass transition temperature and cure factor	15
7.7 Decomposition temperature	15
7.8 Time to delamination (TMA)	15
7.9 Halogen content	15
8 Quality assurance	16
8.1 Quality system	16
8.2 Responsibility for inspection	16
8.3 Qualification inspection	16

8.4	Quality conformance inspection	16
8.5	Certificate of conformance	16
8.6	Safety data sheet	16
9	Packaging and marking	16
10	Ordering information	17
Annex A	(informative) Engineering information	18
A.1	General	18
A.2	Chemical properties	18
A.3	Electrical properties	18
A.4	Flammability properties	18
A.5	Mechanical properties	18
A.6	Physical properties	18
A.7	Thermal properties	19
Annex B	(informative) Common laminate constructions	20
Annex C	(informative) Guideline for qualification and conformance inspection	21
Bibliography		22
Table 1	– Electrical properties	7
Table 2	– Size of indentations	8
Table 3	– Nominal thickness and tolerance of metal-clad laminate	9
Table 4	– Bow and twist requirements	10
Table 5	– Pull-off and peel strength requirements	10
Table 6	– Dimensional stability	11
Table 7	– Size tolerances for cut panels	12
Table 8	– Rectangularity of cut panels	12
Table 9	– Thermal conductivity	12
Table 10	– Flexural strength requirements	13
Table 11	– Flammability requirements	14
Table 12	– Water absorption requirements	14
Table 13	– Measling requirements	14
Table 14	– Glass transition temperature and cure factor requirements	15
Table 15	– Decomposition temperature requirements	15
Table 16	– Time to delamination requirements	15
Table 17	– Halogen content	15
Table C.1	– Qualification and conformance inspection	21

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

MATERIALS FOR PRINTED BOARDS AND OTHER INTERCONNECTING STRUCTURES –

Part 2-46: Reinforced base materials clad and unclad – Non-halogenated epoxide non-woven/woven E-glass reinforced laminate sheets of thermal conductivity 1,5 W/(m·K) and defined flammability (vertical burning test), copper-clad for lead-free assembly

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 61249-2-46 has been prepared by IEC technical committee 91: Electronics assembly technology.

The text of this International Standard is based on the following documents:

CDV	Report on voting
91/1448/CDV	91/1484/RVC

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

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

A list of all parts of the IEC 61249 series, under the general title *Materials for printed boards and other interconnecting structures*, can be found on the IEC website.

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

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61249-2-46:2018

MATERIALS FOR PRINTED BOARDS AND OTHER INTERCONNECTING STRUCTURES –

Part 2-46: Reinforced base materials clad and unclad – Non-halogenated epoxide non-woven/woven E-glass reinforced laminate sheets of thermal conductivity 1,5 W/(m•K) and defined flammability (vertical burning test), copper-clad for lead-free assembly

1 Scope

This part of IEC 61249 gives requirements for properties of non-halogenated epoxide non-woven reinforced core/woven E-glass reinforced surface laminate sheets of thermal conductivity and defined flammability (vertical burning test), copper-clad for lead-free assembly in thicknesses of 0,60 mm up to 1,70 mm. The flammability rating is achieved through the use of non-halogenated fire retardants reacted as part of the epoxide polymeric structure. The glass transition temperature is defined to be 105 °C minimum. Thermal Conductivity is defined to be $(1,5 \pm 0,2)$ W/(m•K).

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 61189-2:2006, *Test methods for electrical materials, printed boards and other interconnection structures and assemblies – Part 2: Test methods for materials for interconnection structures*

IEC 61249-5-1, *Materials for interconnection structures – Part 5: Sectional specification set for conductive foils and films with and without coatings – Section 1: Copper foils (for the manufacture of copper-clad base materials)*

IEC/PAS 61249-6-3, *Specification for finished fabric woven from "E" glass for printed boards*

ISO 11014, *Safety data sheet for chemical products – Content and order of sections*

3 Terms and definitions

No terms and definitions are listed in this document.

ISO and IEC maintain terminological databases for use in standardization at the following addresses:

- IEC Electropedia: available at <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: available at <http://www.iso.org/obp>

4 Materials and construction

4.1 General

The sheet consists of an insulating base with metal foil bonded to one side or both.

4.2 Resin system

Non-halogenated epoxide, filled, resulting in a laminate with a glass transition temperature of 105 °C minimum.

Contrast agents may be added to enhance processing such as automated optical inspection (AOI).

Its flame resistance is defined in terms of the flammability requirements of 7.3.

4.3 Metal foil

Copper as specified in IEC 61249-5-1, copper foil (for the manufacture of copper-clad materials). The preferred foils are electrodeposited of defined ductility.

4.4 Reinforcement

Woven E-glass as specified in IEC/PAS 61249-6-3, woven E-glass fabric (for the manufacture of prepreg and copper-clad material) as the surface sheet on each side of a core reinforcement comprised of non-woven E-glass mat.

5 Electrical properties

The electrical property requirements are shown in Table 1.

Table 1 – Electrical properties

Property	Test method IEC 61189-2	Requirements
Surface resistance after damp heat while in the humidity chamber	2E04	$\geq 5\,000\text{ M}\Omega$
Surface resistance after damp heat and recovery (optional)	2E04	$\geq 40\,000\text{ M}\Omega$
Volume resistivity after damp heat while in the humidity chamber	2E04	$\geq 5\,000\text{ M}\Omega\text{m}$
Volume resistivity after damp heat and recovery (optional)	2E04	$\geq 10\,000\text{ M}\Omega\text{m}$
Relative permittivity after damp heat and recovery (1 MHz)	2E10	$\leq 6,1$
Dissipation factor after damp heat and recovery (1 MHz)	2E10	$\leq 0,040$
Arc resistance	2E14	$\geq 60\text{ s}$
Dielectric breakdown	2E15	$\geq 40\text{ kV}$
Surface resistance at 125 °C	2E04	$\geq 1\,000\text{ M}\Omega$
Volume resistivity at 125 °C	2E04	$\geq 1\,00\text{ M}\Omega\text{m}$

6 Non-electrical properties of the copper-clad laminate

6.1 Appearance of the copper-clad sheet

6.1.1 General

The copper-clad face shall be substantially free from defects that can have an impact on the material's fitness for use for the intended purpose.

For the defects given in 6.1.2 to 6.1.6, the requirements given shall apply when inspection is made in accordance with IEC 61189-2, method 2M18.

6.1.2 Indentations (pits and dents)

The size of an indentation, usually the length, shall be determined and given a point value to be used as a measure of the quality as indicated in Table 2.

Table 2 – Size of indentations

Size mm	Point value for each indentation
0,13 to 0,25	1
0,26 to 0,50	2
0,51 to 0,75	4
0,76 to 1,00	7
Over 1,00	30

The total point count for any 300 mm × 300 mm area shall be calculated to determine the class of the material.

- Class A 29 maximum
- Class B 17 maximum
- Class C 5 maximum
- Class D 0
- Class X To be agreed upon by user and supplier

The required class of material shall be specified in the purchase order. Class A applies unless otherwise specified.

6.1.3 Wrinkles

There shall be no wrinkles in the copper surface.

The inspection area shall exclude a 13 mm border from the edge of the panel or sheet.

6.1.4 Scratches

Scratches deeper than 10 µm or 20 % of the nominal thickness of the foil thickness, whichever is lower, are not permitted.

Scratches with a depth of less than 5 % of the nominal thickness of the foil shall not be counted unless this depth is 10 µm or more.

Scratches with a depth of between 5 % and 20 % of the nominal thickness of the foil are permitted to a total length of 100 mm for a 300 mm × 300 mm area.

The inspection area shall exclude a 13 mm border from the edge of the panel or sheet.

6.1.5 Raised areas

Raised areas are usually impressions in the press plates used during manufacture but may also be caused by blisters or inclusions of foreign particles under the foil.

Raised areas caused by blisters or inclusions are not permitted.

Raised areas being impressions of defects in press plates are permitted to the following extent:

- Class A and X material maximum height 15 µm and maximum length 15 mm;
- Class B and C material maximum height 8 µm and maximum length 15 mm;
- Class D material maximum height 5 µm and maximum length 15 mm.

6.2 Appearance of the unclad face

The unclad face of single side clad sheet shall have the natural appearance resulting from the curing process. Small irregularities in colour are permitted. The gloss of the unclad face shall be that given by the press plate, release film, or release foil used. Variations of gloss due to the impact of the pressure of gases released during the curing are permitted.

6.3 Laminate thickness

If the copper-clad laminate is tested in accordance with test method 2D01 of IEC 61189-2, the thickness shall not depart from the nominal thickness by more than the appropriate value shown in Table 3. The fine tolerances shall apply unless the other tolerances are ordered.

Table 3 – Nominal thickness and tolerance of metal-clad laminate

Property	Test method IEC 61189-2	Nominal thickness including metal foil mm	Tolerance requirement ± mm		
			Coarse	Fine	Extra fine
Thickness	2D01	≥0,60 <0,80	0,08	0,06	0,05
		≥0,80 <1,00	0,17	0,10	0,08
		≥1,00 ≤1,70	0,19	0,13	0,08

The thickness and tolerances do not apply to the outer 25 mm of the trimmed master sheet or the outer 13 mm of the cut-to-size panel as manufactured and delivered by the supplier. At no point shall the thickness vary from the nominal by a value greater than 125 % of the specified tolerance.

6.4 Bow and twist

When the copper-clad laminate is tested in accordance with test method 2M01 of IEC 61189-2, the bow and twist shall not exceed the values given in Table 4.

Table 4 – Bow and twist requirements

Property	Test method IEC 61189-2	Nominal thickness mm	Panel dimension longest side mm	Requirements %	
				Copper foil on one side	Copper foil on both sides
Bow and twist	2M01	$\geq 0,6 \leq 1,3$	≤ 350	$\leq 2,5$	$\leq 2,0$
			$> 350 \leq 500$	$\leq 2,3$	$\leq 1,8$
			> 500	$\leq 2,0$	$\leq 1,5$
		$> 1,3 \leq 1,7$	≤ 350	$\leq 2,0$	$\leq 1,5$
			$> 350 \leq 500$	$\leq 1,8$	$\leq 1,3$
			> 500	$\leq 1,5$	$\leq 1,0$
The requirements for bow and twist apply only to one sided copper-clad laminates with maximum foil thickness of 105 μm (915 g/m²) and double sided copper-clad laminates with maximum foil thickness difference of 70 μm (610 g/m²). Requirements for laminates with copper foil configurations beyond these limits should be subject to agreement between purchaser and supplier.					

6.5 Properties related to the copper foil bond

Pull-off and peel strength requirements are shown in Table 5. These requirements apply to copper foil with a normal profile depth.

Table 5 – Pull-off and peel strength requirements

Property	Test method IEC 61189-2	Requirement		
Pull-off strength	2M05	≥25 N		
		Thickness of the copper foil		
		18 μm (152 g/m ²)	≥35 μm (305 g/m ²)	≥70 μm (610 g/m ²)
Peel strength after heat shock 288 °C, 20 s	2M14	≥0,8 N/mm	≥1,0 N/mm	≥1,2 N/mm
		No blistering or delamination		
Peel strength after dry heat 125 °C	2M15	Under consideration	Under consideration	Under consideration
		No blistering or delamination		
Peel strength after exposure to solvent vapour. Solvents as agreed upon between purchaser and supplier	2M06	≥0,8 N/mm	≥1,0 N/mm	≥1,2 N/mm
		No blistering or delamination		
Peel strength after simulated plating	2M16	Under consideration	Under consideration	Under consideration
		No blistering or delamination		
Peel strength at high temperature Temperature 125 °C (optional)	2M17	≥0,6 N/mm	≥0,7 N/mm	≥0,9 N/mm
Blistering after 288 °C, 20 s heat shock	2C05	No blistering or delamination		
In case of difficulty due to breakage of the foil or reading range of the force measuring device, the measurement of peel strength at high temperature may be carried out using conductor widths of more than 3 mm.				

6.6 Punching and machining

The laminate shall, in accordance with the manufacturer's recommendations, be capable of being punched, sheared or drilled. Delamination at the edges due to the shearing process is permissible, provided that the depth of delamination is not larger than the thickness of the base material. Delamination at the edges of drilled holes due to the drilling process is not permissible. Drilled holes shall be capable of being through-plated with no interference from any exudations into the hole.

A suitable test method for evaluating punching is 2M19 of IEC 61189-2. Requirements for punching force and pull-out force are matters for agreement between user and supplier.

6.7 Dimensional stability

When specimens are tested in accordance with IEC 61189-2, 2X02 the observed tolerance shall be as specified in Table 6. The nominal dimensional stability value shall be as agreed upon between user and vendor. The tolerance range around the agreed upon nominal range shall be range B unless otherwise specified on the purchase order.

Table 6 – Dimensional stability

Property	Test method IEC 61189-2	Class	Requirement µm/m
Dimensional stability	2X02	A	±600
		B	±400
		C	±200
		X	As agreed upon between user and supplier

The choice of the glass fabrics and cellulose papers in the construction of the laminate has a significant impact on dimensional stability. Examples of typical constructions used in printed board applications can be found in Annex B. Annex B is not a construction requirement table but is presented for engineering information only.

6.8 Sheet sizes

6.8.1 Typical sheet sizes

Sheet sizes are matters of agreement between purchaser and supplier. However, the recommended sizes are listed below:

- 915 mm × 1 220 mm;
- 1 020 mm × 1 220 mm;
- 1 070 mm × 1 220 mm;
- 1 065 mm × 1 155 mm;
- 1 065 mm × 1 280 mm;
- 1 000 mm × 1 000 mm;
- 1 000 mm × 1 200 mm.

6.8.2 Tolerances for sheet sizes

The size of the sheet delivered by the supplier shall not deviate by more than $\pm 25_0$ mm from the ordered size.

6.9 Cut panels

6.9.1 Cut panel sizes

Cut panel sizes shall be, when delivered, in accordance with the purchaser's specification.

6.9.2 Size tolerances for cut panels

For panels cut to size according to the purchaser's specification, the tolerances for length and width shall apply as shown in Table 7. Tolerances indicated as "normal" shall be in effect unless otherwise specified in the purchasing specification.

Table 7 – Size tolerances for cut panels

Panel size mm	Tolerance requirement ± mm	
	Normal	Close
≤300	2,0	0,5
>300 ≤600	2,0	0,8
>600	2,0	1,6
NOTE The specified tolerances include all deviations caused by cutting the panels.		

6.9.3 Rectangularity of cut panels

For panels cut to size according to the purchaser's specification, the requirements for rectangularity shall apply as shown in Table 8. Tolerance indicated as "normal" shall be in effect unless otherwise specified in the purchasing specification.

Table 8 – Rectangularity of cut panels

Property	Test method IEC 61189-2	Requirement mm/m	
		Normal	Close
Rectangularity of cut panels	2M23	≤3	≤2

6.10 Thermal conductivity

The thermal conductivity shall meet the requirement in Table 9.

Table 9 – Thermal conductivity

Property	Test method	Nominal Value W/(m·K)	Tolerance W/(m·K)
Thermal conductivity	2XXX ^a	1,5	±0,20
^a Under consideration (steady-state heat flow method).			

7 Non-electrical properties of the base material after complete removal of the copper foil

7.1 Appearance of the dielectric base material

The etched specimens shall be inspected to verify that no surface or subsurface imperfections of the dielectric material exceed those shown below. The panels shall be inspected using an optical aid apparatus which provides a minimum magnification of 4×.

Referee inspection shall be conducted at 10× magnification. Lighting conditions of inspection shall be appropriate to the material under inspection or as agreed upon between user and supplier.

Surface and subsurface imperfections (such as weave texture, resin starvation, voids, foreign inclusions) shall be acceptable provided that the imperfections meet the following:

- the reinforcement fibres are not cut or exposed;
- the foreign inclusions are not conductive;
- metallic inclusions are not acceptable;
- the imperfections do not propagate as a result of thermal stress;
- the foreign inclusions are translucent;
- opaque foreign fibres are less than 15 mm in length and average no more than 1,0 per 300 mm × 300 mm area;
- opaque foreign inclusions other than fibres shall not exceed 0,50 mm. Opaque foreign inclusions less than 0,15 mm shall not be counted. Opaque foreign inclusions between 0,50 mm and 0,15 mm shall average no more than two spots per 300 mm × 300 mm area;
- voids (sealed voids or surface void) have a longest dimension less than 0,075 mm and there shall not be more than three voids in a 3,5-mm diameter circle.

7.2 Flexural strength

When the laminate is tested in accordance with test method 2M20 of IEC 61189-2, the flexural strength shall be as shown in Table 10.

Table 10 – Flexural strength requirements

Property	Test method IEC 61189-2	Requirements
Flexural strength Length direction Cross direction (applicable to sheets ≥0,80 mm – 1,70 mm in thickness)	2M20	$\geq 250 \text{ N/mm}^2$ $\geq 150 \text{ N/mm}^2$
Flexural strength at elevated temperature Length direction (applicable to sheets ≥0,80 mm – 1,70 mm in thickness)		Not specified

7.3 Flammability

When the laminate is tested in accordance with test method 2C06 of IEC 61189-2, the flammability shall be as shown in Table 11.

The performance labelled FV-0 shall be in effect unless otherwise noted on the purchase order.

Table 11 – Flammability requirements

Property	Test method IEC 61189-2	Requirements	
		Designation	
		FV0	FV1
Flammability:	2C06		
Flaming combustion time after each application of the flame for each test specimen		≤10 s	≤30 s
Total flaming combustion time for the 10 flame applications for each set of five specimens		≤50 s	≤250 s
Glowing combustion time after the second removal of the test flame		≤30 s	≤60 s
Flaming or glowing combustion up to the holding clamp		None	None
Dripping flaming particles that ignite the tissue paper		None	None

7.4 Water absorption

When the laminate is tested in accordance with test method 2N02 of IEC 61189-2, the maximum water absorption shall be as shown in Table 12.

Table 12 – Water absorption requirements

Property	Test method IEC 61189-2	Thickness mm	Requirements %
Water absorption	2N02	≥0,60 <1,20	≤0,50
		≥1,20 <1,60	≤0,40
		≥1,60 ≤1,70	≤0,25

7.5 Measling

When the laminate is tested in accordance with test method 2N01 of IEC 61189-2, the measle requirements shall be as shown in Table 13.

Table 13 – Measling requirements

Property	Test method IEC 61189-2	Requirements
Measling	2N01 ^a	No measling on three specimens. If one out of three specimens fails, the test has to be repeated. No measling on three specimens of the second test is permitted. No blistering or delamination on any of the three specimens is permitted.
^a The following test conditions shall be demanded: the dwell time at 2 atmospheres in pressure vessel is 90 min and the condition of the heat shock after cooking is 288 °C, 20 s.		

7.6 Glass transition temperature and cure factor

The requirements for glass transition temperature and cure factor are found in Table 14.

Table 14 – Glass transition temperature and cure factor requirements

Property	Test method IEC 61189-2	Requirements
Glass transition temperature	2M10 or 2M11	≥105 °C
Cure factor	2M03	≥0,95

7.7 Decomposition temperature

The requirements for decomposition temperature are found in Table 15.

Table 15 – Decomposition temperature requirements

Property	Test method IEC 61189-2	Requirements
Decomposition temperature (5 % weight loss from 50 °C)	2MXX ^a	≥310 °C
^a Under consideration..		

7.8 Time to delamination (TMA)

The requirements for time to delamination are found in Table 16. The specimen shall not have copper foil on any layer.

Table 16 – Time to delamination requirements

Property		Test method IEC 61189-2	Requirements
Time to delamination	T260 (at 260 °C)	2M25	≥30 min
	T288 (at 288 °C)		≥5 min

7.9 Halogen content

The requirements for halogen content are found in Table 17.

Table 17 – Halogen content

Property	Test method IEC 61189-2	Requirements
Halogen Content	2C12	
Chlorine		≤0,09%
Bromine		≤0,09%
Chlorine+ Bromine		≤0,15%

8 Quality assurance

8.1 Quality system

The supplier shall operate a quality system, ISO 9000 or similar, to support quality conformance inspection.

The supplier shall operate a management system for environmental control, ISO 14001 or similar, to support environmental considerations.

8.2 Responsibility for inspection

The supplier is responsible for all the inspections of the manufactured material. The purchaser or an appointed third party may audit this inspection.

8.3 Qualification inspection

Laminates furnished under this document shall be qualified. Qualification testing shall be performed to demonstrate the manufacturer's ability to meet the requirements of this specification sheet. Qualification testing shall be conducted at a laboratory in compliance with IEC laboratory requirements. A list of the normal qualification tests can be found in Annex C. The manufacturer shall retain on file the data that supports that the materials meet this document and shall be readily available for review upon request.

8.4 Quality conformance inspection

The supplier shall operate a quality plan to assure product conformance to this document. Such a quality plan, when appropriate, should use statistical methods rather than lot-by-lot inspection. It is the responsibility of the supplier based on the quality plan to determine the frequency of test to assure conforming products. In the absence of a quality plan or supporting data, the testing regime shall be as outlined in Annex C.

A combination of the following techniques may be used to show compliance with the requirements that can be used to reduce the frequency of testing. The data supporting the reduction of testing frequency shall be available for review upon request:

- in-process parameter control;
- in-process inspection;
- periodic final inspection;
- final lot inspection.

8.5 Certificate of conformance

The supplier shall, on request from the purchaser, issue a certificate of conformance to this document in electronic or paper format.

8.6 Safety data sheet

A safety data sheet in accordance with ISO 11014 shall be available for products manufactured and delivered in compliance with this document.

9 Packaging and marking

If not otherwise specified in the purchase order, laminate sheets shall be marked with the manufacturer's designation and lot number. Marking shall remain legible during normal handling but be readily removable prior to use of the material.

Cut-to-size panels shall be identified by marking on the package.

Laminates comprised of asymmetric copper configurations shall be marked on the side of the heaviest copper weight.

Sheets and panels shall be packaged in moisture protective bags and in a manner that will provide adequate protection against corrosion, deterioration and physical damage during shipment and storage.

Packages shall be marked in a manner to clearly identify the content.

10 Ordering information

Orders shall include the following details:

- a) reference to this document;
- b) type of material (see Clause 1 and 7.3);
- c) size, thickness and copper cladding;
- d) class of indentations (see 6.1.2);
- e) class of raised areas (see 6.1.5);
- f) class of thickness tolerance (see 6.3);
- g) class of dimensional stability (see 6.7);
- h) class of panel size tolerance (see 6.9.2);
- i) class of flammability (see 7.3); and
- j) request for certification, if applicable (see 8.5).

Annex A (informative)

Engineering information

A.1 General

Information in this annex does not detail material property requirements. The information is intended as a guideline for design and engineering purposes. Users of this document are encouraged to supply information to be included in the annex.

Materials according to this document show the properties and data as listed in Clause A.2 to Clause A.7.

A.2 Chemical properties

- Resistance against chemicals

A.3 Electrical properties

- Comparative tracking index 400 V and greater

A.4 Flammability properties

- Needle flame test
- Oxygen index 45 %

A.5 Mechanical properties

- Compressive strength (flatwise) 400 N/mm²
- Compressive strength (edgewise) 180 N/mm²
- Hardness at room temperature 200 (Rockwell M)
- Modulus of elasticity, flexural (warp) $1,9 \times 10^4$ [N/mm²]
- Modulus of elasticity, flexural (weft) $1,5 \times 10^4$ [N/mm²]
- Modulus of elasticity, tensile (warp) $1,7 \times 10^4$ [N/mm²]
- Modulus of elasticity, tensile (weft) $1,4 \times 10^4$ [N/mm²]
- Poisson's ratio 0,12 to 0,16
- Shear strength 148 N/mm²
- Young's modulus 22 Gpa

A.6 Physical properties

- Density 2,3 g/cm³

A.7 Thermal properties

- Coefficient of thermal expansion ($<T_g$) $60 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$
- Coefficient of thermal expansion ($>T_g$) $300 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$
- Specific heat capacity $1,0 \text{ KJ/kg.}^{\circ}\text{C}$
- Thermal conductivity $1,3 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ to $1,7 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$
- UL temperature index (mechanical) 130°C
- UL temperature index (electrical) 130°C
- Maximum operating temperature (MOT) 130°C

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61249-2-46:2018

Annex B
(informative)

Common laminate constructions

Nominal thickness mm	Common construction
0,60 to 1,70	7 628/non-woven E-glass/7 628
NOTE E-glass 7 628 fiberglass cloth	

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61249-2-46:2018

Annex C (informative)

Guideline for qualification and conformance inspection

The users of this document are encouraged to supply information to be included in Table C.1.

Table C.1 – Qualification and conformance inspection

Property	Test method IEC 61189-2	Qualification testing	Conformance testing	Conformance frequency
Peel strength after thermal shock	2M14	Yes	Yes	Lot
Peel strength at 125 °C	2M15	Yes	Yes	Quarterly
Peel strength after solvent vapour	2M06	Yes	Yes	Quarterly
Peel strength after simulated plating	2M16	Yes	No	
Pull off strength	2M05	Yes	No	
Dimensional stability	2X02	Yes	Yes	Monthly
Flexural strength	2M20	Yes	Yes	Annually
Flammability	2C06	Yes	Yes	Monthly
Thermal conductivity	2XXX	Yes	Yes	Quarterly
Thermal stress, unetched	2C05	Yes	Yes	Lot
Solderability	2MXX	Yes	No	
Glass transition temperature	2M10	Yes	Yes	Monthly
Cure factor	2M03	Yes	Yes	Monthly
Decomposition temperature	2MXX	Yes	Yes	Annually
Time to delamination	2M25	Yes	Yes	Quarterly
Permittivity at 1 MHz, as received	2E10	Yes	Yes	Monthly
Dissipation factor at 1 MHz, as received	2E10	Yes	Yes	Monthly
Surface resistance after damp heat/recovery	2E03	Yes	Yes	Annually
Volume resistance after damp heat/recovery	2E04	Yes	Yes	Annually
Arc resistance	2E14	Yes	Yes	Annually
Dielectric breakdown	2E15	Yes	Yes	Quarterly
Water absorption	2N02	Yes	Yes	Quarterly
Halogen content	2C12	Yes	Yes	Annually
Bow and twist	2M01	Yes	Yes	Lot
Surface waviness	2M12	Yes	No	
Appearance of the dielectric base material	See 7.1	Yes	Yes	Lot

Bibliography

IEC 60194:2015, *Printed board design, manufacture and assembly – Terms and definitions*

ISO 9000, *Quality management systems – Fundamentals and vocabulary*

ISO 14001, *Environmental management systems – Requirements with guidance for use*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61249-2-46:2018

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61249-2-46:2018

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	26
1 Domaine d'application	28
2 Références normatives	28
3 Termes et définitions	28
4 Matériaux et construction.....	29
4.1 Généralités	29
4.2 Système résineux	29
4.3 Feuille métallique.....	29
4.4 Renforcement	29
5 Propriétés électriques.....	29
6 Propriétés non électriques du stratifié plaqué cuivre	30
6.1 Apparence de la feuille plaquée cuivre.....	30
6.1.1 Généralités	30
6.1.2 Empreintes (trous et creux).....	30
6.1.3 Plis	30
6.1.4 Eraflures.....	30
6.1.5 Zones surélevées	31
6.2 Apparence de la face non plaquée	31
6.3 Epaisseur du stratifié	31
6.4 Courbure et vrillage	31
6.5 Propriétés relatives à l'adhérence de la feuille de cuivre	32
6.6 Poinçonnage et usinage.....	33
6.7 Stabilité dimensionnelle	33
6.8 Tailles de feuille.....	33
6.8.1 Tailles de feuille types.....	33
6.8.2 Tolérances sur les tailles de feuille	34
6.9 Panneaux découpés	34
6.9.1 Tailles des panneaux découpés.....	34
6.9.2 Tolérance sur les tailles des panneaux découpés	34
6.9.3 Rectangularité des panneaux découpés.....	34
6.10 Conductivité thermique	34
7 Propriétés non électriques du matériau de base après retrait complet de la feuille de cuivre	35
7.1 Apparence du matériau diélectrique de base.....	35
7.2 Résistance à la flexion	35
7.3 Inflammabilité	36
7.4 Absorption d'eau	36
7.5 Blanchissement au croisement des fibres	37
7.6 Température de transition vitreuse et facteur de traitement.....	37
7.7 Température de décomposition	37
7.8 Décollement interlaminaire dans le temps (TMA, <i>Time To Delamination</i>)	38
7.9 Teneur en halogènes	38
8 Assurance qualité	38
8.1 Système qualité	38
8.2 Responsabilité des examens.....	38
8.3 Examen de qualification	39

8.4	Examen de conformité de la qualité	39
8.5	Certificat de conformité	39
8.6	Fiche technique de sécurité	39
9	Emballage et marquage	39
10	Informations de commande	40
Annexe A (informative)	Informations d'ingénierie	41
A.1	Généralités	41
A.2	Propriétés chimiques	41
A.3	Propriétés électriques	41
A.4	Propriétés d'inflammabilité	41
A.5	Propriétés mécaniques	41
A.6	Propriétés physiques	41
A.7	Propriétés thermiques	42
Annexe B (informative)	Constructions courantes de stratifié	43
Annexe C (informative)	Lignes directrices pour l'examen de qualification et de conformité	44
Bibliographie		45
Tableau 1 – Propriétés électriques		29
Tableau 2 – Taille des empreintes		30
Tableau 3 – Epaisseur nominale et tolérance du stratifié plaqué métal		31
Tableau 4 – Exigences de courbure et de vrillage		32
Tableau 5 – Exigences de force d'arrachement et d'adhérence		32
Tableau 6 – Stabilité dimensionnelle		33
Tableau 7 – Tolérance sur les tailles des panneaux découpés		34
Tableau 8 – Rectangularité des panneaux découpés		34
Tableau 9 – Conductivité thermique		35
Tableau 10 – Exigences de résistance à la flexion		36
Tableau 11 – Exigences d'inflammabilité		36
Tableau 12 – Exigences d'absorption d'eau		37
Tableau 13 – Exigences portant sur le blanchissement au croisement des fibres		37
Tableau 14 – Exigences de température de transition vitreuse et de facteur de traitement		37
Tableau 15 – Exigences de température de décomposition		38
Tableau 16 – Exigence de décollement interlaminaire dans le temps		38
Tableau 17 – Teneur en halogènes		38
Tableau C.1 – Examen de qualification et de conformité		44

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MATÉRIAUX POUR CIRCUITS IMPRIMÉS ET AUTRES STRUCTURES D'INTERCONNEXION –

Partie 2-46: Matériaux de base renforcés, plaqués et non plaqués – Feuilles stratifiées renforcées en verre de type E tissé/non tissé époxyde non halogéné, de conductivité thermique 1,5 W/(m·K) et d'inflammabilité définie (essai de combustion verticale), plaquées cuivre pour les assemblages sans plomb

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC 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, l'IEC – 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 l'IEC"). 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 l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC 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 l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC 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 l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC 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 l'IEC. L'IEC 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 l'IEC, 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 l'IEC, 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 l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, 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 l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC 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 IEC 61249-2-46 a été établie par le comité d'études 91 de l'IEC: Techniques d'assemblage des composants électroniques.

La présente version bilingue (2020-11) correspond à la version anglaise monolingue publiée en 2018-01.

La version française de cette norme n'a pas été soumise au vote.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 61249, publiées sous le titre général *Matériaux pour circuits imprimés et autres structures d'interconnexion*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de ce document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives au document recherché. A cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61249-2-46:2018

MATÉRIAUX POUR CIRCUITS IMPRIMÉS ET AUTRES STRUCTURES D'INTERCONNEXION –

Partie 2-46: Matériaux de base renforcés, plaqués et non plaqués – Feuilles stratifiées renforcées en verre de type E tissé/non tissé époxyde non halogéné, de conductivité thermique 1,5 W/(m•K) et d'inflammabilité définie (essai de combustion verticale), plaquées cuivre pour les assemblages sans plomb

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 61249 fournit des exigences concernant les propriétés des feuilles stratifiées de surface renforcée en verre de type E tissé et à cœur renforcé non tissé époxyde non halogéné, de conductivité thermique et d'inflammabilité définie (essai de combustion verticale), plaquées cuivre pour les assemblages sans plomb, d'épaisseurs comprises entre 0,60 mm et 1,70 mm. Les caractéristiques d'inflammabilité sont obtenues en faisant réagir des ignifuges non halogénés qui font partie de la structure polymère époxyde. La température de transition vitreuse est définie comme étant d'au moins 105 °C. La conductivité thermique est définie comme étant de $(1,5 \pm 0,2)$ W/(m•K).

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. 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).

IEC 61189-2:2006, *Test methods for electrical materials, printed boards and other interconnection structures and assemblies – Part 2: Test methods for materials for interconnection structures* (disponible en anglais seulement)

IEC 61249-5-1, *Matériaux pour les structures d'interconnexion – Partie 5: Collection de spécifications intermédiaires pour feuilles et films conducteurs avec ou sans revêtement – Section 1: Feuilles de cuivre (pour la fabrication de matériaux de base plaqués cuivre)*

IEC/PAS 61249-6-3, *Specification for finished fabric woven from "E" glass for printed boards* (disponible en anglais seulement)

ISO 11014, *Safety data sheet for chemical products – Content and order of sections* (disponible en anglais seulement)

3 Termes et définitions

Aucun terme n'est défini dans le présent document.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <http://www.iso.org/obp>

4 Matériaux et construction

4.1 Généralités

La feuille est constituée d'une base isolante avec une feuille métallique collée d'un côté ou des deux.

4.2 Système résineux

Résine époxyde non halogénée, chargée, qui donne un stratifié avec une température de transition vitreuse d'au moins 105 °C.

Des agents de contraste peuvent être ajoutés pour améliorer le traitement, notamment le contrôle optique automatique (AOI, *Automated Optical Inspection*).

Son étanchéité aux flammes est définie par les exigences d'inflammabilité données en 7.3.

4.3 Feuille métallique

Cuivre spécifié dans l'IEC 61249-5-1, feuille de cuivre (pour la fabrication de matériaux plaqués cuivre). Les feuilles déposées par voie galvanique et de ductilité définie sont privilégiées.

4.4 Renforcement

Verre E tissé spécifié dans l'IEC/PAS 61249-6-3, tissu de verre E tissé (pour la fabrication de matériaux préimprégnés et plaqués cuivre) utilisé comme feuille de surface de chaque côté d'un renforcement de noyau composé d'un tapis de verre E non tissé.

5 Propriétés électriques

Les exigences relatives aux propriétés électriques sont présentées dans le Tableau 1.

Tableau 1 – Propriétés électriques

Propriété	Méthode d'essai IEC 61189-2	Exigences
Résistance superficielle après chaleur humide, dans la chambre d'humidité	2E04	$\geq 5\,000\text{ M}\Omega$
Résistance superficielle après chaleur humide et récupération (facultatif)	2E04	$\geq 40\,000\text{ M}\Omega$
Résistivité transversale après chaleur humide, dans la chambre d'humidité	2E04	$\geq 5\,000\text{ M}\Omega\text{m}$
Résistivité transversale après chaleur humide et récupération (facultatif)	2E04	$\geq 10\,000\text{ M}\Omega\text{m}$
Permittivité relative après chaleur humide et récupération (1 MHz)	2E10	$\leq 6,1$
Facteur de dissipation après chaleur humide et récupération (1 MHz)	2E10	$\leq 0,040$
Résistance à l'arc	2E14	$\geq 60\text{ s}$
Claquage du diélectrique	2E15	$\geq 40\text{ kV}$
Résistance superficielle à 125 °C	2E04	$\geq 1\,000\text{ M}\Omega$
Résistivité transversale à 125 °C	2E04	$\geq 100\text{ M}\Omega\text{m}$

6 Propriétés non électriques du stratifié plaqué cuivre

6.1 Apparence de la feuille plaquée cuivre

6.1.1 Généralités

La face plaquée cuivre doit être essentiellement exempte de défauts qui peuvent compromettre l'aptitude à l'emploi du matériau aux fins prévues.

Pour les défauts indiqués du 6.1.2 au 6.1.6, les exigences données doivent s'appliquer lors de la réalisation d'un examen conformément à l'IEC 61189-2, méthode 2M18.

6.1.2 Empreintes (trous et creux)

La taille d'une empreinte, généralement sa longueur, doit être déterminée et constituer une valeur ponctuelle à utiliser comme mesure de la qualité, selon les indications du Tableau 2.

Tableau 2 – Taille des empreintes

Taille mm	Valeur ponctuelle pour chaque empreinte
0,13 à 0,25	1
0,26 à 0,50	2
0,51 à 0,75	4
0,76 à 1,00	7
Supérieure à 1,00	30

Le dénombrement ponctuel total pour toute zone de 300 mm × 300 mm doit être calculé afin de déterminer la classe du matériau.

- Classe A: 29 maximum
- Classe B: 17 maximum
- Classe C: 5 maximum
- Classe D: 0
- Classe X: Doit faire l'objet d'un accord entre l'utilisateur et le fournisseur

La classe de matériau exigée doit être spécifiée dans le bon de commande. Sauf spécification contraire, la classe A s'applique.

6.1.3 Plis

La surface du cuivre ne doit présenter aucun pli.

La zone examinée doit exclure une bordure de 13 mm à partir du bord du panneau ou de la feuille.

6.1.4 Eraflures

Les éraflures dont la profondeur est supérieure à 10 µm ou 20 % de l'épaisseur nominale de la feuille, selon la valeur la plus faible, ne sont pas admises.

Les éraflures dont la profondeur est inférieure à 5 % de l'épaisseur nominale de la feuille ne doivent être prises en compte que si leur profondeur est de 10 µm ou plus.

Les éraflures dont la profondeur est comprise entre 5 % et 20 % de l'épaisseur nominale de la feuille sont admises sur une longueur totale de 100 mm pour une zone de 300 mm × 300 mm.

La zone examinée doit exclure une bordure de 13 mm à partir du bord du panneau ou de la feuille.

6.1.5 Zones surélevées

Les zones surélevées sont généralement des impressions sur les plaques de pressage utilisées lors de la fabrication, mais elles peuvent également être causées par des cloques ou par l'intrusion de particules étrangères sous la feuille.

Les zones surélevées causées par des cloques ou des intrusions ne sont pas admises.

Les zones surélevées qui sont des impressions de défauts sur les plaques de pressage sont admises selon les conditions suivantes:

- matériau de classes A et X: hauteur maximale 15 µm et longueur maximale 15 mm;
- matériau de classes B et C: hauteur maximale 8 µm et longueur maximale 15 mm;
- matériau de classe D: hauteur maximale 5 µm et longueur maximale 15 mm.

6.2 Apparence de la face non plaquée

La face non plaquée d'une feuille plaquée d'un seul côté doit avoir l'apparence naturelle due au processus de durcissement. De légères irrégularités de couleur sont admises. La luisance de la face non plaquée doit être celle donnée par la plaque de pressage, le film antiadhésif ou la feuille antiadhésive utilisé(e). Les variations de luisance dues à l'effet de la pression des gaz libérés pendant le durcissement sont admises.

6.3 Epaisseur du stratifié

Si le stratifié plaqué cuivre est soumis à l'essai selon la méthode 2D01 de l'IEC 61189-2, son épaisseur ne doit pas s'écarter de l'épaisseur nominale de plus de la valeur appropriée indiquée dans le Tableau 3. Les tolérances étroites doivent s'appliquer, à moins que les autres tolérances ne soient demandées.

Tableau 3 – Epaisseur nominale et tolérance du stratifié plaqué métal

Propriété	Méthode d'essai IEC 61189-2	Epaisseur nominale feuille métallique comprise mm	Exigence de tolérance ± mm		
			Large	Etroite	Très étroite
Epaisseur	2D01	$\geq 0,60 < 0,80$	0,08	0,06	0,05
		$\geq 0,80 < 1,00$	0,17	0,10	0,08
		$\geq 1,00 \leq 1,70$	0,19	0,13	0,08

L'épaisseur et les tolérances ne s'appliquent pas aux bordures externes de 25 mm de la feuille prototype découpée ni aux bordures externes de 13 mm du panneau prédécoupé fabriqué et livré par le fournisseur. L'épaisseur ne doit en aucun point varier de l'épaisseur nominale d'une valeur supérieure à 125 % de la tolérance spécifiée.

6.4 Courbure et vrillage

Lorsque le stratifié plaqué cuivre est soumis à l'essai selon la méthode 2M01 de l'IEC 61189-2, la courbure et le vrillage ne doivent pas dépasser les valeurs indiquées dans le Tableau 4.

Tableau 4 – Exigences de courbure et de vrillage

Propriété	Méthode d'essai IEC 61189-2	Épaisseur nominale mm	Plus long côté du panneau mm	Exigences %	
				Feuille de cuivre d'un côté	Feuille de cuivre des deux côtés
Courbure et vrillage	2M01	≥ 0,6 ≤ 1,3	≤ 350	≤ 2,5	≤ 2,0
			> 350 ≤500	≤ 2,3	≤ 1,8
			> 500	≤ 2,0	≤ 1,5
		> 1,3 ≤ 1,7	≤ 350	≤ 2,0	≤ 1,5
			> 350 ≤ 500	≤ 1,8	≤ 1,3
			> 500	≤ 1,5	≤ 1,0

Les exigences de courbure et de vrillage s'appliquent uniquement aux stratifiés plaqués cuivre d'un côté avec une épaisseur de feuille maximale de 105 µm (915 g/m²) et aux stratifiés plaqués cuivre des deux côtés avec une différence d'épaisseur de feuille maximale de 70 µm (610 g/m²).

Il convient que les exigences pour les stratifiés qui présentent des configurations de feuille de cuivre au-delà de ces limites fassent l'objet d'un accord entre l'acheteur et le fournisseur.

6.5 Propriétés relatives à l'adhérence de la feuille de cuivre

Les exigences de force d'arrachement et d'adhérence sont indiquées dans le Tableau 5. Ces exigences s'appliquent à une feuille cuivre de profondeur de profil normale.

Tableau 5 – Exigences de force d'arrachement et d'adhérence

Propriété	Méthode d'essai IEC 61189-2	Exigence		
Force d'arrachement	2M05	$\geq 25 \text{ N}$		
		Épaisseur de la feuille de cuivre		
		18 μm (152 g/m ²)	$\geq 35 \mu\text{m}$ (305 g/m ²)	$\geq 70 \mu\text{m}$ (610 g/m ²)
Force d'adhérence après choc thermique à 288 °C, pendant 20 s	2M14	$\geq 0,8 \text{ N/mm}$	$\geq 1,0 \text{ N/mm}$	$\geq 1,2 \text{ N/mm}$
		Aucun cloquage ni décollement interlaminaire		
Force d'adhérence après chaleur sèche à 125 °C	2M15	A l'étude	A l'étude	A l'étude
		Aucun cloquage ni décollement interlaminaire		
Force d'adhérence après exposition aux vapeurs de solvants. Solvants fixés par accord entre l'acheteur et le fournisseur.	2M06	$\geq 0,8 \text{ N/mm}$	$\geq 1,0 \text{ N/mm}$	$\geq 1,2 \text{ N/mm}$
		Aucun cloquage ni décollement interlaminaire		
Force d'adhérence après simulation de placage	2M16	A l'étude	A l'étude	A l'étude
		Aucun cloquage ni décollement interlaminaire		
Force d'adhérence à haute température Température de 125 °C (facultatif)	2M17	$\geq 0,6 \text{ N/mm}$	$\geq 0,7 \text{ N/mm}$	$\geq 0,9 \text{ N/mm}$
Cloquage après choc thermique à 288 °C, pendant 20 s	2C05	Aucun cloquage ni décollement interlaminaire		

En cas de difficulté due à la rupture de la feuille ou à la plage de lecture de l'appareil de mesure de la force, le mesurage de la force d'adhérence à haute température peut être effectué en utilisant des épaisseurs de conducteur de plus de 3 mm.

6.6 Poinçonnage et usinage

Le stratifié doit, conformément aux recommandations du fabricant, pouvoir être poinçonné, cisailé ou percé. Un décollement interlaminaire sur les bords dû au processus de cisaillement est admissible, à condition que la profondeur du décollement interlaminaire ne soit pas supérieure à l'épaisseur du matériau de base. Un décollement interlaminaire sur les bords des trous percés dû au processus de perçage n'est pas admissible. Les trous percés doivent pouvoir être plaqués sans interférence d'aucune exsudation dans le trou.

La méthode 2M19 de l'IEC 61189-2 est méthode d'essai adaptée pour l'évaluation du poinçonnage. Les exigences relatives aux forces de poinçonnage et d'arrachement font l'objet d'un accord entre l'utilisateur et le fournisseur.

6.7 Stabilité dimensionnelle

Lorsque les éprouvettes sont soumises à l'essai selon la méthode 2X02 de l'IEC 61189-2, la tolérance observée doit être conforme aux spécifications du Tableau 6. La stabilité dimensionnelle nominale doit être la valeur fixée par accord entre l'utilisateur et le fournisseur. La plage de tolérance autour de la plage nominale fixée doit être la plage B, sauf spécification contraire dans le bon de commande.

Tableau 6 – Stabilité dimensionnelle

Propriété	Méthode d'essai IEC 61189-2	Classe	Exigence µm/m
Stabilité dimensionnelle	2X02	A	± 600
		B	± 400
		C	± 200
		X	Selon accord entre l'utilisateur et le fournisseur.

Le choix des tissus de verre et des papiers cellulosiques pour la construction du stratifié a une incidence importante sur la stabilité dimensionnelle. Des exemples de constructions types utilisées dans les applications de circuits imprimés peuvent être consultés à l'Annexe B. L'Annexe B n'est pas un tableau d'exigences de construction; elle est donnée à titre d'information d'ingénierie uniquement.

6.8 Tailles de feuille

6.8.1 Tailles de feuille types

Les tailles de feuille font l'objet d'un accord entre l'acheteur et le fournisseur. Cependant, les tailles recommandées sont indiquées ci-dessous:

- 915 mm × 1 220 mm;
- 1 020 mm × 1 220 mm;
- 1 070 mm × 1 220 mm;
- 1 065 mm × 1 155 mm;
- 1 065 mm × 1 280 mm;
- 1 000 mm × 1 000 mm;

– 1 000 mm × 1 200 mm.

6.8.2 Tolérances sur les tailles de feuille

La taille de la feuille livrée par le fournisseur ne doit pas s'écarter de plus de $\pm 25_0$ mm de la taille demandée.

6.9 Panneaux découpés

6.9.1 Tailles des panneaux découpés

Les tailles des panneaux découpés doivent, à la livraison, être conformes aux spécifications de l'acheteur.

6.9.2 Tolérance sur les tailles des panneaux découpés

Pour les panneaux prédécoupés selon les spécifications de l'acheteur, les tolérances sur la longueur et la largeur doivent s'appliquer conformément au Tableau 7. Les tolérances indiquées comme "normales" doivent être appliquées, sauf indication contraire dans la spécification d'achat.

Tableau 7 – Tolérance sur les tailles des panneaux découpés

Taille du panneau mm	Exigence de tolérance ± mm	
	Normale	Etroite
≤ 300	2,0	0,5
> 300 ≤ 600	2,0	0,8
> 600	2,0	1,6
NOTE Les tolérances spécifiées incluent tout écart causé par le découpage des panneaux.		

6.9.3 Rectangularité des panneaux découpés

Pour les panneaux prédécoupés selon les spécifications de l'acheteur, les exigences de rectangularité doivent s'appliquer conformément au Tableau 8. La tolérance indiquée comme "normale" doit être appliquée, sauf indication contraire dans la spécification d'achat.

Tableau 8 – Rectangularité des panneaux découpés

Propriété	Méthode d'essai IEC 61189-2	Exigence mm/m	
		Normale	Etroite
Rectangularité des panneaux découpés	2M23	≤3	≤2

6.10 Conductivité thermique

La conductivité thermique doit satisfaire à l'exigence du Tableau 9.

Tableau 9 – Conductivité thermique

Propriété	Méthode d'essai	Valeur nominale W/(m·K)	Tolérance W/(m·K)
Conductivité thermique	2XXX ^a	1,5	± 0,20
^a A l'étude (méthode du flux thermique en régime établi)			

7 Propriétés non électriques du matériau de base après retrait complet de la feuille de cuivre

7.1 Apparence du matériau diélectrique de base

Les éprouvettes gravées doivent être examinées afin de vérifier l'absence d'imperfections sur ou sous la surface du matériau diélectrique au-delà de celles indiquées ci-dessous. Les panneaux doivent être examinés à l'aide d'un appareil optique qui assure un grossissement minimal de 4×.

L'examen de référence doit être réalisé avec un grossissement de 10×. Les conditions d'éclairage lors de l'examen doivent être adaptées au matériau examiné ou faire l'objet d'un accord entre l'utilisateur et le fournisseur.

Les imperfections sur et sous la surface (contexture, insuffisance de résine, vides, intrusions étrangères, par exemple) doivent être acceptables à condition qu'elles satisfassent à ce qui suit:

- les fibres de renforcement ne sont pas coupées ou exposées;
- les intrusions étrangères ne sont pas conductrices;
- les intrusions métalliques ne sont pas acceptables;
- les imperfections ne se propagent pas sous l'effet d'une contrainte thermique;
- les intrusions étrangères sont translucides;
- les fibres étrangères opaques sont d'une longueur inférieure à 15 mm et ne sont en moyenne pas plus de 1,0 par zone de 300 mm × 300 mm;
- les intrusions étrangères opaques autres que des fibres ne doivent pas dépasser 0,50 mm. Les intrusions étrangères opaques inférieures à 0,15 mm ne doivent pas être prises en compte. Les intrusions étrangères opaques entre 0,50 mm et 0,15 mm ne doivent pas représenter en moyenne plus de deux points par zone de 300 mm × 300 mm;
- les vides (vides scellés ou de surface) ont une dimension majeure inférieure à 0,075 mm et il ne doit pas y avoir plus de trois vides pour un cercle de 3,5 mm de diamètre.

7.2 Résistance à la flexion

Lorsque le stratifié est soumis à l'essai selon la méthode 2M20 de l'IEC 61189-2, la résistance à la flexion doit être conforme aux indications du Tableau 10.

Tableau 10 – Exigences de résistance à la flexion

Propriété	Méthode d'essai IEC 61189-2	Exigences
Résistance à la flexion Direction longitudinale Direction transversale (applicable aux feuilles d'épaisseur ≥ 0,80 mm – 1,70 mm)	2M20	$\geq 250 \text{ N/mm}^2$ $\geq 150 \text{ N/mm}^2$
Résistance à la flexion à température élevée Direction longitudinale (applicable aux feuilles d'épaisseur ≥ 0,80 mm – 1,70 mm)		Non spécifiée

7.3 Inflammabilité

Lorsque le stratifié est soumis à l'essai selon la méthode 2C06 de l'IEC 61189-2, l'inflammabilité doit être conforme aux indications du Tableau 11.

La performance étiquetée FV-0 doit être appliquée, sauf spécification contraire dans le bon de commande.

Tableau 11 – Exigences d'inflammabilité

Propriété	Méthode d'essai IEC 61189-2	Exigences	
		Désignation	
		FV0	FV1
Inflammabilité:	2C06		
Durée de combustion avec flammes après chaque application de la flamme pour chaque éprouvette		≤ 10 s	≤ 30 s
Durée de combustion totale avec flammes pour les 10 applications de la flamme pour chaque jeu de 5 éprouvettes		≤ 50 s	≤ 250 s
Durée de combustion par incandescence après le deuxième retrait de la flamme d'essai		≤ 30 s	≤ 60 s
Combustion de l'inflammation ou par incandescence jusqu'à la pince de maintien		Aucune	Aucune
Gouttes de particules enflammées qui enflamment le papier de soie		Aucune	Aucune

7.4 Absorption d'eau

Lorsque le stratifié est soumis à l'essai selon la méthode 2N02 de l'IEC 61189-2, l'absorption maximale d'eau doit être conforme aux indications du Tableau 12.

Tableau 12 – Exigences d'absorption d'eau

Propriété	Méthode d'essai IEC 61189-2	Epaisseur mm	Exigences %
Absorption d'eau	2N02	$\geq 0,60 < 1,20$	$\leq 0,50$
		$\geq 1,20 < 1,60$	$\leq 0,40$
		$\geq 1,60 \leq 1,70$	$\leq 0,25$

7.5 Blanchissement au croisement des fibres

Lorsque le stratifié est soumis à l'essai selon la méthode 2N01 de l'IEC 61189-2, les exigences portant sur le blanchissement au croisement des fibres doivent être conformes aux indications du Tableau 13.

Tableau 13 – Exigences portant sur le blanchissement au croisement des fibres

Propriété	Méthode d'essai IEC 61189-2	Exigences
Blanchissement au croisement des fibres	2N01 ^a	Aucun blanchissement au croisement des fibres sur trois éprouvettes. Si une éprouvette sur trois échoue, l'essai doit être répété. Aucun blanchissement au croisement des fibres sur trois éprouvettes n'est admis pour le deuxième essai. Aucun cloquage ni décollement interlaminaire ne sont admis sur aucune des trois éprouvettes.
^a Les conditions d'essai suivantes doivent être demandées: le temps de palier pour 2 atmosphères dans un récipient sous pression est de 90 min et la condition du choc thermique après cuisson est de 288 °C pendant 20 s.		

7.6 Température de transition vitreuse et facteur de traitement

Les exigences de température de transition vitreuse et de facteur de traitement sont indiquées dans le Tableau 14.

Tableau 14 – Exigences de température de transition vitreuse et de facteur de traitement

Propriété	Méthode d'essai IEC 61189-2	Exigences
Température de transition vitreuse	2M10 ou 2M11	≥ 105 °C
Facteur de traitement	2M03	$\geq 0,95$

7.7 Température de décomposition

Les exigences de température de décomposition sont indiquées dans le Tableau 15.

Tableau 15 – Exigences de température de décomposition

Propriété	Méthode d'essai IEC 61189-2	Exigences
Température de décomposition (perte de poids de 5 % à partir de 50 °C)	2MXX ^a	≥ 310 °C
^a A l'étude.		

7.8 Décollement interlaminaire dans le temps (TMA, *Time To Delamination*)

Les exigences de décollement interlaminaire dans le temps sont indiquées dans le Tableau 16. L'éprouvette ne doit présenter de feuille de cuivre sur aucune couche.

Tableau 16 – Exigence de décollement interlaminaire dans le temps

Propriété		Méthode d'essai IEC 61189-2	Exigences
Décollement interlaminaire dans le temps	T260 (à 260 °C)	2M25	≥ 30 min
	T288 (à 288 °C)		≥ 5 min

7.9 Teneur en halogènes

Les exigences de teneur en halogènes sont indiquées dans le Tableau 17.

Tableau 17 – Teneur en halogènes

Propriété	Méthode d'essai IEC 61189-2	Exigences
Teneur en halogènes	2C12	
Chlore		≤ 0,09%
Brome		≤ 0,09%
Chlore + Brome		≤ 0,15%

8 Assurance qualité

8.1 Système qualité

Le fournisseur doit utiliser un système qualité, ISO 9000 ou analogue, pour la prise en charge de l'examen de conformité de la qualité.

Le fournisseur doit utiliser un système de management du contrôle environnemental, ISO 14001 ou analogue, pour la prise en charge des considérations environnementales.

8.2 Responsabilité des examens

Le fournisseur est responsable de tous les examens du matériau fabriqué. L'acheteur ou un tiers désigné peut auditer cet examen.