

NORME
INTERNATIONALE

CEI
IEC

INTERNATIONAL
STANDARD

60249-2-13

Première édition
First edition
1987-09

Matériaux de base pour circuits imprimés

Deuxième partie: Spécifications

Spécification n° 13: Film flexible de polyimide
recouvert de cuivre, de qualité courante

Base materials for printed circuits

Part 2: Specifications

Specification No. 13: Flexible copper-clad polyimide
film, general purpose grade



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60249-2-13: 1987

Numéros des publications

Depuis le 1^{er} janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000.

Publications consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

Validité de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique.

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles dans le Catalogue de la CEI.

Les renseignements relatifs à des questions à l'étude et des travaux en cours entrepris par le comité technique qui a établi cette publication, ainsi que la liste des publications établies, se trouvent dans les documents ci-dessous:

- «Site web» de la CEI*
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement
(Catalogue en ligne)*
- **Bulletin de la CEI**
Disponible à la fois au «site web» de la CEI* et comme périodique imprimé

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI).

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*, la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*, et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*.

* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series.

Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Validity of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available in the IEC catalogue.

Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is to be found at the following IEC sources:

- **IEC web site***
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates
(On-line catalogue)*
- **IEC Bulletin**
Available both at the IEC web site* and as a printed periodical

Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV).

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*.

* See web site address on title page.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60249-2-13

Première édition
First edition
1987-09

Matériaux de base pour circuits imprimés

Deuxième partie: Spécifications

Spécification n° 13: Film flexible de polyimide
recouvert de cuivre, de qualité courante

Base materials for printed circuits

Part 2: Specifications

Specification No. 13: Flexible copper-clad polyimide
film, general purpose grade

© IEC 1987 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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 photo-
copie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

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 the publisher.

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembé Geneva, Switzerland
e-mail: inmail@iec.ch IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

L

Pour prix, voir catalogue en vigueur
For price, see current catalogue

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
Articles	
1. Domaine d'application	6
2. Matériaux et construction	6
3. Marquage interne	8
4. Propriétés électriques	8
5. Propriétés non électriques du film recouvert de cuivre	10
6. Propriétés non électriques du matériau de base après enlèvement complet de la feuille de cuivre	18
7. Emballage et marquage	20
8. Essais de réception	20
9. Exigences supplémentaires	20

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
Clause	
1. Scope	7
2. Materials and construction	7
3. Internal marking	9
4. Electrical properties	9
5. Non-electrical properties of the copper-clad film	11
6. Non-electrical properties of the base material after complete removal of the copper foil	19
7. Packaging and marking	21
8. Acceptance testing	21
9. Additional requirements	21

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MATÉRIAUX DE BASE POUR CIRCUITS IMPRIMÉS

Deuxième partie: Spécifications

**Spécification n° 13: Film flexible de polyimide recouvert de cuivre,
de qualité courante**

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 4) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand il est déclaré qu'un matériel est conforme à l'une de ses recommandations.

PRÉFACE

La présente norme a été établie par le Comité d'Etudes n° 52 de la CEI: Circuits imprimés.

La présente norme constitue la Spécification n° 13 d'une série de publications, laquelle remplacera les spécifications comprises à l'origine dans la Publication 249-2 de la CEI et pourra aussi inclure de nouvelles spécifications.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapport de vote	Procédure des Deux Mois	Rapport de vote
52(BC)245	52(BC)274	52(BC)262	52(BC)290

Les rapports de vote indiqués dans le tableau ci-dessus donnent toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

Les publications suivantes de la CEI sont citées dans la présente norme:

Publications n°s 249-1 (1982): Matériaux de base pour circuits imprimés, Première partie: Méthodes d'essai.

249-3A (1976): Premier complément à la Publication 249-3 (1973): Matériaux de base pour circuits imprimés. Troisième partie: Matériaux spéciaux utilisés en association avec les circuits imprimés — Spécification n° 2: Spécification pour feuille de cuivre utilisée pour la fabrication de matériaux de base plaqués cuivre.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

BASE MATERIALS FOR PRINTED CIRCUITS**Part 2: Specifications****Specification No. 13: Flexible copper-clad polyimide film,
general purpose grade**

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.
- 4) The IEC has not laid down any procedure concerning marking as an indication of approval and has no responsibility when an item of equipment is declared to comply with one of its recommendations.

PREFACE

This standard has been prepared by IEC Technical Committee No. 52: Printed Circuits.

This standard forms Specification No. 13 of a publication series which will replace the specifications originally included in IEC Publication 249-2 and will also include new specifications.

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

Six Months' Rule	Report on Voting	Two Months' Procedure	Report on Voting
52(CO)245	52(CO)274	52(CO)262	52(CO)290

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

The following IEC publications are quoted in this standard:

Publications Nos. 249-1 (1982): Base materials for printed circuits, Part 1: Test methods.

249-3A (1976): First supplement to Publication 249-3 (1973): Base materials for printed circuits, Part 3: Special materials used in connection with printed circuits — Specification No. 2: Specification for copper foil for use in the manufacture of copper-clad base materials.

MATÉRIAUX DE BASE POUR CIRCUITS IMPRIMÉS

Deuxième partie: Spécifications

Spécification n° 13: Film flexible de polyimide recouvert de cuivre, de qualité courante

1. Domaine d'application

Cette spécification donne les exigences concernant les propriétés des films flexibles de polyimide recouverts de cuivre, de qualité courante.

Note. — Pour désigner ce matériau, on peut utiliser la référence 249-2-13-IEC-PI-Cu; s'il n'y a pas de confusion possible, on peut utiliser aussi la désignation plus brève IEC-249-2-13.

Cette spécification comporte des exigences facultatives qui s'appliquent uniquement par accord entre acheteur et fournisseur. Les films cuivrés répondant à toutes les exigences des essais non marqués «facultatif» sont considérés comme conformes à cette spécification.

2. Matériaux et construction

Le matériau consiste en un film isolant flexible recouvert d'une feuille de cuivre sur une face ou sur les deux faces, avec ou sans emploi de colle. Cette spécification ne concerne pas les laminés de polyimide avec d'autres films (par exemple (éthylène/propylène) perfluoré, FEP, ou polytétrafluoréthylène, PTFE).

2.1 Base isolante

2.1.1 Film de polyimide

Film de polyimide dont les épaisseurs préférentielles et les tolérances sont données dans le tableau ci-dessous (mesures effectuées suivant la méthode du paragraphe 3.14 de la Publication 249-1 de la CEI). D'autres épaisseurs peuvent être utilisées après accord entre acheteur et fournisseur.

TABLEAU I

Épaisseurs préférentielles et tolérances admissibles pour le film de polyimide

Épaisseur nominale		Tolérance maximale admissible en un point quelconque
μm	in	%
12,5	0,0005	± 30
25	0,001	± 20
50	0,002	± 15
75	0,003	± 10
125	0,005	± 10

2.1.2 Agent de liaison

Une couche de colle peut être utilisée entre le film de polyimide et la feuille métallique.

2.2 Feuille de métal

Cuivre répondant à la Publication 249-3A de la CEI.

BASE MATERIALS FOR PRINTED CIRCUITS

Part 2: Specifications

Specification No. 13: Flexible copper-clad polyimide film, general purpose grade

1. Scope

This specification gives requirements for properties of flexible copper-clad polyimide film, general purpose grade.

Note. — To designate this material, the reference 249-2-13-IEC-PI-Cu may be used; if there is no risk of confusion, the type designation may be abbreviated to read IEC-249-2-13.

The specification includes optional requirements which apply only by agreement between purchaser and supplier. Copper-clad film complying with all the requirements not marked "optional" should be deemed to comply with this specification.

2. Materials and construction

The material consists of an insulating flexible film base with copper foil bonded to one or both sides, with or without the use of an adhesive. This specification does not cover laminates of polyimide with other films (e.g. perfluoro (ethylene/propylene), FEP, or polytetrafluoroethylene, PTFE).

2.1 Insulating base

2.1.1 Polyimide film

Polyimide film of preferred thicknesses and permitted tolerances as given in the following table when measured by the method of Sub-clause 3.14 of IEC Publication 249-1. Other thicknesses may be used by agreement between purchaser and supplier.

TABLE I

*Preferred thicknesses and permitted tolerances of
polyimide film*

Nominal thickness		Maximum permitted tolerance at any point
μm	in	%
12.5	0.0005	± 30
25	0.001	± 20
50	0.002	± 15
75	0.003	± 10
125	0.005	± 10

2.1.2 Bonding medium

A layer of adhesive may be used between the polyimide film and the metal foil.

2.2 Metal foil

Copper as specified in IEC Publication 249-3A.

2.3 Combinaisons préférentielles de feuille de cuivre et de film de polyimide

Les épaisseurs nominales du tableau ci-dessous supposent la présence d'une couche de colle de 15 μm (0,0006 in) d'épaisseur entre le cuivre et le film. Elles seront modifiées pour toute autre épaisseur de colle.

TABLEAU II

	Feuille de cuivre		Epaisseur du film de polyimide μm (in)				
	Epaisseur nominale μm (in)	Masse surfactive g/m^2 (oz/ft ²)	12,5 (0,0005)	25 (0,001)	50 (0,002)	75 (0,003)	125 (0,005)
	Epaisseur nominale totale μm (in)						
Une face cuivrée	18 (0,0007)	152 (0,5)	—	—	83 (0,0033)	—	—
	35 (0,0014)	305 (1)	—	75 (0,0029)	100 (0,0039)	125 (0,0049)	—
	70 (0,0028)	610 (2)	—	—	—	160 (0,0063)	—
Deux faces cuivrées	18 (0,0007)	152 (0,5)	—	—	—	—	—
	35 (0,0014)	305 (1)	—	—	150 (0,0059)	175 (0,0069)	—
	70 (0,0028)	610 (2)	—	—	—	—	—

3. Marquage interne

Non applicable.

4. Propriétés électriques

TABLEAU III

Propriétés	Méthode d'essai (paragraphe de la Publication 249-1 de la CEI)	Exigences
Résistance superficielle, mesure effectuée dans la chambre climatique (facultatif)	2.2	A l'étude
Résistance superficielle après reprise	2.2	100 000 $\text{M}\Omega$ min.
Résistivité transversale, mesure effectuée dans la chambre climatique (facultatif)	2.3	A l'étude
Résistivité transversale après reprise	2.3	1 000 000 $\text{M}\Omega\text{m}$ min. uniquement sur les films cuivrés sur deux faces
Permittivité relative après chaleur humide et reprise (facultatif)	2.7	4,5 max.
Facteur de dissipation diélectrique après chaleur humide et reprise (facultatif)	2.7	0,035 max.
Rigidité diélectrique (facultatif)	2.8	25 kV/mm (625 V/mil) min.

2.3 Preferred combinations of copper foil and polyimide film

The nominal thicknesses in the table below assume the presence of an adhesive layer 15 μm (0.0006 in) thick between the copper and the film, and will thus need adjusting for any other thickness of adhesive.

TABLE II

	Copper foil		Polyimide film thickness μm (in)				
	Nominal thickness μm (in)	Mass per unit area g/m^2 (oz/ft ²)	12.5 (0.0005)	25 (0.001)	50 (0.002)	75 (0.003)	125 (0.005)
			Nominal total thickness μm (in)				
Foil one side	18 (0.0007)	152 (0.5)	—	—	83 (0.0033)	—	—
	35 (0.0014)	305 (1)	—	75 (0.0029)	100 (0.0039)	125 (0.0049)	—
	70 (0.0028)	610 (2)	—	—	—	160 (0.0063)	—
Foil both sides	18 (0.0007)	152 (0.5)	—	—	—	—	—
	35 (0.0014)	305 (1)	—	—	150 (0.0059)	175 (0.0069)	—
	70 (0.0028)	610 (2)	—	—	—	—	—

3. Internal marking

Not applicable.

4. Electrical properties

TABLE III

Property	Test method (Sub-clause of IEC Publication 249-1)	Requirement
Surface resistance while in the humidity chamber (optional)	2.2	Under consideration
Surface resistance after recovery	2.2	100 000 $\text{M}\Omega$ min.
Volume resistivity while in the humidity chamber (optional)	2.3	Under consideration
Volume resistivity after recovery	2.3	1 000 000 $\text{M}\Omega\text{m}$ min. on films clad both sides only
Relative permittivity after damp heat and recovery (optional)	2.7	4.5 max.
Dielectric dissipation factor after damp heat and recovery (optional)	2.7	0.035 max.
Electrical strength (optional)	2.8	25 kV/mm (625 V/mil) min.

5. Propriétés non électriques du film recouvert de cuivre

Quand le matériau est fourni en rouleau, les exigences des paragraphes 5.1 et 5.2 doivent s'appliquer seulement à la partie qui est à plus de 6 mm de chaque bord.

5.1 Aspect de la face plaquée cuivre

5.1.1 Fini de surface normal

La face plaquée cuivre doit être essentiellement exempte de cloques, plissements, piqûres, rayures profondes, creux et colle. Il doit être possible d'enlever rapidement toute décoloration ou contamination avec une solution d'acide chlorhydrique de masse volumique 1,02 g/cm³ ou à l'aide d'un solvant organique convenable.

5.1.2 Fini de surface de haute qualité (facultatif)

Si une surface de haute qualité est nécessaire pour un placage en métal précieux ou pour la gravure de conducteurs étroits et qu'elle est commandée par l'acheteur, les exigences suivantes s'ajoutent à celles du paragraphe 5.1.1; les conditions d'inspection sont celles du paragraphe 3.9 de la Publication 249-1 de la CEI.

Le fini de surface de la face plaquée cuivre doit être tel qu'il ne dissimule pas d'imperfections.

La surface de la feuille de cuivre doit être exempte de rayures de profondeur supérieure à 0,010 mm (0,0004 in). La longueur totale des rayures de profondeur supérieure à 0,005 mm (0,0002 in) mais inférieure à 0,010 mm (0,0004 in) ne doit pas dépasser 1 m par mètre carré (1 yd par yard carré) de la surface totale à essayer.

Cette exigence s'applique aux feuilles de 35 µm et 70 µm (305 g/m² et 610 g/m², 1 oz/ft² et 2 oz/ft²). Les rayures autorisées sur les feuilles de 18 µm (152 g/m², 0,5 oz/ft²) sont encore à l'étude.

La surface totale de toutes les piqûres dans une surface de 0,5 m² (5,4 ft²) ne doit pas dépasser 0,012 mm² ($2 \cdot 10^{-5}$ in²).

Aucun matériau ne doit avoir un nombre d'imperfections des types énumérés ci-après, supérieur à celui qui est indiqué dans le tableau IV:

5. Non-electrical properties of the copper-clad film

When material is supplied in roll form, the requirements of Sub-clauses 5.1 and 5.2 shall apply only to material which is further than 6 mm from each edge.

5.1 *Appearance of the copper-clad face*

5.1.1 *Normal surface finish*

The copper-clad face shall be substantially free from blisters, wrinkles, pin-holes, deep scratches, pits and adhesive. Any discoloration or contamination shall be readily removable with a hydrochloric acid solution of density 1.02 g/cm^3 or with a suitable organic solvent.

5.1.2 *High-quality surface finish (optional)*

If a surface of high quality is essential for precious metal plating or fine line etching and is ordered by the purchaser, the following requirements shall apply in addition to those of Sub-clause 5.1.1 when inspected in accordance with Sub-clause 3.9 of IEC Publication 249-1.

The surface finish of the copper-clad face shall be such as not to conceal imperfections.

The surface of the copper foil shall be free from scratches of depth greater than 0.010 mm (0.0004 in). The total length of scratches of depth greater than 0.005 mm (0.0002 in) but not greater than 0.010 mm (0.0004 in) shall not exceed 1 m per square metre (1 yd per square yard) of the total area under test.

This requirement applies to the surface of $35 \text{ }\mu\text{m}$ and $70 \text{ }\mu\text{m}$ (305 g/m^2 and 610 g/m^2 , 1 oz/ft^2 and 2 oz/ft^2) foils. Permitted scratches on surfaces of $18 \text{ }\mu\text{m}$ (152 g/m^2 , 0.5 oz/ft^2) foil are still under consideration.

The total area of all pin-holes in an area of 0.5 m^2 (5.4 ft^2) shall not exceed 0.012 mm^2 ($2 \cdot 10^{-5} \text{ in}^2$).

No material shall have more imperfections of the types listed than those permitted by table IV:

TABLEAU IV

Types, dimensions et nombre d'imperfections admis

Types	Dimension (longueur si rien d'autre n'est indiqué)		Nombre d'imperfections admis	
	Supérieure à mm (in)	Inférieure ou égale à mm (in)	Dans toute surface de 1 m ² (1,2 yd ²)	Dans toute surface de 0,1 m ² (1 ft ²)
Inclusions dans la surface de cuivre	— 0,1 (0,004) 0,25 (0,01)	0,1 (0,004) 0,25 (0,01) —	Toute quantité 30 0	Toute quantité 4 0
Enfoncements*	— 0,25 (0,01) 0,5 (0,02) 1,25 (0,05)	0,25 (0,01) { 3,0 (0,12) ou largeur } 1,0 (0,04)	Toute quantité 30 11 3	Toute quantité 7 3 1
	3,0 (0,12) ou largeur 1,0 (0,04)	—	0	0

* Cette exigence peut être comprise de la façon suivante: le nombre maximal autorisé, dans une surface quelconque de 1 m², pour les enfoncements d'une longueur supérieure à 0,25 mm (0,01 in) est 30; parmi ceux-ci, aucun ne devra dépasser une longueur de 3,0 mm (0,12 in) ou une largeur de 1,0 mm (0,04 in), trois peuvent dépasser une longueur de 1,25 mm (0,05 in) et 11 peuvent dépasser une longueur de 0,5 mm (0,02 in).

Note. — Pour les panneaux découpés de surface inférieure à 0,1 m² (1 ft²), les nombres et les dimensions maximales des imperfections peuvent être adoptés par accord entre acheteur et fournisseur.

5.2 Inclusions entre film et cuivre

Les surfaces des délaminations observées entre le film et le cuivre, causées par des inclusions d'air ou des matières étrangères, ne doivent pas dépasser celles autorisées dans le tableau V, l'inspection du matériau étant faite selon la méthode du paragraphe 3.9 de la Publication 249-1 de la CEI.

TABLE IV
Types, sizes and permitted number of imperfections

Types	Size (length unless otherwise indicated)		Number of imperfections permitted	
	Above mm (in)	Not above mm (in)	In any area of 1 m ² (1.2 yd ²)	In any area of 0.1 m ² (1 ft ²)
Inclusions in the copper surface	— 0.1 (0.004) 0.25 (0.01)	0.1 (0.004) 0.25 (0.01) —	Any number 30 0	Any number 4 0
Indentations*	— 0.25 (0.01) 0.5 (0.02) 1.25 (0.05) 3.0 (0.12) or width 1.0 (0.04)	0.25 (0.01) { 3.0 (0.12) or width 1.0 (0.04) } —	Any number 30 11 3 0	Any number 7 3 1 0

* This requirement may be stated: The maximum permitted number of indentations in any area of 1 m² with length greater than 0.25 mm (0.01 in) is 30, of which none should exceed a length of 3.0 mm (0.12 in) or width of 1.0 mm (0.04 in), three may exceed a length of 1.25 mm (0.05 in) and 11 may exceed a length of 0.5 mm (0.02 in).

Note. — For cut panels smaller than 0.1 m² (1 ft²) in area the numbers and maximum sizes of imperfections may be agreed upon between purchaser and supplier.

5.2 Inclusions between film and copper

There shall be no more areas of delamination observed between the film and the copper caused by inclusions of air or foreign matter than those permitted in table V, when the material is inspected in accordance with the method of Sub-clause 3.9 of IEC Publication 249-1.

TABLEAU V

Inclusions admises entre film et cuivre

Dimension maximale de la surface délaminee mm (in)		Nombre maximal d'inclusions autorisé	
Supérieure à	Inférieure ou égale à	Dans toute surface de 1 m ² (10 ft ²)	Dans toute surface de 0,1 m ² (1 ft ²)
—	0,25 (0,01)	Toute quantité	Toute quantité
0,25 (0,01)	0,5 (0,02)	150	30
0,5 (0,02)	1,0 (0,04)	30	8
1,0 (0,04)	2,0 (0,08)	10	2
2,0 (0,08)	—	0	0

Notes 1. — (Paragraphe 5.2) — Pour tout panneau de surface inférieure à 0,1 m² (1 ft²), le nombre maximal et les dimensions maximales des zones délaminees autorisées peuvent être adoptés par accord entre acheteur et fournisseur.

2. — (Paragraphes 5.1 et 5.2) — Matériau fourni en rouleaux: les parties de matériau ne répondant pas aux exigences des paragraphes 5.1 et 5.2 peuvent être laissées sur le rouleau pour éviter des coupes et des raccords, à condition que les parties défectueuses, qui seront censées avoir une longueur minimale de 0,3 m (1 ft), soient clairement marquées par un «drapeau» visible sur le bord du rouleau, et à condition aussi que les longueurs défectueuses ne soient pas comprises dans les quantités nécessaires pour remplir une disposition quelconque de la présente spécification.

5.3 Epaisseur

Mesurée conformément au paragraphe 3.14 de la Publication 249-1 de la CEI, l'épaisseur totale du film recouvert de cuivre ne doit s'écarter en aucun point de la somme des épaisseurs nominales de ses divers composants de plus du pourcentage de tolérance autorisé dans le paragraphe 2.1.1 pour le film utilisé.

Pour les combinaisons préférentielles de cuivre et de film utilisant une couche de colle de 15 µm (0,0006 in) d'épaisseur, l'épaisseur nominale totale est indiquée au paragraphe 2.3.

TABLE V
Permitted inclusions between film and copper

Maximum dimension of delaminated area mm (in)		Maximum permitted number of inclusions	
Above	Not above	In any area of 1 m ² (10 ft ²)	In any area of 0.1 m ² (1 ft ²)
—	0.25 (0.01)	Any number	Any number
0.25 (0.01)	0.5 (0.02)	150	30
0.5 (0.02)	1.0 (0.04)	30	8
1.0 (0.04)	2.0 (0.08)	10	2
2.0 (0.08)	—	0	0

Notes 1. — (Sub-clause 5.2) — For any panels smaller than 0.1 m² (1 ft²) in area the numbers and maximum sizes of delaminated areas permitted should be as agreed between purchaser and supplier.

2. — (Sub-clauses 5.1 and 5.2) — Materials supplied in roll form: Materials failing to meet the requirements of Sub-clauses 5.1 or 5.2 may be left on the roll to avoid the need for cutting and splicing provided that failed lengths, which should be considered to be not less than 0.3 m (1 ft) long, are clearly marked with a "flag" which should be visible from the edge of the roll, and provided also that failed lengths are not included in any statement of material quantity claimed to meet this specification.

5.3 Thickness

When measured in accordance with Sub-clause 3.14 of IEC Publication 249-1, the overall thickness of the copper-clad film shall not differ at any point from the sum of the nominal thicknesses of its component layers by more than the permitted percentage tolerance allowed in Sub-clause 2.1.1 for the film used.

For the preferred combinations of copper and film using adhesive layers 15 µm (0.0006 in) thick, the total nominal thicknesses are shown in Sub-clause 2.3.

5.4 Propriétés concernant l'adhérence de la feuille de cuivre

TABLEAU VI

Propriétés	Méthode d'essai (paragraphe de la Publication 249-1 de la CEI)	Epaisseur nominale de la feuille de cuivre	Exigences
Force d'adhérence à la livraison	3.6	Au moins égale à 35 μm (305 g/m ² , 1 oz/ft ²) Inférieure à 35 μm (305 g/m ² , 1 oz/ft ²)	Pas inférieure à 0,7 N/mm (4,0 lbf/in) Pas inférieure à 0,5 N/mm (2,9 lbf/in)
Force d'adhérence après séjour de 30 min à 125°C et choc thermique de 10 s	3.6.2	Au moins égale à 35 μm (305 g/m ² , 1 oz/ft ²) Inférieure à 35 μm (305 g/m ² , 1 oz/ft ²) Chacune	Pas inférieure à 0,7 N/mm (4,0 lbf/in) Pas inférieure à 0,5 N/mm (2,9 lbf/in) Ni cloquage, ni délamination
Force d'adhérence après séjour de 30 min à 200°C (facultatif)	3.6.3	Au moins égale à 35 μm (305 g/m ² , 1 oz/ft ²) Inférieure à 35 μm (305 g/m ² , 1 oz/ft ²) Chacune	Pas inférieure à 0,7 N/mm (4,0 lbf/in) Pas inférieure à 0,5 N/mm (2,9 lbf/in) Ni cloquage, ni délamination
Valeur résiduelle de la force d'adhérence après immersion dans un solvant Solvants: 1,1,1-trichloréthane, isopropanol, méthyléthylcétone, chlorure de méthylène	3.6.6 mais durée de 3 min au lieu de 10 min	Chacune	Pas inférieure à 75 % Ni cloquage, ni délamination, ni adhésivité, ni changement de couleur
Valeur résiduelle de la force d'adhérence après conditions simulées de revêtement électrolytique (facultatif)	3.6.5 mais densité de courant de 50 A/m ² au lieu de 215 A/m ²	Chacune	Pas inférieure à 75 % Ni cloquage, ni délamination, ni adhésivité, ni changement de couleur

5.5 Résistance aux flexions répétées

TABLEAU VII

Propriété	Méthode d'essai (Paragraphe de la Publication 249-1 de la CEI)	Epaisseur nominale de la feuille de cuivre	Exigences
Résistance aux flexions répétées (facultatif)	3.12	18 μm (152 g/m ² , 0,5 oz/ft ²)	50 cycles (minimum)
		35 μm (305 g/m ² , 1 oz/ft ²)	100 cycles (minimum)
		70 μm (610 g/m ² , 2 oz/ft ²)	75 cycles (minimum)

5.6 Soudabilité

5.6.1 Etat de surface brut de presse (sans autre traitement de surface)

Quand la feuille est essayée selon la méthode décrite au paragraphe 3.10 de la Publication 249-1 de la CEI et en accord avec les durées et températures spécifiées ci-dessous, les zones soudées doivent être couvertes par une couche de soudure lisse et brillante. Les défauts

5.4 Properties related to the copper foil bond

TABLE VI

Property	Test method (Sub-clause of IEC Publication 249-1)	Nominal copper foil thickness	Requirement
Peel strength as received	3.6	35 μm and heavier (305 g/m ² , 1 oz/ft ²) Less than 35 μm (305 g/m ² , 1 oz/ft ²)	Not less than 0.7 N/mm (4.0 lbf/in) Not less than 0.5 N/mm (2.9 lbf/in)
Peel strength after conditioning 30 min at 125°C and heat shock for 10 s	3.6.2	35 μm and heavier (305 g/m ² , 1 oz/ft ²) Less than 35 μm (305 g/m ² , 1 oz/ft ²) Any	Not less than 0.7 N/mm (4.0 lbf/in) Not less than 0.5 N/mm (2.9 lbf/in) No blistering or delamination
Peel strength after dry heat for 30 min at 200°C (optional)	3.6.3	35 μm and heavier (305 g/m ² , 1 oz/ft ²) Less than 35 μm (305 g/m ² , 1 oz/ft ²) Any	Not less than 0.7 N/mm (4.0 lbf/in) Not less than 0.5 N/mm (2.9 lbf/in) No blistering or delamination
Retention of peel strength after immersion in solvent Solvents: 1,1,1-trichloroethane, isopropyl alcohol, methylethylketone, methylene chloride	3.6.6 but duration 3 min instead of 10 min	Any	Not less than 75% No blistering, delamination, tackiness or colour change
Retention of peel strength after simulated plating (optional)	3.6.5 but current density 50 A/m ² instead of 215 A/m ²	Any	Not less than 75% No blistering, delamination, tackiness or colour change

5.5 Flexural fatigue

TABLE VII

Property	Test method (Sub-clause of IEC Publication 249-1)	Nominal copper foil thickness	Requirement
Flexural fatigue (optional)	3.12	18 μm (152 g/m ² , 0.5 oz/ft ²) 35 μm (305 g/m ² , 1 oz/ft ²) 70 μm (610 g/m ² , 2 oz/ft ²)	50 cycles (minimum) 100 cycles (minimum) 75 cycles (minimum)

5.6 Solderability

5.6.1 Plate finish (without further surface treatment)

When the sheet is tested by the method described in Sub-clause 3.10 of IEC Publication 249-1 and in accordance with the times and temperatures specified below, the soldered areas shall be covered with a smooth and bright solder coating. Scattered imperfections, such

éparpillés, tels que des piqûres, ne doivent pas représenter plus de 5% de la surface et ne doivent pas être localisés dans un seul endroit de la surface.

Pour savoir si les surfaces non mouillées ou démouillées peuvent être acceptées, on applique les critères de la figure 9 de la Publication 249-1 de la CEI.

Sur chaque lot de 10 éprouvettes, au moins 6 doivent subir l'essai avec succès.

Après séjour de 30 min à 125 °C:

a) *Mouillage*

TABLEAU VIII

Epaisseur du cuivre	Temps maximal de mouillage	Température
µm (in)	s	°C
35 (0,0014) (305 g/m ² , 1 oz/ft ²)	2	235 $\pm$ 5 0
70 (0,0028) (610 g/m ² , 2 oz/ft ²)	3	235 $\pm$ 5 0

b) *Démouillage*

Les éprouvettes doivent rester en contact avec la soudure en fusion pendant 5 ± 1 s à 235 ± 5 °C.

Note. — Pour des épaisseurs de cuivre supérieures à 70 µm (610 g/m², 2 oz/ft²), les durées du mouillage et du démouillage peuvent faire l'objet d'un accord entre acheteur et fournisseur.

5.6.2 *Finition dépolie*

Non applicable.

5.7 *Stabilité dimensionnelle*

TABLEAU IX

Propriétés	Méthode d'essai (paragraphe de la Publication 249-1 de la CEI)	Exigences
Variation dimensionnelle après gravure (séquence 1 seulement)	3.11	2,5 µm/mm max. dans une direction quelconque
Variation dimensionnelle après gravure et chauffage (séquences 1 et 2) (facultatif)	3.11	3,5 µm/mm max. dans une direction quelconque

6. **Propriétés non électriques du matériau de base après enlèvement complet de la feuille de cuivre**

6.1 *Apparence du matériau de base*

Non spécifié.

6.2 *Contrainte de flexion*

Non applicable.

as pin-holes, shall not occur on more than 5% of the surface and shall not be concentrated in one area.

For the acceptability of the unwetted or dewetted areas, the criteria of Figure 9 of IEC Publication 249-1 apply.

At least six specimens out of each batch of 10 shall pass the test.

After conditioning 30 min at 125 °C:

a) *Wetting*

TABLE VIII

Thickness of copper	Maximum wetting time	Temperature
µm (in)	s	°C
35 (0.0014) (305 g/m ² , 1 oz/ft ²)	2	235 ⁺⁵ ₀
70 (0.0028) (610 g/m ² , 2 oz/ft ²)	3	235 ⁺⁵ ₀

b) *Dewetting*

Test specimens shall remain in contact with the molten solder for 5 ± 1 s at 235^{+5}_0 °C.

Note. — For thicknesses of copper greater than 70 µm (610 g/m², 2 oz/ft²), the wetting and dewetting times may be agreed upon between purchaser and supplier.

5.6.2 *Mat finish*

Not applicable.

5.7 *Dimensional stability*

TABLE IX

Property	Test method (Sub-clause of IEC Publication 249-1)	Requirement
Dimensional change due to etching (process step 1 only)	3.11	2.5 µm/mm maximum in either direction
Dimensional change due to etching and heating (process steps 1 and 2) (optional)	3.11	3.5 µm/mm maximum in either direction

6. **Non-electrical properties of the base material after complete removal of the copper foil**

6.1 *Appearance of the base material*

Not specified.

6.2 *Flexural strength*

Not applicable.

6.3 *Inflammabilité*

Non applicable.

6.4 *Absorption d'eau*

Non spécifié.

6.5 *Blanchiment au croisement des fibres*

Non applicable.

7. **Emballage et marquage**

7.1 *Emballage*

Les matériaux fournis en rouleaux, en feuilles ou en panneaux doivent être emballés de manière adéquate dans des caisses ou des cadres de façon à éviter les dommages et la contamination pendant le transport et le stockage.

7.2 *Marquage*

Comme le matériau n'est pas d'inflammabilité définie, on ne doit pas utiliser des marquages en rouge sur l'étiquette. Chaque paquet ou rouleau doit porter les indications suivantes:

- a) identification du fabricant;
- b) identification du film de polyimide;
- c) épaisseur nominale du film;
- d) type du cuivre (voir paragraphe 2.2);
- e) épaisseur nominale du cuivre;
- f) nombre des faces cuivrées;
- g) si un adhésif est utilisé et, dans ce cas, l'épaisseur nominale et le type de chaque couche de colle;
- h) lot de fabrication ou numéro du rouleau, ou les deux;
- i) longueur et largeur nominales du rouleau;
- j) direction du sens machine (pour le matériau en feuilles seulement).

Ces informations peuvent être incorporées dans un code de référence du fabricant.

8. **Essais de réception**

Non spécifié.

9. **Exigences supplémentaires**

9.1 *Pour les matériaux fournis en rouleaux*

- 9.1.1 Les matériaux fournis en rouleaux doivent être solidement enroulés sur mandrin de diamètre intérieur minimal de 50 mm (2 in) et suivant accord entre fournisseur et acheteur.
- 9.1.2 La tolérance sur la largeur nominale des rouleaux livrés en largeur de fabrication ne doit pas dépasser ± 25 mm (1 in).
- 9.1.3 La tolérance sur la largeur nominale des rouleaux livrés découpés à largeur spécifiée doit être de $+3_0$ mm ($+0,12_0$ in).
- 9.1.4 La tolérance sur la longueur nominale des rouleaux doit être de $\pm 1\%$.