

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 80 15772

(54) Stratifiés ignifuges à base de résine époxyde et de verre.

(51) Classification internationale (Int. Cl.³). C 08 L 63/00; B 32 B 27/38, 31/20; H 05 K 1/03.

(22) Date de dépôt..... 17 juillet 1980.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : *EUA, 17 juillet 1979, n° 58,192.*

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 6 du 6-2-1981.

(71) Déposant : GENERAL ELECTRIC CO., résidant aux EUA.

(72) Invention de : James Goldwyn Robinson.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Alain Catherine, Getsco,
42, av. Montaigne, 75008 Paris.

La présente invention concerne, d'une manière générale, des stratifiés de résine époxyde à base de verre auto-extinguibles, de qualité électrique. Plus particulièrement, l'invention concerne une classe de compositions de résines époxydes appropriées à la production de stratifiés à base de verre ignifuges et améliorés. L'invention étend sa portée aux compositions de résines époxydes, aux stratifiés de qualité électrique préparés à partir de ces compositions, et au procédé de production des stratifiés à partir de préimprégnés à l'état B.

On connaît depuis longtemps les stratifiés résineux renforcés, ignifuges et auto-extinguibles. De nombreux stratifiés antérieurement connus utilisent, comme matériaux de renforcement, des fibres ou un tissu de verre, du mica ou d'autres composés inorganiques, en combinaison avec des produits d'imprégnation résineux comme agents de liaison. Dans certains cas, le liant résineux est composé d'une des résines époxydes chlorées et bromées offrant des propriétés de retard à l'inflammation, associée à un ou plusieurs agents de durcissement. A cet égard, on peut se reporter aux brevets des E.U.A. n° 3 378 434, 3 523 037, 3 600 263 et 3 741 858. Si de tels stratifiés sont ignifuges, en revanche, certaines propriétés physiques leur font défaut, telles que l'aptitude à l'usinage, en particulier au perçage. En particulier, le verre paraît être le responsable majeur de l'usure au perçage.

On a maintenant découvert qu'une certaine quantité de verre abrasif pouvait être remplacée par de l'alumine hydratée, qui est un matériau beaucoup plus mou, en améliorant de manière inattendue les propriétés du produit résultant.

On pense que l'alumine hydratée sert "d'agent pontant" entre les groupes hydroxy secondaires du squelette époxy macromoléculaire et les groupes silanol du verre (ou les groupes éther de silyle s'il s'agit de verre traité au silane). Cette interaction époxy-verre est mise en évidence par la mouillabilité améliorée des fibres de verre dans les trous de perçage faits dans le produit, et par une résistance accrue quant aux propriétés d'isolation et de conservation du volume.

L'amélioration de l'aptitude à l'usinage des stratifiés résultant de l'utilisation de l'alumine hydratée dans le matériau époxy, en remplacement d'une partie du verre, est démontrée par une usure moindre au perçage, une qualité supérieure des trous obtenus et une productivité accentuée, toutes qualités qui sont d'une importance essentielle dans l'industrie des circuits imprimés.

Bien que l'on ait déjà utilisé de l'alumine hydratée en combinaison avec des résines époxydes, on ne trouve, dans la description de cet usage antérieur, aucune suggestion du fait qu'il pourrait conduire à l'obtention de produits stratifiés améliorés. Par exemple, l'ouvrage Encyclopedia of Polymer Science and Technology, Volume 6, New York, John Wiley & Sons, pages 241 et 242, répertorie l'alumine hydratée comme étant une charge commerciale ordinaire pour les résines époxydes, entre autres charges, tandis que le brevet des E.U.A. n° 2 997 527 décrit qu'en disposant une résine époxyde contenant de 20 à 70 % en poids d'alumine hydratée entre deux conducteurs électriques ayant une grande différence de potentiel, on crée une isolation offrant une résistance supérieure au passage d'un arc. Dans aucune de ces deux publications, il n'est suggéré que l'alumine hydratée

améliore les propriétés de la résine en ce qui concerne la mouillabilité du verre et la liaison intermoléculaire, ni qu'elle peut remplacer une partie du verre dans les stratifiés. L'alumine hydratée constitue également un matériau unique en son genre, par rapport aux autres additifs ou charges classiques, à la concentration utilisée, en ce sens, qu'une fois le stratifié formé à partir des résines époxydes contenant de l'alumine hydratée, on n'observe pas de réduction de la transparence, mais par contre une amélioration de la résistance à l'inflammation et une grande diminution de la quantité de fumée produite et de gaz nocifs.

Selon la présente invention, considérée dans ses aspects les plus généraux, on propose des compositions de résines époxydes convenant à la préparation de préimprégnés adaptés à l'unification de supports isolants dans lesquels ils sont introduits à chaud et sous pression, lesquels supports sont destinés à former des plaques de circuits imprimés renforcés par du verre et offrant des propriétés de retard à l'inflammation, ainsi qu'une aptitude au perçage améliorée.

Les compositions selon l'invention sont formées :

(a) d'une quantité efficace d'une résine époxy chlorée ou bromée comme matériau retardateur d'inflammation,

(b) une quantité efficace :

(1) d'un agent de durcissement pour (a), seul, ou

(2) d'un agent de durcissement pour (a) en combinaison avec un catalyseur de durcissement ;

(c) d'environ 10 à environ 40 % d'alumine hydratée par rapport au poids de (a) et (c) ; et

(d) d'un solvant convenable.

L'invention vise également, comme produits nouveaux, les

feuilles de fibres de verre imprégnées de composition de résine époxyde, telle que définie ci-dessus, et se trouvant à l'état B.

L'un des principaux objets de l'invention est constitué
5 par les supports isolants pour plaques de circuits imprimés
offrant des propriétés de retard à l'inflammation, supports
qui sont formés d'une série de feuilles de fibres de verre
saturées à l'aide de la composition de résine époxyde précé-
tée et réunies en une structure unitaire à chaud et sous pres-
10 sion.

Le composant (a) de résine époxyde doit avoir au moins
une proportion notable d'halogène, par exemple, de chlore ou
de brome, en particulier de brome, pour conférer les proprié-
tés de résistance à l'inflammation attendues. La résine époxyde
15 halogénée peut également être utilisée avec un agent de durcis-
sement halogéné (b), par exemple, l'anhydride dichloromaléi-
que, chlorendique, tétrachlorophthalique, etc. , mais, comme
on le verra plus loin, cela n'est pas essentiel. On doit
également comprendre que l'on peut aussi utiliser des
20 résines époxydes non-halogénées (ou standard) dans les compo-
sitions ci-dessus en proportions voulues pouvant atteindre
100 % en poids de la résine époxyde halogénée offrant les
propriétés de retard à l'inflammation.

On a constaté que, dans les composants résineux du
25 système, il doit y avoir d'environ 12 % à environ 50 %, ou
plus, en poids, d'halogène pour que les propriétés de retard
à l'inflammation voulues selon l'invention soient effective-
ment fournies. De préférence, avec le brome, la concentration
va d'environ 12 à environ 19 %. Ces quantités sont classiques
30 et bien connues.

Les résines concernées par l'invention sont celles qui résultent de la réaction entre au moins un phénol polyhydroxylé et au moins une épihalogénohydrine en milieu alcalin.

Les phénols convenant à cet effet comprennent ceux qui
5 comportent au moins deux groupes hydroxyles phénoliques par molécule. Les phénols polynucléaires dans lesquels les noyaux phénol sont réunis par des ponts carbonés se sont révélés être particulièrement bien adaptés, tels que, par exemple, le bis(hydroxy-4 phényl)-2,2 propane (également appelé bis-
10 phénol-A), le dihydroxy-4,4' diphényl méthane, le tétra bis(hydroxyphényl)éthane, les mélanges de ces composés et les composés analogues.

Bien qu'il soit classique d'employer l'épichlorhydrine comme composé épihalogénohydrine pour la préparation d'épo-
15 xydes polymères, on peut avoir recours à des composés homologues, par exemple, utiliser l'épibromohydrine.

Pour la préparation des composés époxydes fortement halogénés selon l'invention, on fait avantageusement réagir l'épichlorhydrine avec le tétrachlorobisphénol-A ou le tétra-
20 bromobisphénol-A, etc. Au cours de cette réaction, la teneur en halogène du polymère peut être réglée en vue de produire un composé dont la concentration en halogène soit comprise dans les limites indiquées plus haut.

A titre d'exemple, on peut préparer les résines époxydes
25 polymères (ou les polyéthers de glycidyle) convenant à la mise en œuvre de l'invention en mélangeant et en faisant réagir de 1 à 2 moles d'épihalogénohydrine, de préférence d'épichlorohydrine, avec environ 1 mole de tétrabromobisphénol-A en présence d'au moins un excès, par rapport à la quantité
30 stoechiométrique, d'une base par rapport à la quantité d'halo-

gène présente et remplaçable.

On peut préparer les résines époxydes polymères soit à l'état solide, soit à l'état liquide. Les poly(éther de glycidyle) (époxydes) disponibles dans le commerce, qui sont solides, sont moins coûteux que les produits liquides, et donc l'utilisation de matériaux solides offre des avantages substantiels sur le plan économique. On peut cependant utiliser la résine époxyde aussi bien sous forme solide, que sous forme liquide, dans le cadre de l'invention. Dans tous les cas, on préfère travailler en présence d'un solvant, tel que le toluène, ou une des cétones, en quantité suffisante pour préparer un vernis imprégnant. De préférence, le solvant est formé d'un mono- ou di-ester ou -éther d'alkylène glycol, d'un N(alkyl)formamide, d'une di(alkyl inférieur $\angle C_1-C_6 \angle$) cétone, ou d'un mélange de ceux-ci. Par exemple, on peut employer un mélange d'éther monométhyllique du méthylène-glycol, de diméthylformamide et d'acétone.

On peut employer des agents de durcissement classiques comme composant (b), en quantités également classiques, tels que des anhydrides, notamment les anhydrides halogénés mentionnés ci-dessus ou l'anhydride phtalique ou d'autres polyanhydrides d'acides, en quantité de l'ordre de 20-30 % par rapport au poids du composant résine époxyde (a). D'un autre côté, on peut avoir recours à des agents de durcissement de type amine, par exemple la diéthylène-triamine, la triéthanolamine, etc., en quantité pouvant atteindre de 5 à 25 % en poids. L'agent de durcissement que l'on préfère est le di-cyandiamide, seul, ou combiné avec une amine tertiaire ou une tétraalkyl-guanidine comme catalyseur. Ces composés sont décrits dans certains des brevets mentionnés plus haut et, en

en particulier dans le brevet des E.U.A. n° 3 391 113. En général, on utilise le dicyandiamide en des quantités allant d'environ 1 à environ 20 parties, de préférence de 1 à environ 5 parties pour 100 parties de composant résine (a), et
5 l'amine tertiaire ou la tétraalkylguanidine à raison d'environ 0,01 à environ 0,5 partie en poids pour 100 parties en poids de composant résine époxyde (a).

L'alumine hydratée est une charge de renforcement dont le rôle est de contribuer à l'amélioration de l'aptitude à
10 l'usinage. L'action peut être physique ou chimique, bien que sa nature exacte ne soit pas connue. La quantité employée est comprise entre 10 et 40.%, par rapport au poids de (a) et (c), de préférence entre 25 et 30 %. On pense que l'eau combinée de l'alumine hydratée, $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, sert à créer des
15 liaisons entre les groupes hydroxyle secondaires de la résine époxyde et les groupes hydroxyle du verre utilisé à des fins de renforcement. L'oxyde d'aluminium non hydraté ne convient pas à la mise en oeuvre de l'invention. Une alumine hydratée disponible dans le commerce, que l'on préfère, est
20 l'alumine de qualité C-331, vendue par l'Aluminum Company of America.

Naturellement, les compositions peuvent comprendre d'autres additifs classiques en quantités également classiques. On peut utiliser des composés phényle chlorés, des phosphates
25 aromatiques, du trioxyde d'antimoine, etc. pour réduire au minimum l'incandescence résiduelle, pour améliorer les propriétés diélectriques, pour étouffer les flammes, etc.

Pour la mise en oeuvre de l'invention, la pièce de fibres de verre choisie (natte de verre, papier de verre, tissu de
30 verre, etc.) est acheminée au travers d'un vernis contenant

le produit imprégnant résine/alumine hydratée. Bien que l'on puisse utiliser n'importe quel type de verre, on choisit de préférence un verre de qualité électrique et, avantageusement, un verre traité à l'aide d'un agent de couplage classique, par exemple, un silane. L'appareil d'imprégnation peut être de n'importe quel type commercial, tel qu'un appareil de traitement à deux zones du type à trempage-compression. Les conditions de traitement habituelles sont un réglage du rouleau de compression à environ 0,254 mm; une température de zone humide d'environ 100°C, pendant deux minutes ; une température de zone sèche d'environ 160°C pendant environ 4 minutes (avec une vitesse de la pièce de fibres d'environ 2540-5080 mm). Le vernis à base de résine a généralement une teneur en solides (résine et charge) de 50-70% et une teneur en solvant de 50-30%. Avec de telles conditions, on obtient généralement une pièce de verre traitée renfermant d'environ 40 % à environ 70 % en poids de composition de résine. Les préimprégnés, à l'état B et séchés, sont ensuite coupés à la taille voulue et mis en pile pour obtenir l'épaisseur voulue. L'invention vise les constructions multicouches résultantes, et l'on peut appliquer des feuilles de métal, tel que d'aluminium, de cuivre etc., sur l'une ou sur les surfaces principales, avec ou sans emploi d'un adhésif classique avant l'unification de la structure.

25 Pour unifier la pile ou les piles de préimprégnés, on utilise des pressions comprises entre environ 14-140 kg/cm² à des températures d'environ 130-185°C, selon le cycle de presse utilisé et la densité voulue pour le stratifié. Le cycle de pressage peut durer de quelques minutes jusqu'à environ 75 mn selon 30 l'épaisseur du stratifié et le nombre de piles comprimées

dans chaque ouverture de presse. On charge les feuilles en pile dans une presse froide, effectue l'unification dans les conditions de pressage indiquées ci-dessus, puis les décharge après refroidissement à environ 65°C.

5 EXEMPLE 1

On applique un vernis résineux ayant la composition indiquée ci-après à un tissu de verre tissé et traité à l'aide d'un silane, dans un appareil de traitement vertical à quatre zones. Après séchage, les préimprégnés contiennent environ 60 % en poids de produit d'imprégnation. Les préimprégnés traités séchés sont coupés à la taille voulue et empilés, à six par pile. On place une feuille de cuivre sur les faces externes de chaque pile. On unifie huit piles dans chaque ouverture. Les conditions de pressage sont les suivantes : pression : 15 70 kg/cm² ; température : 175°C ; cycle de pressage : 50 mn. On a préparé de la même manière un stratifié FR-4 standard ne contenant pas d'alumine hydratée, mais utilisant sept feuilles de préimprégnés pour chaque pile. On a déterminé les propriétés physiques, électriques et l'inflammabilité des stratifiés. Les compositions utilisées et les résultats obtenus sont indiqués dans le tableau 1 :

Tableau 1 - Stratifiés ayant des propriétés de retard à l'inflammation obtenus à partir de résine époxyde bromée contenant de l'oxyde d'alumine hydratée

25 Exemple

<u>Composition (parties en poids)</u>	<u>1</u>	<u>1A[®]</u>
Résine époxyde bromée (19% Br) ^a	100	100
Résine d'épichlorohydrine-bis-phénol-A ^b	50	50
30 Dicyandiamide	4	4
Benzyl diméthylamine	0,3	0,3 ./...

<u>Tableau 1</u> (suite)		<u>1</u>	<u>1A[®]</u>
Alumine hydratée ^C		46,5	0
Solvant (mono éther méthylique du méthylène glycol/diméthyl 5 formamide/acétone qsp 69% de solides)		2,5	3,4
<u>Propriétés</u>			
Absorption d'eau		0,09	0,09
10	Résistance à la flexion, kg/cm ² L	5512	5434
	T	4295	4387
	Module de flexion, kg/cm ² L	195785	195785
	T	190864	172938
15	Choc Izod, mm.kg/mm L	61,30	64,84
	T	45,04	51,46
Dureté Rockwell		106	105
Cendres (%)		55,34	51,73
Inflammabilité (UL-94)		V-0	V-0
Temps maximal de combustion		1	7
20 (UL-94, secondes)			
Constante diélectrique (A)		4,21	4,22
Facteur de dissipation à 1MHz		0,014	0,016
25 Constante diélectrique (D-24/23)		4,27	4,38
Facteur de dissipation à 1 MHz		0,017	0,016
	Rupture (kV) (temps court)	80	76
	(pas à pas)	70	58
30	Résistance (V/mm) (temps court)	23 740	23 740
	(pas à pas)	18 661	19 015
Résistance totale d'isolement (Ω)		10 100 000	3 200 000
Résistance superficielle (Ω)		1 300 000	1 100 000
Résistance volumique (Ω)		40 400 000	3 200 000
35 Résistance au pelage (kg/cm ²)		0,696	0,641
Pelage après soudure (kg/cm ²)		0,773	0,717

<u>Tableau 1</u> (suite)		<u>1</u>	<u>1A^o</u>
Temps en secondes nécessaire à la formation "d'ampoules" à 500°C		60 +	60 +
5	Résistance à 1'arc (secondes)	125	123
Temps nécessaire à la formation "d'ampoules" à 550°C		60 +	60 +
Résistance aux solvants		correcte	correcte
10	Tg ($\pm$ 5) (°C)	125	126
% de dilatation à 190°C		3,06	3,14
Contrainte		normale	normale
o : témoin			
15	a : équivalent en époxyde (solides) 1280-1360, teneur en brome 19 %; 70 % de solides dans l'acétone et le monoéther méthylique de méthylène glycol.		
	b : équivalent en époxyde 180-190, 100 % de solides.		
	c : Aluminum Company of America, Al ₂ O ₃ .3H ₂ O, Type C 331.		

Lorsqu'on le perce, le matériau à 6 couches offre une usure au perçage substantiellement moindre que le témoin à sept couches (1A). La qualité du trou obtenu dans le stratifié (1) est nettement supérieure à celle du trou percé dans le stratifié (1A).

On peut préparer des vernis résineux additionnels dans lesquels les types d'additifs varient, en obtenant sensiblement les mêmes avantages. Par exemple, on peut ne pas utiliser de résine non-halogénée. Par exemple encore, on peut employer, au lieu d'une résine à base d' épichlorhydrine et de bisphénol-A, un poly(éther de glycidyle) de tétraphényléthane ou une novolaque époxydée. Au lieu de la benzyldiméthylamine, on peut avoir recours à la tétraméthylguanidine. Le tissu de verre peut être remplacé par une natte de verre ou du papier de verre. La concentration en alumine hydratée,

par rapport à la résine époxyde et à l'alumine, peut être de 10, 15, 20, 25, 35 et 40 % au lieu de 30 %.

La description qui précède sera considérée par l'homme de métier comme illustrant une classe de stratifiés de 5 qualité électrique et possédant des propriétés de retard à l'inflammation, lesquels stratifiés présentent une aptitude à l'usinage et d'autres propriétés grandement améliorées par rapport aux stratifiés de l'art antérieur. Le procédé de 10 préparation est simple et peut être mis en oeuvre dans un appareil classique. La nouvelle classe de stratifiés constitue un progrès déterminant par rapport aux précieux stratifiés de qualité électrique à base de verre et apporte, à l'homme de métier, un moyen permettant de produire des supports igni- 25 fuges et facilement usinables utilisables pour la fabrication de circuits imprimés.

REVENDICATIONS

1 - Composition de résine époxyde destinée à la préparation de préimprégnés susceptibles d'être unifiés à chaud sous pression pour former des supports isolants pour plaques
5 de circuit imprimés ignifuges et renforcés à l'aide de verre, lesquelles plaques offrent des caractéristiques de perçage améliorées, caractérisée en ce qu'elle comprend :

(a) une quantité efficace d'une résine époxyde chlorée ou bromée comme retardateur d'inflammation ;

10 (b) une quantité efficace de

(1) un agent de durcissement pour (a), seul, ou

(2) un agent de durcissement pour (a) combiné avec un catalyseur de durcissement ;

(c) d'environ 10 à 40 % d'alumine hydratée par rapport
15 au poids de (a) et (c) ; et

(d) un solvant convenable.

2 - Composition selon la revendication 1, caractérisée en ce qu'elle renferme, comme composant (a)(1), une quantité pouvant être égale à celle du composant (a) seul, d'une résine époxyde non-chlorée ou non bromée.
20

3 - Composition selon la revendication 1, caractérisée en ce que le composant (a) est formé du produit issu de la réaction difonctionnel du tétrabromobisphénol-A et de l'épichlorhydrine.

25 4 - Composition selon la revendication 1, caractérisée en ce que le composant (a)(1) est formé du produit difonctionnel issu de la réaction du tétrabromobisphénol-A et de l'épichlorhydrine, combiné avec le produit difonctionnel issu de la réaction du bis-phénol-A et de l'épichlorhydrine, le produit de réaction

tétrafonctionnel issu de la réaction du tétra bis(hydroxyphényl)éthane et de l'épichlorohydrine, ou un mélange de ceux-ci.

5 - Composition selon la revendication 1, caractérisée en ce que le composant (b)(1) est formé de dicyandiamide.

6 - Composition selon la revendication 5, caractérisée en ce que le composant (b)(1) représente d'environ 1 à environ 5 parties en poids pour 100 parties en poids du composant résine époxyde (a).

10 7 - Composition selon la revendication 1, caractérisée en ce que le composant (b)(2) est formé de dicyandiamide combiné avec une amine tertiaire ou une tétraalkylguanidine comme catalyseur de durcissement.

8 - Composition selon la revendication 7, caractérisée en ce que, dans le composant (b)(2), le dicyandiamide représente d'environ 1 à environ 5 parties et en ce que l'amine tertiaire ou la tétraalkylguanidine représente d'environ 0,1 à environ 0,5 partie en poids, pour 100 parties en poids de composant résine époxyde (a).

20 9 - Composition de résine époxyde selon la revendication 1, caractérisée en ce que le composant alumine hydratée (c) représente environ 10 à environ 40 % en poids par rapport au poids de (a) et (c).

10 - Composition de résine époxyde selon la revendication 25 1, caractérisée en ce que le solvant (d) est formé d'un mono- ou di- ester ou éther d'alkylène glycol, un N-alkyl formamide, une di-alkyl(inférieur) cétone, ou un mélange de ceux-ci.

11 - Composition selon la revendication 10, caractérisée en ce que le solvant est formé d'un mélange de monoéther méthylique d'éthylène glycol, de diméthylformamide et d'acétone.

30

12 - A titre de produit industriel nouveau, une feuille de fibres de verre imprégnée d'une composition de résine époxyde à l'état B, caractérisée en ce que cette composition est formée de :

5 (a) une quantité efficace de résine époxyde chlorée ou bromée, comme retardateur d'inflammation ;

(b) une quantité efficace de

(1) un agent de durcissement pour (a), seul, ou

(2) un agent de durcissement pour (a), combiné avec

10 un catalyseur de durcissement ; et

(c) environ 10 à environ 40 % d'alumine hydratée par rapport au poids de (a) et (c).

13 - Produit selon la revendication 12, caractérisé en ce que la feuille de fibres de verre est formée d'un tissu
15 de verre.

14 - Produit selon la revendication 12, caractérisé en ce que la composition de résine époxyde comprend, comme composant (a)(1), une quantité pouvant être égale à celle du composant (a) seul, d'une résine époxyde
20 non-chlorée ou non-bromée.

15 - Produit selon la revendication 12, caractérisé en ce que le composant (a) est formé du produit difonctionnel issu de la réaction du tétrabromobisphénol-A et de l'épichlorhydrine.

25 16 - Produit selon la revendication 12, caractérisé en ce que le composant (a)(1) est formé du produit difonctionnel issu de la réaction du tétrabromobisphénol-A et de l'épichlorhydrine, combiné avec un produit difonctionnel issu de la réaction du bisphénol-A et de l'épichlorhydrine, un pro-
30 duit de réaction tétrafonctionnel issu de la réaction du

du tétrabis(hydroxyphényl)éthane et de 1'épichlorhydrine, ou un mélange de ceux-ci.

17 - Produit selon la revendication 12, caractérisé en ce que le composant (b)(1) est formé de dicyandiamide.

5 18 - Produit selon la revendication 17, caractérisé en ce que le composant (b)(1) représente d'environ 1 à environ 5 parties en poids pour 100 parties en poids de composant résine époxyde (a).

10 19 - Produit selon la revendication 12, caractérisé en ce que le composant (b)(2) est formé de dicyandiamide combiné avec une amine tertiaire ou une tétraalkyl-guanidine comme catalyseur de durcissement.

15 20 - Produit selon la revendication 19, caractérisé en ce que, dans le composant (b)(2), le dicyandiamide représente d'environ 1 à environ 5 parties et en ce que l'amine tertiaire ou la tétraalkylguanidine représente d'environ 0,1 à environ 0,5 partie en poids pour 100 parties en poids de composant résine époxyde (a).

20 21 - Produit selon la revendication 12, caractérisé en ce que le composant alumine hydratée (c) représente d'environ 10 à environ 40 % en poids par rapport au poids de (a) et (c).

25 22 - Support isolant pour plaques de circuit imprimé ignifuge formé d'une série de feuilles de fibres de verre saturées à l'aide d'une composition de résine époxyde et unifiées en une structure unitaire, à chaud et sous pression, caractérisé en ce que la composition de résine époxyde est composée de :

(a) une quantité efficace de résine époxyde chlorée
30 ou bromée, comme retardateur d'inflammation ;

(b) une quantité efficace de

(1) un agent de durcissement pour (a), seul, ou

(2) un agent de durcissement pour (a), en combinaison avec un catalyseur de durcissement ; et

5 (c) environ 10 à environ 40 % d'alumine hydratée par rapport au poids de (a) et (c).

23 - Support isolant selon la revendication 22, caractérisé en ce qu'il comprend une feuille de métal stratifiée sur l'une ou sur ses deux surfaces principales.

10 24 - Support isolant selon la revendication 23, caractérisé en ce que le métal est le cuivre.

25 - Support isolant selon la revendication 22, caractérisé en ce que les feuilles de fibres de verre sont constituées de tissu de verre.

15 26 - Support selon la revendication 22, caractérisé en ce que la composition de résine époxyde comprend, comme composé (a)(1), une quantité pouvant être égale à celle du composant (a) seul, d'une résine époxyde non-chlorée ou non bromée.

20 27 - Support selon la revendication 22, caractérisé en ce que le composant (a) est formé du produit difonctionnel issu de la réaction du tétrabromobisphénol-A et de l'épichlorhydrine.

28 - Support selon la revendication 22, caractérisé en
25 ce que le composant (a)(1) est formé du produit difonctionnel issu de la réaction du tétrabromobisphénol-A et de l'épichlorhydrine, combiné avec un produit difonctionnel issu de la réaction du bisphénol-A et de l'épichlorhydrine, un produit de réaction tétrafonctionnel issu de la réaction du
30 tétrabis(hydroxyphényl)éthane et de l'épichlorhydrine, ou

un mélange de ceux-ci.

29 - Support selon la revendication 22, caractérisé en ce que le composant (b)(1) est formé de dicyandiamide.

30 - Support selon la revendication 29, caractérisé en ce que le composant (b)(1) représente d'env. on 1 à environ 5 parties en poids pour 100 parties en poids de composant résine époxyde (a).

31 - Support selon la revendication 22, caractérisé en ce que le composant (b)(2) est formé de dicyandiamide, combiné avec une amine tertiaire ou une tétraalkylguanidine, comme catalyseur de durcissement.

32 - Support selon la revendication 19, caractérisé en ce que, dans le composant (b)(2), le dicyandiamide représente d'environ 1 à environ 5 parties et en ce que l'amine tertiaire ou la tétraalkylguanidine représente d'environ 0,1 à environ 0,5 partie en poids pour 100 parties en poids de composant résine époxyde (a).

33 - Support selon la revendication 22, caractérisé en ce que le composant alumine hydratée (c) représente d'environ 10 à environ 40 % en poids par rapport au poids de (a) et (c).