

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②② Date de dépôt : 06.03.00.

③③ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 07.09.01 Bulletin 01/36.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du  
présent fascicule*

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

⑦① Demandeur(s) : SAGEM SA Société anonyme — FR.

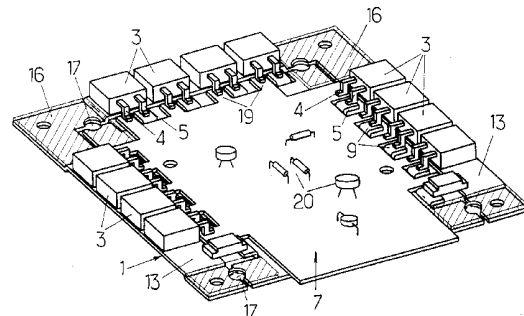
⑦② Inventeur(s) : PLOIX OLIVIER DOMINIQUE.

⑦③ Titulaire(s) :

⑦④ Mandataire(s) : CABINET PLASSERAUD.

⑤④ MODULE ELECTRIQUE DE PUISSANCE ET PROCEDES POUR SA FABRICATION.

⑤⑦ Module électrique comprenant au moins une barre de  
liaison conductrice (1) supportant au moins un composant  
électronique de puissance (3) dont des contacts sont en ap-  
pui sur une carte à circuits imprimés (7) adjacente à la barre  
(1) et sur une portion (9) d'une barre conductrice de puis-  
sance (10) sous-jacente à la carte (7), au moins une couche  
(16) d'un matériau isolant durci recouvrant des zones bas-  
ses adjacentes des barres conductrices (1, 10) pour assem-  
bler celles-ci rigidement et pour maintenir les faces  
supérieures des zones hautes (13, 9) des barres conductri-  
ces (1, 10) de la carte (7) dans des positions relatives pré-  
déterminées.



**MODULE ELECTRIQUE DE PUISSANCE  
ET PROCEDES POUR SA FABRICATION**

La présente invention concerne des perfectionne-  
5 ments apportés à la structure et à la fabrication de  
modules électriques de puissance qui incluent un ou  
plusieurs composants électroniques de puissance, tels que  
des transistors de puissance. De tels modules trouvent une  
application particulière, bien que non exclusive, dans le  
10 domaine automobile où l'on utilise des circuits électro-  
niques qui alimentent des organes du moteur ou des  
éléments fonctionnels divers (par exemple un moteur  
électrique d'entraînement d'un groupe électropompe pour  
une assistance de direction d'un véhicule automobile).

15 Ces modules sont placés dans une ambiance à tempé-  
rature élevée, ce qui complique l'évacuation de la chaleur  
dissipée par le ou les composants électroniques de  
puissance.

On a déjà proposé des réalisations de modules  
20 électriques dont l'agencement est élaboré autour d'un  
substrat métallique, notamment en aluminium ou alliage  
d'aluminium, les pièces composantes (carte à circuits  
imprimés, barres conductrices équipotentielles, ...) étant  
solidarisées notamment à l'aide de vis, boulons ou rivets  
25 pour les maintenir plaquées étroitement les unes contre  
les autres avec une bonne conduction thermique et/ou  
électrique.

Toutefois il apparaît souhaitable pour la pratique  
de réduire autant que faire se peut le poids et le coût de  
30 ces modules, ainsi que le nombre de ses pièces  
composantes.

Au surplus, il est nécessaire que la structure du  
module soit réalisée en compatibilité avec les composants

électroniques dont il est équipé. A cet égard, les composants électroniques de puissance se présentent en général sous forme d'un boîtier comportant au moins une face plane propre à être mise en appui contre un support sur lequel est fixé ce boîtier (notamment par soudure) de façon à assurer la conduction électrique, d'une part, et l'évacuation de la chaleur, d'autre part. De ce boîtier s'étendent plusieurs contacts en forme de lames configurées de façon à présenter des surfaces d'appui respectives qui s'étendent à des niveaux prédéterminés par rapport à ladite face d'appui du boîtier (souvent ces surfaces des lames de contact sont coplanaires avec la face d'appui du boîtier). Il est donc nécessaire, lors de l'assemblage des pièces composantes de la structure du module, que les surfaces destinées à recevoir les faces d'appui des boîtiers des composants et la surface d'appui des contacts respectifs soient correctement positionnées les unes par rapport aux autres pour que les composants de puissance puissent y être ensuite correctement montés (notamment par soudure) et fixés.

La présente invention vise donc notamment à fournir un module électrique répondant mieux aux diverses exigences de la pratique que ceux actuellement connus, tout en conservant une résistance thermique réduite dans le circuit de dissipation de la chaleur permettant aux composants électroniques de puissance de supporter des pointes rapides d'échauffement.

A ces fins, l'invention propose un module électrique qui comprend :

- au moins une barre constituant liaison équipotentielle en matériau électriquement conducteur, ladite barre étant conformée pour présenter au moins une zone haute et au moins une zone basse ;

- au moins un composant électronique de puissance en contact direct avec la zone haute de ladite barre conductrice ;

5 - une carte à circuits imprimés portant des composants électroniques à dissipation thermique réduite du module, cette carte étant disposée adjacente à la susdite barre conductrice avec sa face supérieure disposée dans une situation prédéterminée par rapport à celle de la zone haute de ladite barre conductrice ;

10 - au moins une barre conductrice de passage de courant de puissance sous-jacente à la carte à circuits imprimés et présentant au moins une zone basse adjacente à la susdite zone basse de la barre conductrice précitée et possédant au moins une portion ayant une face supérieure  
15 adjacente à la susdite barre conductrice et dans une situation prédéterminée par rapport à celle de la zone haute de ladite barre conductrice ;

- le susdit composant de puissance ayant des contacts raccordés respectivement à un circuit imprimé de  
20 la susdite carte à circuits imprimés et à la face supérieure de ladite portion de la barre conductrice de puissance ;

- et au moins une couche d'un matériau isolant durci recouvrant les susdites zones basses de la barre  
25 conductrice et de la barre conductrice de puissance qui sont mutuellement adjacentes de manière à rigidifier l'ensemble ainsi constitué et à maintenir les positions relatives des surfaces précitées afin d'assurer la fiabilité de la continuité électrique des contacts du  
30 composant de puissance.

De façon avantageuse, la barre conductrice présente au moins une zone haute située entre deux zones basses extrêmes de la barre conductrice,

- la barre conductrice de puissance possède au moins une portion ayant une face supérieure adjacente à la zone haute de la barre conductrice, laquelle portion est située entre deux zones basses extrêmes de la barre conductrice de puissance,

- les zones basses de la barre conductrice et les zones basses de la barre conductrice de puissance sont deux à deux adjacentes, et

du matériau isolant durci solidarise lesdites paires de zones basses des barre conductrice et barre conductrice de puissance.

Dans un mode de réalisation concret, des zones basses des barre conductrice et barre conductrice de puissance solidarisiées par du matériau isolant durci sont situées dans les angles du module qui possède une forme générale approximativement polygonale, notamment approximativement quadrangulaire, ce qui permet d'obtenir une structure peu fragile dans les angles qui sont des zones exposées aux chocs lors des manipulations du module.

Dans le but d'aboutir à une structure plus compacte dans laquelle les pièces composantes peuvent s'emboîter les unes dans les autres au moins en partie, on prévoit que la carte à circuits imprimés comporte des découpes et/ou des lumières pour donner passage à des portions de la ou des barres conductrices de puissance en vue d'autoriser un raccordement de contact avec un composant électronique de puissance supporté par la barre conductrice.

Dans des structures complexes et importantes, il peut être envisagé que le module comporte plusieurs barres conductrices électriquement indépendantes les unes des autres et juxtaposées et/ou plusieurs barres conductrices

de puissance électriquement indépendantes les unes des autres et juxtaposées.

Dans un mode de réalisation pratique, les faces supérieures de la carte à circuits imprimés, de la barre conductrice et de ladite portion de la barre conductrice de puissance sont maintenues dans une situation de sensible coplanéité mutuelle.

Pour constituer un module particulièrement rigide et robuste, qui soit apte à former un ensemble monobloc propre à supporter des vibrations mécaniques comme c'est le cas par exemple pour un équipement de véhicule automobile, on peut faire en sorte que le matériau isolant durci noie les pièces composantes du module à l'exclusion des faces supérieures sensiblement coplanaires de la carte à circuits imprimés, des zones hautes de la barre conductrice et des zones hautes des excroissances de la barre conductrice de puissance. De plus, pour favoriser l'ancrage mécanique du matériau isolant durci avec la carte à circuits imprimés, il est souhaitable que la carte à circuits imprimés soit retenue dans le module uniquement par le matériau isolant durci et qu'au moins certaines portions d'au moins certains chants de la carte à circuits imprimés soient encochées pour améliorer l'ancrage dans le matériau isolant durci.

Dans un mode de réalisation particulier, toutefois, on prévoit qu'au moins la région centrale de la face inférieure de la carte à circuits imprimés du type double face reste dégagée : de la sorte les parties marginales de la carte à circuits imprimés sont ancrées dans le matériau isolant durci et servent à la solidari- sation de la carte au reste du module, tandis que la région centrale de la face inférieure, libre de tout matériau durci, peut recevoir des circuits imprimés et

éventuellement des composants électroniques au même titre que la face supérieure.

De plus, on peut prévoir également que la carte à circuits imprimés, notamment du type double face, soit écartée au-dessus des barre conductrice et barre conductrice de puissance et que le matériau isolant durci comble cet intervalle : de la sorte, la face inférieure de la carte peut recevoir des circuits imprimés y compris dans les régions marginales de celle-ci qui sont en regard de la barre conductrice et/ou de la barre conductrice de puissance sans qu'il y ait de contact physique, et donc de court-circuit, entre lesdits circuits imprimés et lesdites barres.

Selon un second de ses aspects, l'invention propose un procédé pour fabriquer un module électrique tel que décrit ci-dessus, lequel procédé se caractérise par les étapes suivantes :

a) on emboutit une plaque d'un matériau électriquement conducteur pour former, par découpe et mise en forme, une pièce complexe ou grappe incorporant :

- au moins une première partie formant une barre conductrice propre à constituer liaison équipotentielle, ladite barre conductrice présentant au moins une zone haute et au moins une zone basse ;
- au moins une seconde partie formant une barre conductrice de puissance propre au passage d'un courant de puissance et adjacente au moins en partie à des parties de celle-ci, la barre conductrice de puissance présentant au moins une zone basse adjacente à la susdite zone basse de la barre conductrice et possédant au moins une

- portion ayant une face supérieure adjacente à la zone haute de la susdite barre conductrice et dans une situation prédéterminée par rapport à celle de la zone haute de ladite barre conductrice ;
- 5
- des pattes de liaison reliant les susdites première et deuxième parties ;
- b) on dispose ladite grappe dans un moule d'injection de matière synthétique et on injecte dans le
- 10 moule un matériau synthétique électriquement isolant, ledit moule étant agencé pour que le matériau synthétique noie les zones basses des barre conductrice et barre conductrice de puissance en laissant à découvert au moins les faces supérieures des zones hautes desdites barre
- 15 conductrice et barre conductrice de puissance ;
- c) on laisse refroidir et durcir le matériau synthétique, puis on sort l'ensemble hors du moule ;
- d) on découpe les pattes de liaison précitées de manière que les barre conductrice et barre conductrice de
- 20 puissance soient électriquement séparées l'une de l'autre, mais soient mécaniquement solidarisiées par leurs zones noyées dans le matériau synthétique durci ;
- e) on met en place une carte à circuits imprimés que l'on solidarise à l'ensemble ;
- 25
- f) enfin on met en place et on soude, d'une part, au moins un composant électrique de puissance sur la zone haute de la barre conductrice de manière que ses contacts soient raccordés respectivement à un circuit imprimé de
- 30 ladite carte à la face supérieure de ladite portion de la barre conductrice de puissance et, d'autre part, des composants électroniques à dissipation thermique réduite sur la carte à circuits imprimés.

Selon encore un autre de ses aspects, l'invention propose une variante du procédé ci-dessus pour fabriquer le module électrique tel que décrit plus haut, laquelle variante du procédé se caractérise par les étapes  
5 suivantes :

a) on emboutit une plaque d'un matériau électriquement conducteur pour former, par découpe et mise en forme, une pièce complexe ou grappe incorporant :

- 10 - au moins une première partie formant une barre conductrice propre à constituer liaison équipotentielle, ladite barre conductrice présentant au moins une zone haute et au moins une zone basse ;
- 15 - au moins une seconde partie formant une barre conductrice de puissance propre au passage d'un courant de puissance et adjacente au moins en partie à des parties de celle-ci, la barre conductrice de puissance présentant au moins une zone basse  
20 adjacente à la susdite zone basse de la barre conductrice et possédant au moins une portion ayant une face supérieure adjacente à la zone haute de la susdite barre conductrice et dans une situation prédéterminée par rapport à celle de la zone haute  
25 de ladite barre conductrice ;
- des pattes de liaison reliant les susdites première et deuxième parties ;

b) on met en place sur la grappe une carte à  
30 circuits imprimés ;

c) on dispose l'ensemble formé de ladite grappe et de la carte à circuits imprimés dans un moule d'injection de matière synthétique et on injecte dans le moule un

matériau synthétique électriquement isolant, ledit moule étant agencé pour que le matériau synthétique noie les zones basses des barre conductrice et barre conductrice de puissance, ainsi que la face inférieure et les chants d'au moins certaines parties de la carte à circuits imprimés, tout en laissant à découvert au moins les faces supérieures des zones hautes desdites barre conductrice et barre conductrice de puissance et la face supérieure de la carte à circuits imprimés ;

10 d) on laisse refroidir et durcir le matériau synthétique, puis on sort l'ensemble hors du moule ;

e) on découpe les pattes de liaison précitées de manière que les barre conductrice et barre conductrice de puissance soient électriquement séparées l'une de l'autre, mais soient mécaniquement solidarisiées par leurs zones noyées dans le matériau synthétique durci ;

f) enfin on met en place et on soude, d'une part, au moins un composant électrique de puissance sur la zone haute de la barre conductrice de manière que ses contacts soient raccordés respectivement à un circuit imprimé de ladite carte à la face supérieure de ladite portion de la barre conductrice de puissance et, d'autre part, des composants électroniques à dissipation thermique réduite sur la carte à circuits imprimés.

25 Dans une mise en œuvre avantageuse de l'un ou l'autre procédé, on prévoit que le matériau synthétique est injecté dans le moule au moins dans les angles de la grappe qui possède une forme générale approximativement polygonale ; toutefois, pour obtenir un module rigide et mécaniquement résistant, il est préférable que le matériau synthétique soit injecté dans le moule pour occuper approximativement toute la surface définie par le contour de la grappe en laissant dégagées les zones hautes

précitées, respectivement la face supérieure de la carte à circuits imprimés. Cependant, dans des cas particuliers et notamment lorsque la carte à circuits imprimés est du type double face, le matériau synthétique est injecté dans le moule pour occuper approximativement la surface définie par le contour de la grappe à l'exclusion d'au moins la région centrale de la face inférieure de la carte à circuits imprimés du type double face, tout en laissant dégagées les zones hautes précitées, respectivement la face supérieure de la carte à circuits imprimés du type double face.

Pour favoriser l'ancrage de la carte à circuits imprimés dans le matériau isolant durci, il est intéressant qu'au moins certaines portions des chants de la carte à circuits imprimés soient encochées pour favoriser l'accrochage du matériau synthétique.

Dans un exemple pratique de mise en œuvre des procédés de l'invention, on prévoit que, lors de l'injection du matériau synthétique coulant dans le moule, on aménage des réserves en regard des pattes de liaison respectives reliant les susdites première et deuxième parties de la grappe et qu'après durcissement du matériau synthétique isolant, on découpe ces liaisons à travers lesdites réserves.

Enfin, il est souhaitable que la carte à circuits imprimés, notamment du type double face, soit maintenue écartée au-dessus des barre conductrice et barre conductrice de puissance, et que du matériau isolant soit injecté dans l'intervalle entre la carte et les barres.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit de certains exemples de mises en œuvre de l'invention donnés uniquement à titre d'exemples

non limitatifs. Dans cette description, on se réfère aux dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 est une vue de dessus d'une partie d'un module électrique conforme à l'invention ;

5           - les figures 2A et 2B sont des vues en coupe, respectivement en deux emplacements selon les lignes I-I et II-II de la figure 1, d'un mode de réalisation du module de la figure 1 ;

10           - les figures 3A à 3E sont des vues en perspective illustrant diverses étapes d'un procédé de fabrication d'un module électrique conforme à l'invention ;

- les figures 4A et 4B sont des vues partielles en perspective illustrant une variante du procédé des figures 3A à 3E ;

15           - les figures 5A à 5D sont des vues en perspective illustrant diverses étapes d'une variante du procédé précédent de fabrication d'un module électrique conforme à l'invention ;

20           - les figures 6A et 6B sont des vues en coupe, respectivement en deux emplacements selon les lignes I-I et II-II de la figure 1, d'un autre mode de réalisation du module de la figure 1 ;

25           - la figure 7 est une vue partielle en coupe d'une partie du module de la figure 5D, montrant une variante de réalisation de l'ancrage de la carte à circuits imprimés ;  
et

30           - la figure 8 est une vue en perspective illustrant une variante de réalisation d'une grappe métallique utilisable dans l'un ou l'autre des procédés des figures 3A à 3E ou 5A à 5D, respectivement.

On se réfèrera tout d'abord aux figures 1, 2A et 2B qui illustrent une partie d'un module électrique agencé conformément à l'invention. Le module comprend au moins

une barre conductrice équipotentielle 1 sur un bord de la face supérieure de laquelle est fixé, notamment par soudure, le boîtier 2 d'un composant électronique de puissance 3 (par exemple un transistor, un thyristor, ...)

5 de sorte que ce composant (dont au moins la face inférieure du boîtier est métallique et constitue l'une des électrodes) est en contact intime de conduction thermique et électrique avec la barre conductrice 1.

Le composant électronique de puissance 3 comporte

10 deux contacts 4 et 5 en forme de lames ou de pattes, saillant latéralement au-delà du bord de la barre conductrice 1.

Comme visible aux figures 1 et 2A, l'un des contacts, 4, prend appui par son extrémité libre et est

15 soudé sur une piste 6<sub>1</sub> d'un circuit imprimé de la carte 7. La carte à circuits imprimés 7 porte une multiplicité de pistes 6 en cuivre sur sa face supérieure et elle est équipée, sur cette face, de composants électroniques à dissipation thermique réduite (non montrés).

20 Comme visible aux figures 1 et 2B, l'autre contact 5 du composant 3 prend appui par son extrémité libre et est soudé sur la face supérieure 8 d'une portion 9 d'une barre conductrice de puissance 10 qui est, en partie au moins, sous-jacente à la carte à circuits imprimés 7. La

25 portion 9 précitée de la barre conductrice de puissance 10 peut être constituée par le chant frontal d'une excroissance tournée vers le haut de ladite barre (par exemple une patte découpée dans la barre et courbée vers le haut). Pour que cette portion excroissante 9 soit

30 disposée correctement en regard de la barre conductrice 1 et du composant de puissance 3, on prévoit dans la carte à circuits imprimés 7 une découpe 11 dans son bord (ou une

lumière si nécessaire) dans laquelle apparaît ladite portion 9.

Dans l'exemple illustré, le composant de puissance 3 est constitué de telle manière que la face d'appui des 5 extrémités de ses contacts 4 et 5 soit sensiblement coplanaire avec la face d'appui de son boîtier 2 par laquelle il repose sur la barre conductrice 1. Ainsi, il est nécessaire que, d'une part, la face supérieure de la carte à circuits imprimés 7 avec sa piste 6<sub>1</sub> précitée et, 10 d'autre part, la face supérieure 8 de la portion excroissante 9 de la barre conductrice de puissance 10 soient mutuellement sensiblement coplanaires et en outre soient sensiblement coplanaires avec la face supérieure de la barre conductrice 1.

15 Bien entendu, d'autres positions relatives que la position coplanaire peuvent être envisagées dans les mêmes conditions, en fonction de la conformation du composant électronique de puissance 3.

Pour maintenir la carte à circuits imprimés 7 et 20 les deux barres conductrices 1 et 10 fermement réunies dans la position mutuelle requise, on prévoit la mise en œuvre de ce qui suit.

On a illustré aux figures 3A à 3E les principales 25 étapes de fabrication d'un module complet agencé conformément à l'invention. Les formes des pièces composantes montrées sur ces figures sont uniquement destinées à fixer les idées, mais ne sont nullement limitatives de la portée de l'invention.

30 A la figure 3A est montrée une pièce métallique 12, par exemple en cuivre ou en aluminium, métaux très bons conducteurs électriques et thermiques, qui présente une forme complexe et sera dans la suite dénommée "grappe".

La grappe 12 comprend une première partie constituée d'au moins une barre conductrice 1 qui s'étend en forme de U et qui est conformée pour présenter au moins une zone haute 13 destinée à supporter au moins un composant électronique de puissance 3 en contact direct avec celle-ci, et au moins une zone basse 14. Dans l'exemple illustré à la figure 3A, il est représenté trois zones hautes 13, dont chacune est encadrée par deux zones basses 14.

La grappe 12 comprend également, à l'intérieur du U formé par la barre conductrice 1, une deuxième partie constituée d'au moins une barre conductrice de puissance 10 qui présente, elle aussi, une forme générale de U. La barre conductrice de puissance 10 possède une zone 23 située au niveau des susdites zones basses 14 de la barre conductrice 1 et elle présente, sur son bord externe, des portions ou excroissances 9 (formées de pattes découpées et pliées) qui s'élèvent sensiblement jusqu'au niveau de la face supérieure des zones hautes 13 de la barre conductrice 1. Dans l'exemple représenté, des portions excroissances 9 sont encadrées par des zones basses 23 de la barre conductrice de puissance 10.

Enfin, la grappe 12 comprend une pluralité de pattes de liaison 15 qui réunissent des zones basses adjacentes respectives de la barre conductrice 1 et de la barre conductrice de puissance 10, tandis qu'en dehors desdites pattes de liaison 15 les deux barres 1 et 10 restent écartées l'une de l'autre.

La pièce ou grappe 12 peut être fabriquée sans difficulté particulière par découpage, formage et pliage d'une feuille métallique plane.

La grappe 12 ainsi conformée est disposée à l'intérieur d'un moule d'injection d'un matériau synthé-

tique électriquement isolant, lequel moule est conformé pour que le matériau isolant soit injecté dans les emplacements de la grappe 12 comportant les zones basses des deux barre conductrice 1 et barre conductrice de puissance 10, et notamment comme illustré à la figure 3B dans les parties d'angle de la grappe 12 qui est de forme générale polygonale, et plus particulièrement quadrangulaire (ici rectangulaire). L'épaisseur du matériau isolant (ici symbolisé par des zones en grisé-hachuré) est moindre que la hauteur des zones hautes de la barre conductrice 1 et de la face supérieure des excroissances 9 de sorte que celles-ci restent dégagées. Après durcissement, le matériau isolant forme des blocs 16 qui noient des parties adjacentes des barres 1 et 10 dans lesquelles sont situées des pattes de liaison 15 (sur la figure 3B, les zones basses 14 des barres 1 et 10 et les pattes de liaison 15 ont été montrées par transparence à travers les blocs 16 de matériau isolant durci).

On procède ensuite, comme illustré à la figure 3C, à l'élimination des pattes de liaison 15 en perçant la pièce sur toute son épaisseur à travers les blocs isolant 16 (trous 17). Ensuite de quoi, les deux barre conductrice 1 et barre conductrice de puissance 10 ne présentent plus de ponts métalliques et sont devenues électriquement indépendantes, tout en étant mécaniquement solidarisiées l'une à l'autre par les blocs 16 de matériau isolant durci.

A titre de variante, on peut avantageusement procéder comme illustré aux figures 4A et 4B qui montrent, seul, l'angle supérieur gauche de la pièce. Lors de l'injection du matériau isolant, on crée des réserves 18 au niveau des pattes de liaison 15 de manière que, une fois le matériau isolant durci, les pattes 15 demeurent

accessibles (figure 4A). On procède ensuite à leur élimination par cisaillement comme illustré à la figure 4B, de manière à isoler électriquement les deux barres 1 et 10 l'une de l'autre, en même temps qu'elles restent  
5 mécaniquement solidarisées par les blocs 16 de matériau isolant durci.

On procède ensuite à la mise en place de la carte à circuits imprimés 7 comme illustré à la figure 3D (sur laquelle les circuits imprimés de la carte 7 ne sont pas montrés par souci de simplification). Dans l'exemple  
10 illustré à la figure 3D, la carte 7 est simplement posée sur les zones basses de la barre conductrice 1 et de la barre conductrice de puissance 10 et leur est solidarisée par tout moyen approprié (vissage, collage, soudure, ...).  
15 La carte 7 est supposée être du type simple face (c'est-à-dire ne comporter des circuits imprimés que sur sa face supérieure) ; toutefois la carte 7 peut être du type double face avec des circuits imprimés présents en outre sur sa face inférieure, mais uniquement dans la partie  
20 centrale qui est contournée par la barre conductrice de puissance 10, de sorte qu'aucun court-circuit n'est provoqué en raison du contact de la carte 7 et des barres 1 et 10.

Sur le pourtour de la carte 7, les découpes 11  
25 contournent les portions excroissantes 9, et des saillies 19 de la carte 7 définies entre des découpes 11 consécutives viennent se loger à côté desdites portions 9, chaque saillie 19 portant une pastille 6<sub>1</sub> de circuits imprimés comme illustré aux figures 1 et 2A.

30 Finalement, on procède au montage des composants électroniques. Les composants électroniques de puissance 3 (transistors de puissance, thyristors, ...) sont solidarisés (par exemple soudés) sur les zones hautes 13 de la

barre conductrice 1 avec leurs pattes 4, 5 en appui respectivement sur les pastilles 6<sub>1</sub> des saillies 19 de la carte à circuits imprimés 7 et sur les portions excroissantes 9 de la barre conductrice de puissance 10. Les composants électroniques 20 à faible dissipation thermique sont montés sur la carte à circuits imprimés 7, sur la face supérieure de celle-ci comme illustré à la figure 3E et éventuellement dans la partie centrale de sa face inférieure dans le cas d'une carte du type double face.

On notera que la hauteur des zones hautes 13 de la barre conductrice 1, la conformation des excroissances 9 de la barre conductrice de puissance 10 et l'épaisseur de la carte à circuits imprimés 7 sont mutuellement déterminées de sorte que les faces supérieures respectives soient dans des situations relatives prédéterminées, et notamment approximativement coplanaires : ainsi les composants électroniques de puissance 3 disposés sur la barre conductrice 1 ont leurs pattes 4, 5 en appui sur la carte 7 et la barre conductrice de puissance 10 sans déformation excessive, et donc sans risque d'endommagement.

Bien que l'agencement qui vient d'être décrit en regard des figures 3A à 3E constitue un module électrique conforme aux buts visés par l'invention, on peut toutefois réaliser un module ayant une plus grande rigidité mécanique et éviter une fixation spécifique de la carte à circuits imprimés 7 en ayant recours aux dispositions qui suivent, décrites en référence aux figures 5A à 5D.

On commence par fabriquer une grappe métallique 12 (figure 5A) dans les mêmes conditions qu'indiqué précédemment en regard de la figure 3A.

Sur la grappe métallique 12 on vient ensuite poser la carte à circuits imprimés 7 constituée comme indiqué précédemment. Comme visible à la figure 5B, la carte à

circuits imprimés 7 occupe sa place définitive, avec ses saillies 19 engagées entre les portions excroissantes 9 de la barre conductrice de puissance 10.

On introduit alors l'ensemble grappe 12/carte 7 dans un moule d'injection et on injecte du matériau synthétique isolant de manière que celui-ci noie les parties basses de l'ensemble (figure 5C). Dans ces conditions, le matériau isolant envahit tous les espaces libres et intervalles existants et, après durcissement, constitue une sous-couche rigide dans laquelle sont noyées la grappe 12 et la plaque 7, à l'exclusion toutefois des faces supérieures des zones hautes 13 de la barre conductrice 1, des faces supérieures des portions excroissantes 9 de la barre conductrice de puissance 10 et de la face supérieure de la carte à circuits imprimés 7, comme on le voit bien sur la figure 5C : le matériau isolant rigide, représenté en grisé-hachuré, forme un bloc 21 épousant le contour général de la grappe 12.

Dans le cas où la carte 7 est du type double face, on peut former une réserve 24 (schématisée en tirets à la figure 5C) dans sa région centrale de sa face inférieure si des composants électroniques doivent y être montés ; dans le cas où aucun composant n'a à y être fixé, la réserve 24 n'a pas de raison d'être et les pistes imprimées situées dans ladite région centrale de la face inférieure sont simplement recouvertes par le matériau isolant.

On procède ensuite à l'élimination des pattes de liaison 15 selon l'une ou l'autre méthode exposée plus haut, afin d'assurer l'indépendance électrique des deux barres 1 et 10.

Enfin on monte les composants électroniques à leurs emplacements respectifs (figure 5D).

Le procédé qui vient d'être décrit en regard des figures 5A à 5D offre l'avantage de conduire à un module électrique d'une très grande rigidité, apte à supporter les conditions sévères d'un environnement vibratoire  
5 (équipement d'un véhicule automobile par exemple).

Dans le cas où la carte 7 possède, sur sa face inférieure, des pistes conductrices imprimées qui s'étendent jusqu'en regard de la barre conductrice de puissance, il convient d'assurer l'isolement électrique de  
10 cette carte vis-à-vis des barres conductrices ou parties de barres conductrices qui lui sont sous-jacentes. A cette fin, la carte 7 est déposée sur la grappe 12 en étant maintenue écartée de celle-ci par un intervalle suffisant pour que, lors de l'injection, le matériau isolant comble  
15 cet intervalle et, après durcissement, forme une couche isolante intermédiaire 22 comme illustré aux figures 6A et 6B (lesquelles sont des vues en coupe analogues aux vues 2A et 2B), à la différence que la carte 7 est illustrée comme étant du type double face.

Pour faciliter l'ancrage de la carte à circuits imprimés 7 dans le matériau isolant durci, on peut avantageusement encocher au moins certaines portions des  
20 chants de la carte (non visible sur les dessins).

On peut aussi, comme illustré à la figure 7, prévoir des trous 23 de relativement grand diamètre dans  
25 la carte à circuits imprimés 7. Le matériau isolant, injecté en sous-couche 22 comme indiqué plus haut, reflue alors par les trous 23 et recouvre une portion avoisinante de la face supérieure de la carte 7 ; le "bouton" 24 de  
30 matériau ainsi formé bloque la carte de façon sûre. On peut prévoir, sur la face supérieure de la carte 7, un creux ou lamage 25 entourant le trou 23 et dans lequel se forme le "bouton" 24 de matériau isolant qui, ainsi, ne fait pas ou

quasiment pas saillie au-dessus de la face supérieure de la carte 7.

Bien entendu, les barres conductrices peuvent donner lieu à des arrangements plus complexes que ceux montrés aux figures précédemment évoquées, en relation avec les impératifs de fonctionnement des composants électroniques de puissance 3. Ainsi à la figure 8, on a illustré, dans les mêmes conditions qu'à la figure 3A, une variante de réalisation d'une grappe métallique 12 qui met en œuvre une multiplicité de barres conductrices 1 et de barres conductrices de puissance 10. La barre conductrice 1 unique de la figure 3A est remplacée par plusieurs (trois dans l'exemple illustré) tronçons de barres conductrices 1a, 1b, 1c, qui sont propres à supporter des composants électroniques de puissance qui peuvent alors avoir leurs boîtiers portés à des potentiels différents. De la même manière, la barre conductrice de puissance 10 unique de la figure 3A est remplacée par plusieurs (deux dans l'exemple représenté) tronçons de barres conductrices de puissance 10a et 10b dont les conformations sont appropriées pour réunir les contacts 5 des composants 3 requis. Tous les tronçons sont réunis entre eux par des pattes de liaison 15.

Bien entendu des agencements plus complexes sont envisageables, et il est possible que les barres conductrices 1 et/ou les barres conductrices de puissance 10 soient imbriquées les unes dans les autres et éventuellement se chevauchent : le matériau synthétique isolant vient alors s'insérer aux endroits requis pour éviter les courts-circuits et rigidifier l'ensemble.

On peut, de plus, accroître la fiabilité du module constitué conformément à l'invention en revêtant les contacts (ou pattes) 4, 5 des composants de puissance,

ainsi que leur soudure d'une résine isolante durcissable (non montré) qui, par sa présence, renforce la liaison mécanique du contact et de son support. On limite ainsi les efforts provoqués sur ces soudures par les chocs thermiques auxquels le module se trouve exposé et on réduit le risque d'une rupture de la soudure.

On comprend, d'après les explications qui précèdent, que la fabrication d'un module électrique conforme à l'invention peut s'effectuer dans des conditions conduisant à un coût sensiblement réduit, tout en aboutissant à un ensemble monobloc rigide et mécaniquement très résistant.

Le module ainsi obtenu présente une bonne rigidité mécanique et notamment les barres conductrices, constituées en métal électriquement bon conducteur (par exemple en cuivre ou à base de cuivre) ayant un coefficient de dilatation thermique élevé, sont maintenues mécaniquement dans des conditions telles que, par exemple malgré l'atmosphère ambiante à température élevée due à la proximité d'un moteur de véhicule, on évite des déformations de ces barres qui entraîneraient des efforts importants sur les contacts des composants de puissance avec un risque de rupture de ces contacts.

**REVENDEICATIONS**

1. Module électrique comprenant :

5 - au moins une barre (1) constituant liaison équipotentielle en matériau électriquement conducteur, ladite barre étant conformée pour présenter au moins une zone haute et au moins une zone basse ;

10 - au moins un composant électronique de puissance (3) en contact direct avec la zone haute de ladite barre conductrice (1) ;

15 - une carte à circuits imprimés (7) portant des composants électroniques à dissipation thermique réduite du module, cette carte étant disposée adjacente à la susdite barre conductrice (1) avec sa face supérieure disposée dans une situation prédéterminée par rapport à celle de la zone haute de ladite barre conductrice (1) ;

20 - au moins une barre conductrice de passage de courant de puissance (10) sous-jacente à la carte à circuits imprimés (7) et présentant au moins une zone basse adjacente à la susdite zone basse de la barre conductrice précitée et possédant au moins une portion (9) ayant une face supérieure (8) adjacente à la susdite barre conductrice et dans une situation prédéterminée par rapport à celle de la zone haute de ladite barre conductrice (1) ;

25 - le susdit composant de puissance (3) ayant des contacts (4, 5) raccordés respectivement à un circuit imprimé de la susdite carte à circuits imprimés (7) et à la face supérieure (8) de ladite portion (9) de la barre conductrice de puissance (10) ;

30 - et au moins une couche (16) d'un matériau isolant durci recouvrant les susdites zones basses de la barre conductrice (1) et de la barre conductrice de

puissance (10) qui sont mutuellement adjacentes de manière à rigidifier l'ensemble ainsi constitué et à maintenir les positions relatives des surfaces précitées afin d'assurer la fiabilité de la continuité électrique des contacts du composant de puissance.

2. Module électrique selon la revendication 1, caractérisé

- en ce que la barre conductrice (1) présente au moins une zone haute (13) située entre deux zones basses extrêmes (14) de la barre conductrice,

- en ce que la barre conductrice de puissance (10) possède au moins une portion (9) ayant une face supérieure adjacente à la zone haute (13) de la barre conductrice (1), laquelle portion est située entre deux zones basses extrêmes (23) de la barre conductrice de puissance,

- en ce que les zones basses (14) de la barre conductrice (1) et les zones basses (23) de la barre conductrice de puissance (10) sont deux à deux adjacentes, et

en ce que du matériau isolant durci (16, 21) solidarise lesdites paires de zones basses (14, 23) des barre conductrice (1) et barre conductrice de puissance (10).

3. Module électrique selon la revendication 2, caractérisé en ce que des zones basses (14) des barre conductrice (1) et barre conductrice de puissance (10) solidarisées par du matériau isolant durci (16) sont situées dans les angles du module qui possède une forme générale approximativement polygonale, notamment approximativement quadrangulaire.

4. Module électrique selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la carte à circuits imprimés (7) comporte des découpes (11) et/ou

des lumières pour donner passage à des portions (9) de la ou des barres conductrices de puissance (10) afin d'autoriser un raccordement de contact avec un composant électronique de puissance (3) porté par la barre conductrice (1).

5            5. Module électrique selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte plusieurs barres conductrices (1) électriquement indépendantes les unes aux autres et juxtaposées.

10           6. Module électrique selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte plusieurs barres conductrices de puissance (10) électriquement indépendantes les unes des autres et juxtaposées.

15           7. Module électrique selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les faces supérieures de la carte à circuits imprimés (7), des zones hautes de la barre conductrice (1) et des zones hautes de ladite portion (9) de la barre conductrice de puissance (10) sont maintenues dans une situation de sensible coplanéité mutuelle.

20           8. Module électrique selon la revendication 7, caractérisé en ce que le matériau isolant durci (21) noie les pièces composantes (1, 7, 10) du module à l'exclusion des faces supérieures sensiblement coplanaires de la carte à circuits imprimés (7), des zones hautes (13) de la barre conductrice (1) et des zones hautes des excroissances (9) de la barre conductrice de puissance (10).

25           9. Module électrique selon la revendication 8, caractérisé en ce que la carte à circuits imprimés (7) est retenue dans le module uniquement par le matériau isolant durci (21) et en ce qu'au moins certaines portions d'au moins certains chants de la carte à circuits imprimés sont

encochées pour améliorer l'ancrage dans le matériau isolant durci.

10. Module électrique selon la revendication 8 ou 9, caractérisé en ce que la carte à circuits imprimés (7) 5 comporte au moins un trou (23) de relativement grand diamètre et en ce que du matériau isolant durci obture ce trou et recouvre une portion avoisinante de la face supérieure de la carte (7) ("bouton" 24).

11. Module électrique selon l'une quelconque des 10 revendications 8 à 10, caractérisé en ce qu'au moins la région centrale (24) de la face inférieure de la carte à circuits imprimés (7) du type double face reste dégagée.

12. Module électrique selon la revendication 11, 15 caractérisé en ce que la carte à circuits imprimés (7), notamment du type double face, est écartée au-dessus des barre conductrice (1) et barre conductrice de puissance (10) et en ce que le matériau isolant durci (22) comble cet intervalle.

13. Module électrique selon l'une quelconque des 20 revendications précédentes, caractérisé en ce que les contacts (4, 5) du composant électronique de puissance (3) et leurs soudures respectives sont recouverts d'une résine isolante durcie propre à réduire les efforts s'exerçant sur lesdites soudures lors de chocs thermiques.

25 14. Procédé pour fabriquer un module électrique selon l'une quelconque des revendications 1 à 13, caractérisé par les étapes suivantes :

a) on emboutit une plaque d'un matériau 30 électriquement conducteur pour former, par découpe et mise en forme, une pièce complexe ou grappe (12) incorporant :

- au moins une première partie formant une barre conductrice (1) propre à constituer liaison équipotentielle, ladite barre

conductrice (1) présentant au moins une zone haute (13) et au moins une zone basse (14) ;

- au moins une seconde partie formant une barre conductrice de puissance (10) propre au passage d'un courant de puissance et adjacente au moins en partie à des parties de celle-ci, la barre conductrice de puissance (10) présentant au moins une zone basse (23) adjacente à la susdite zone basse (13) de la barre conductrice (1) et possédant au moins une portion (9) ayant une face supérieure adjacente à la zone haute (13) de la susdite barre conductrice (1) et dans une situation prédéterminée par rapport à celle de la zone haute (13) de ladite barre conductrice ;

- des pattes de liaison (15) reliant les susdites première et deuxième parties ;

b) on dispose ladite grappe (12) dans un moule d'injection de matière synthétique et on injecte dans le moule un matériau synthétique électriquement isolant, ledit moule étant agencé pour que le matériau synthétique noie les zones basses (14, 23) des barre conductrice (1) et barre conductrice de puissance (10) en laissant à découvert au moins les faces supérieures des zones hautes (13, 9) desdites barre conductrice (1) et barre conductrice de puissance (10) ;

c) on laisse refroidir et durcir le matériau synthétique (16, 21), puis on sort l'ensemble hors du moule ;

d) on découpe les pattes de liaison (15) précitées de manière que les barre conductrice (1) et barre conductrice de puissance (10) soient électriquement

séparées l'une de l'autre, mais soient mécaniquement solidarisées par leurs zones noyées dans le matériau synthétique durci ;

5 e) on met en place une carte à circuits imprimés (7) que l'on solidarise à l'ensemble ;

f) enfin on met en place et on soude, d'une part, au moins un composant électrique de puissance (3) sur la zone haute (13) de la barre conductrice (1) de manière que ses contacts soient raccordés respectivement à un circuit  
10 imprimé (6<sub>1</sub>) de ladite carte (7) à la face supérieure de ladite portion (9) de la barre conductrice de puissance (10) et, d'autre part, des composants électroniques (20) à dissipation thermique réduite sur la carte à circuits imprimés (7).

15 15. Procédé pour fabriquer un module électrique selon l'une quelconque des revendications 1 à 13, caractérisé par les étapes suivantes :

a) on emboutit une plaque d'un matériau électriquement conducteur pour former, par découpe et mise  
20 en forme, une pièce complexe ou grappe (12) incorporant :

- au moins une première partie formant une barre conductrice (1) propre à constituer liaison équipotentielle, ladite barre conductrice (1) présentant au moins une zone  
25 haute (13) et au moins une zone basse (14) ;

- au moins une seconde partie formant une barre conductrice de puissance (10) propre au passage d'un courant de puissance et adjacente au moins en partie à des parties  
30 de celle-ci, la barre conductrice de puissance (10) présentant au moins une zone basse (23) adjacente à la susdite zone basse (13) de la barre conductrice (1) et

possédant au moins une portion (9) ayant une face supérieure adjacente à la zone haute (13) de la susdite barre conductrice (1) et dans une situation prédéterminée par rapport à celle de la zone haute (13) de ladite barre conductrice ;

- des pattes de liaison (15) reliant les susdites première et deuxième parties ;

b) on met en place sur la grappe (12) une carte à circuits imprimés (7) ;

c) on dispose l'ensemble formé de ladite grappe (12) et de la carte à circuits imprimés (7) dans un moule d'injection de matière synthétique et on injecte dans le moule un matériau synthétique électriquement isolant, ledit moule étant agencé pour que le matériau synthétique noie les zones basses (14, 23) des barre conductrice (1) et barre conductrice de puissance (10), ainsi que la face inférieure et les chants d'au moins certaines parties de la carte à circuits imprimés (7), tout en laissant à découvert au moins les faces supérieures des zones hautes (13, 9) desdites barre conductrice (1) et barre conductrice de puissance (10) et la face supérieure de la carte à circuits imprimés (7) ;

d) on laisse refroidir et durcir le matériau synthétique (16, 21), puis on sort l'ensemble hors du moule ;

e) on découpe les pattes de liaison (15) précitées de manière que les barre conductrice (1) et barre conductrice de puissance (10) soient électriquement séparées l'une de l'autre, mais soient mécaniquement solidarisées par leurs zones noyées dans le matériau synthétique durci ;

f) enfin on met en place et on soude, d'une part, au moins un composant électrique de puissance (3) sur la zone haute (13) de la barre conductrice (1) de manière que ses contacts soient raccordés respectivement à un circuit imprimé (6<sub>1</sub>) de ladite carte (7) à la face supérieure de ladite portion (9) de la barre conductrice de puissance (10) et, d'autre part, des composants électroniques (20) à dissipation thermique réduite sur la carte à circuits imprimés (7).

10           16. Procédé selon la revendication 14 ou 15, caractérisé en ce que le matériau synthétique est injecté dans le moule au moins dans les angles de la grappe (12) qui possède une forme générale approximativement polygonale.

15           17. Procédé selon la revendication 14 ou 15, caractérisé en ce que le matériau synthétique est injecté dans le moule pour occuper approximativement toute la surface définie par le contour de la grappe en laissant dégagées les zones hautes (13, 9) précitées, respecti-  
20 vement la face supérieure de la carte à circuits imprimés (7).

          18. Procédé selon la revendication 15, caractérisé en ce que le matériau synthétique est injecté dans le moule pour occuper approximativement la surface définie  
25 par le contour de la grappe (12) à l'exclusion d'au moins la région centrale (24) de la face inférieure de la carte à circuits imprimés (7) du type double face, tout en laissant dégagées les zones hautes (13, 9) précitées, respectivement la face supérieure de la carte à circuits  
30 imprimés (7) du type double face.

          19. Procédé selon l'une quelconque des revendications 15 à 18, caractérisé en ce qu'au moins certaines portions des chants de la carte à circuits imprimés sont

encochées pour favoriser l'accrochage du matériau synthétique.

20. Procédé selon l'une quelconque des revendications 15 à 19, caractérisé en ce qu'au moins un  
5 trou (23) de relativement grand diamètre est prévu dans la carte à circuits imprimés (7) et en ce que, lors de l'injection, du matériau isolant remonte par ce trou et déborde sur la face supérieure de la carte (7) en formant, après durcissement, un "bouton" (24) de blocage de la  
10 carte (7).

21. Procédé selon l'une quelconque des revendications 14 à 20, caractérisé en ce que, lors de l'injection du matériau synthétique coulant dans le moule, on aménage des réserves (18) en regard des pattes de  
15 liaison (15) respectives reliant les susdites première et deuxième parties de la grappe (12) et en ce qu'après durcissement du matériau synthétique isolant, on découpe ces liaisons (15) à travers lesdites réserves (18).

22. Procédé selon l'une quelconque des revendications 14 à 21, caractérisé en ce que la carte à circuits  
20 imprimés (7), notamment du type double face, est maintenue écartée au-dessus des barre conductrice (1) et barre conductrice de puissance (10), et en ce que du matériau isolant est injecté (en 21) dans l'intervalle entre la  
25 carte (7) et les barres (1, 10).

23. Procédé selon l'une quelconque des revendications 14 à 22, caractérisé en ce qu'on revêt de résine isolante durcissable les contacts (4, 5) du composant de puissance et leurs soudures respectives.

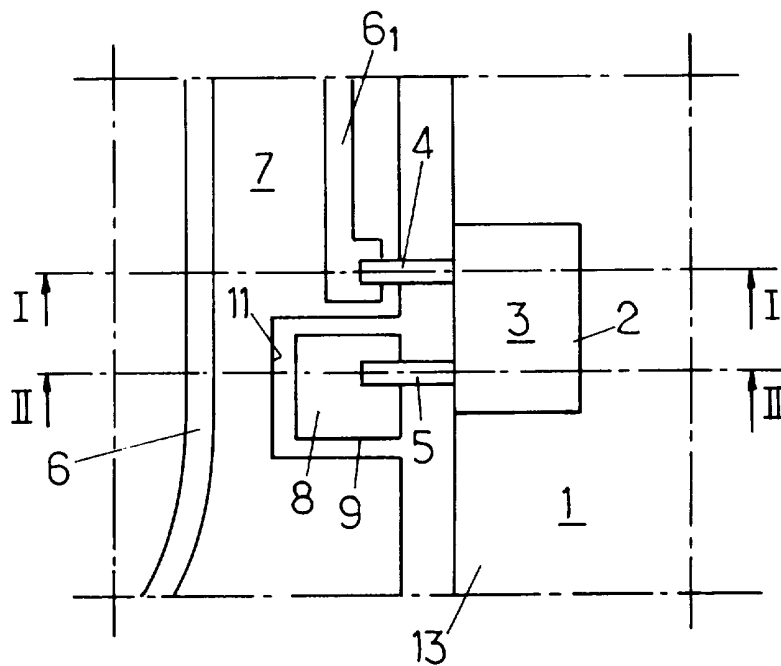


FIG. 1.

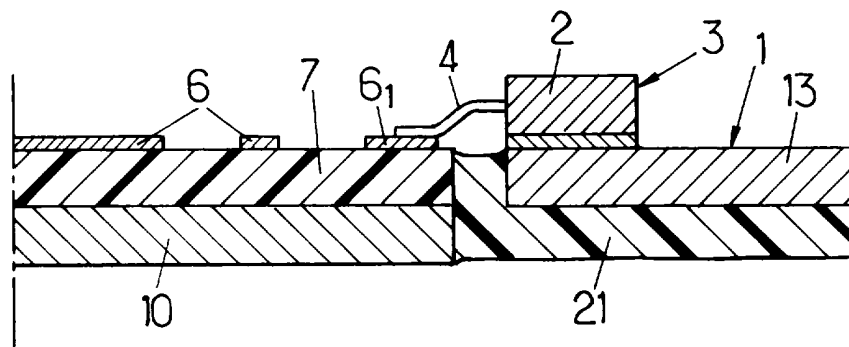


FIG. 2A.

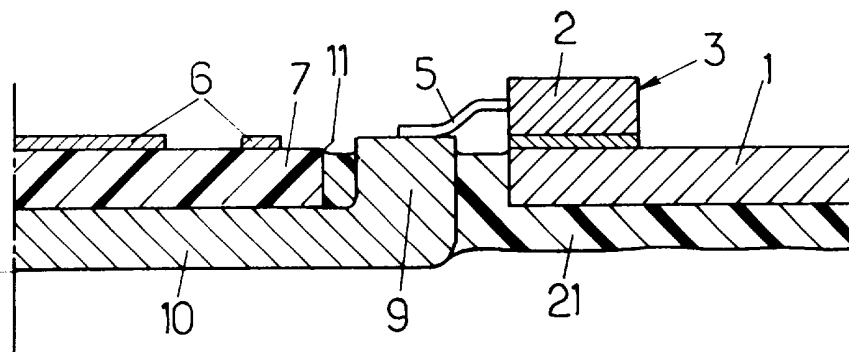


FIG. 2B.

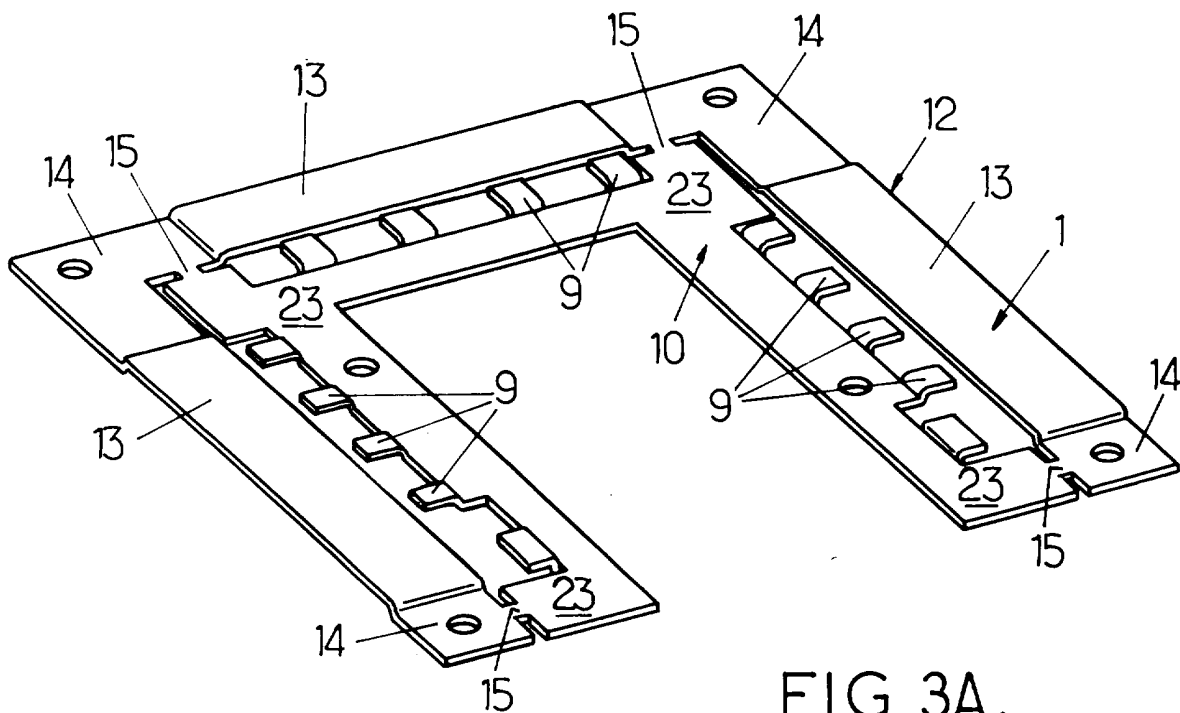


FIG. 3A.

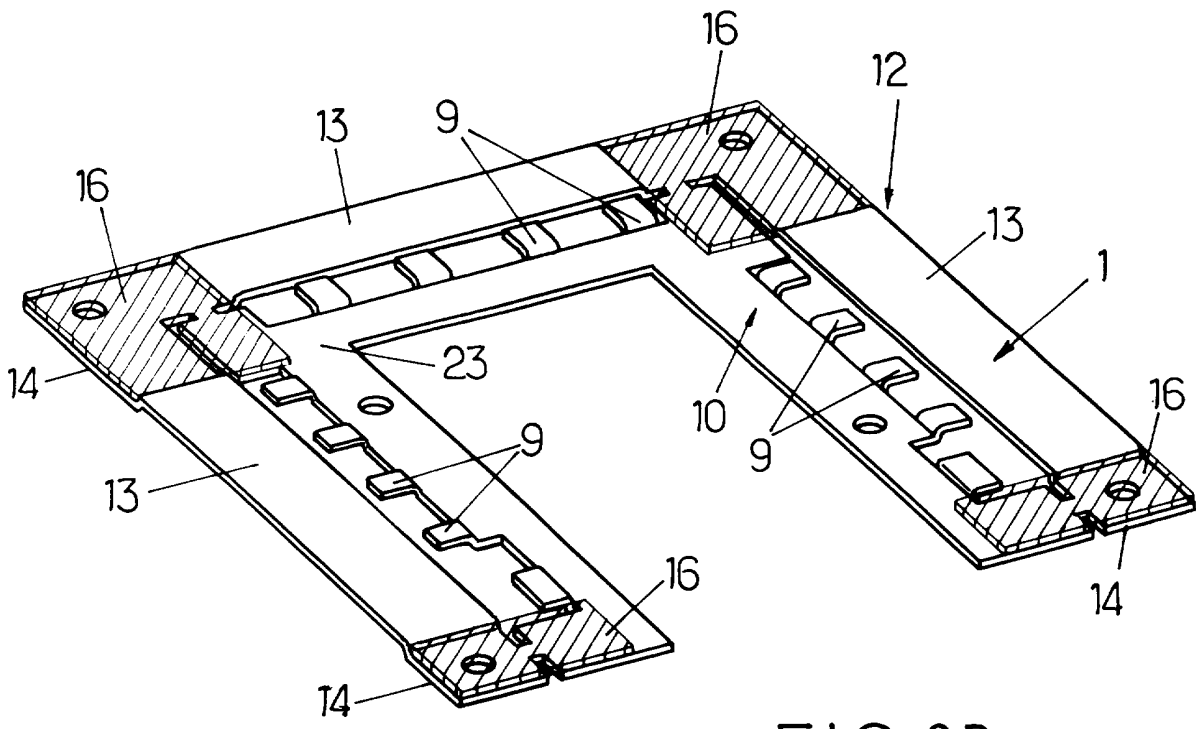


FIG. 3B.

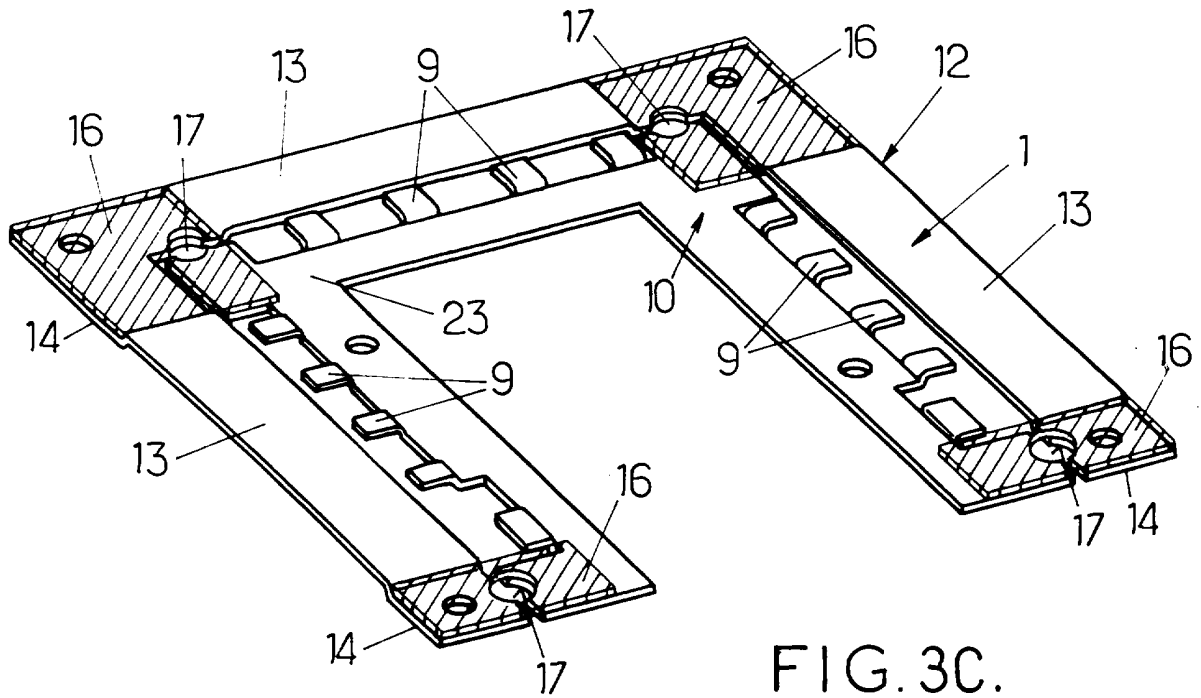


FIG. 3C.

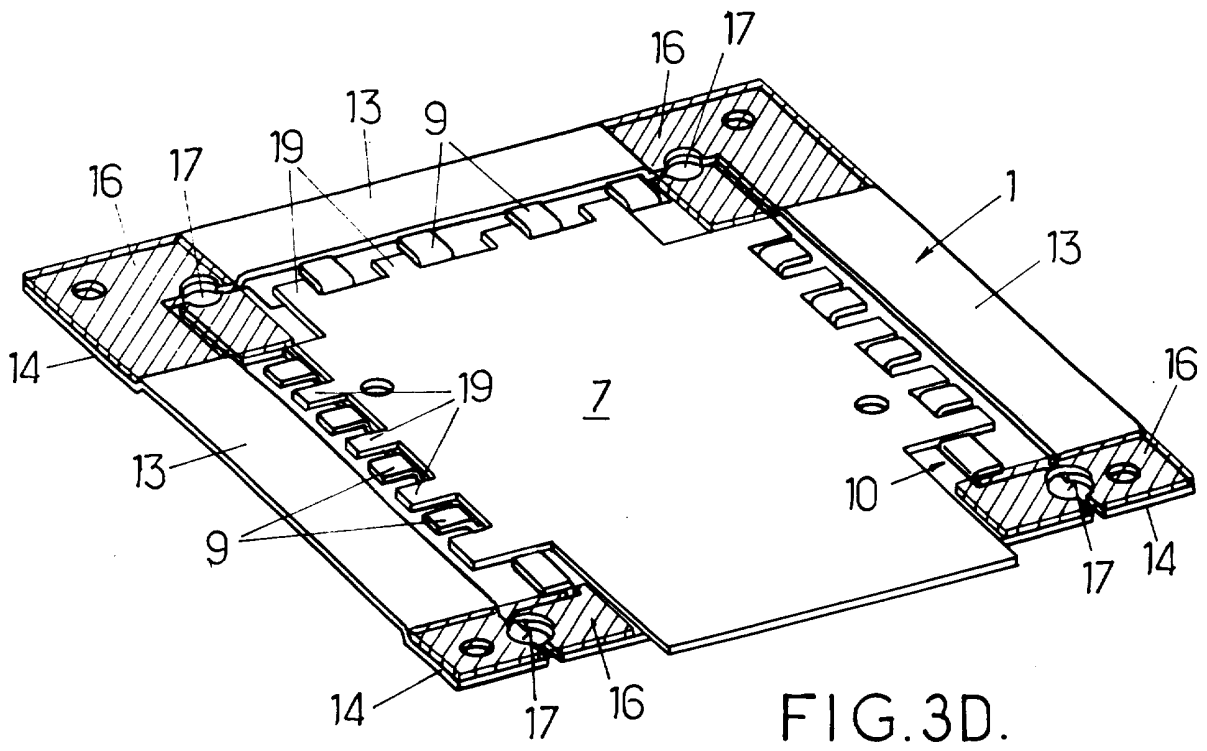


FIG. 3D.

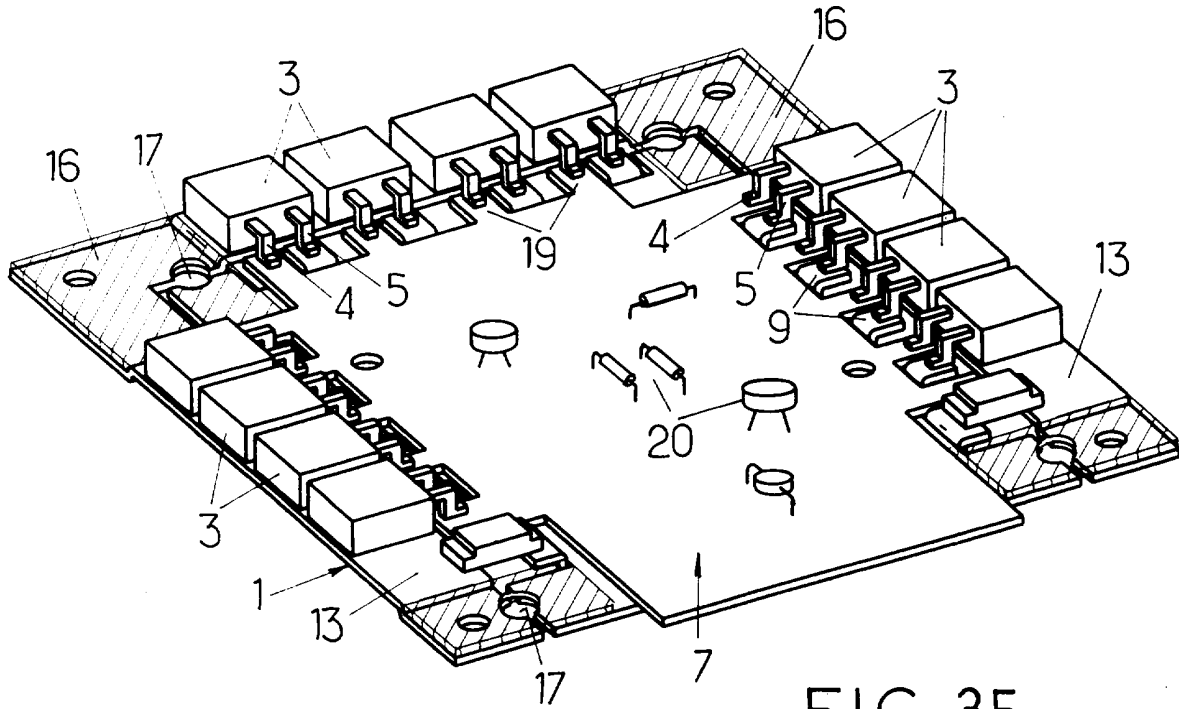


FIG. 3E.

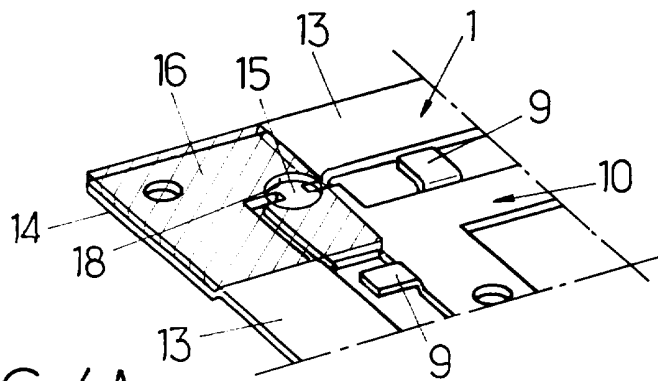


FIG. 4A.

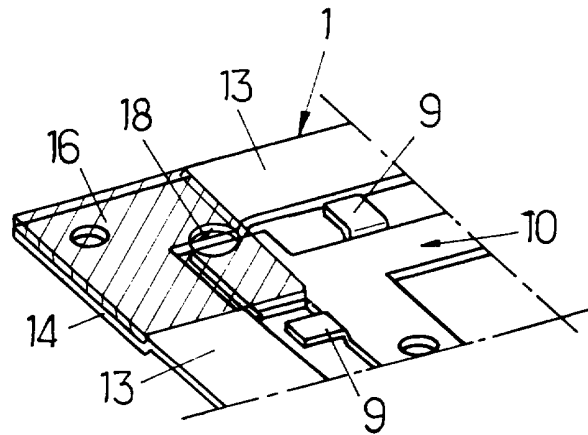


FIG. 4B.

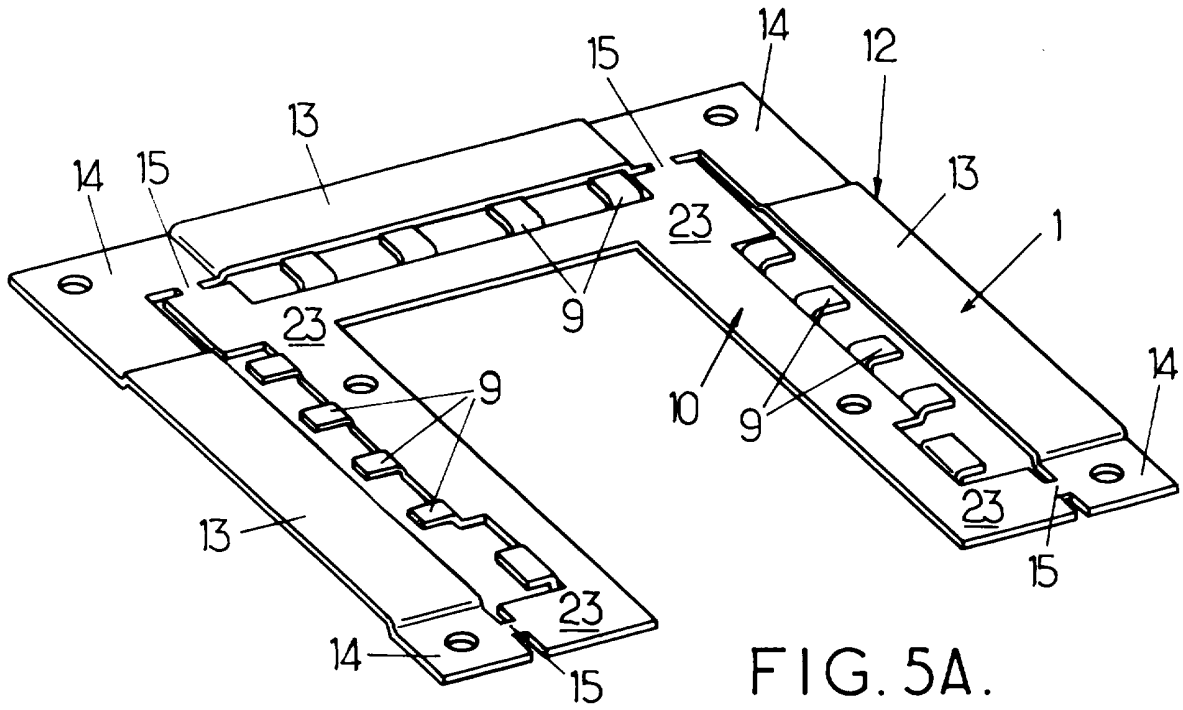


FIG. 5A.

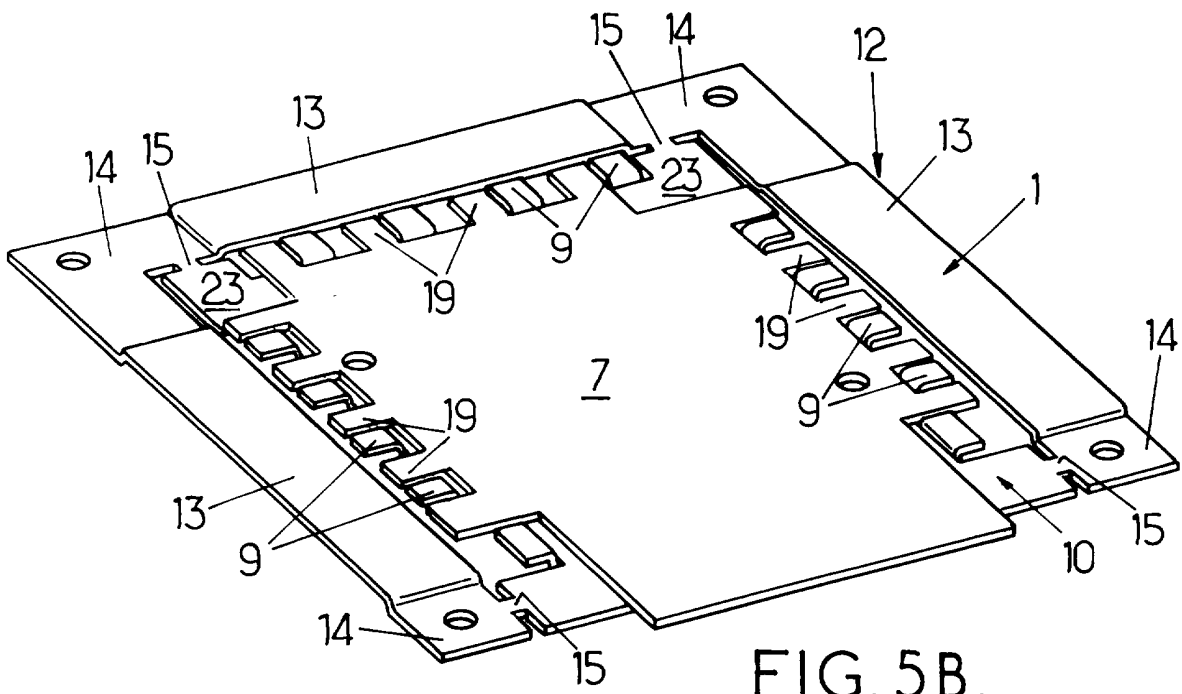


FIG. 5B.

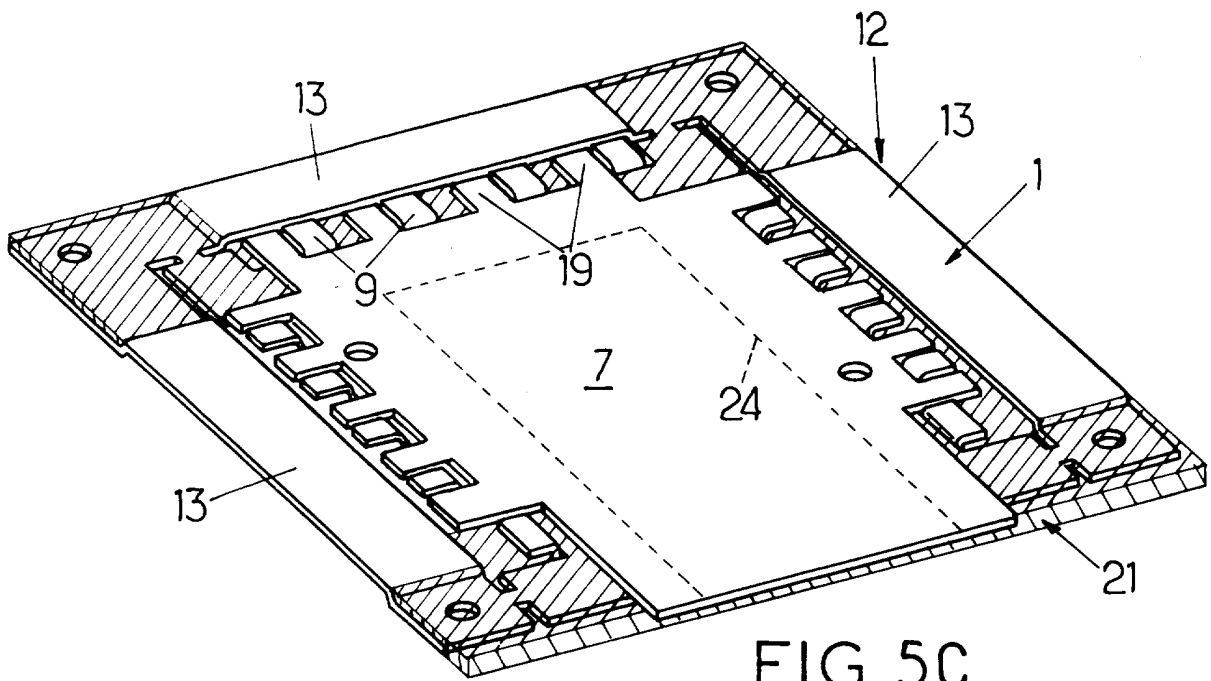


FIG. 5C.

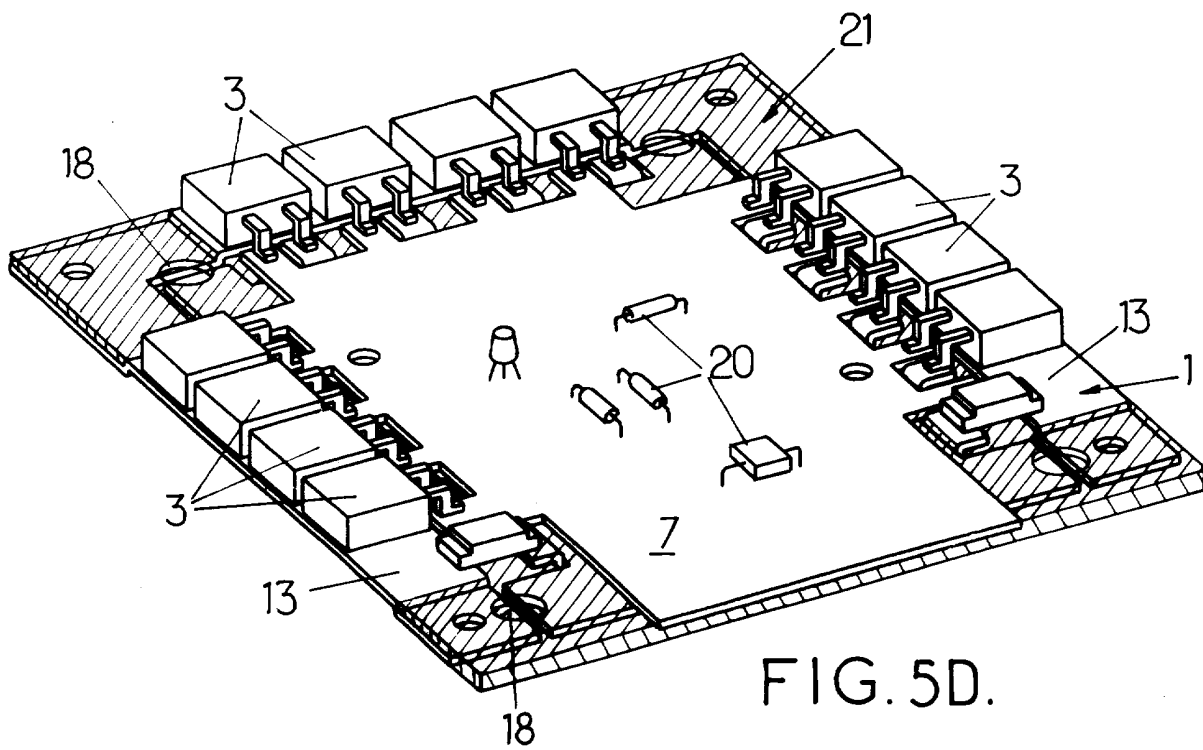


FIG. 5D.

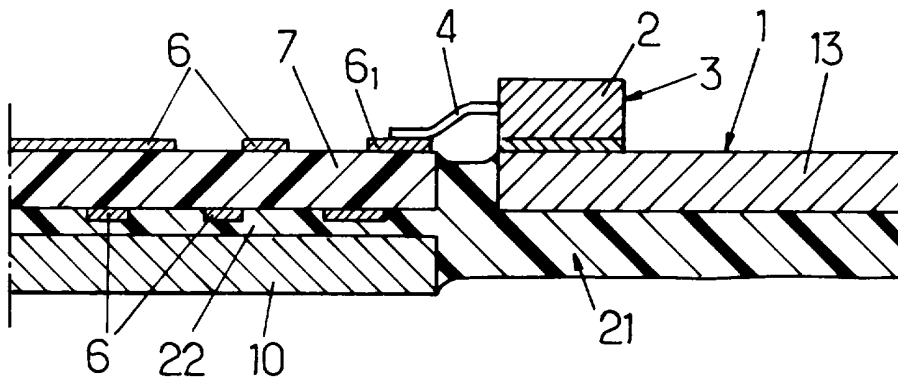


FIG. 6A.

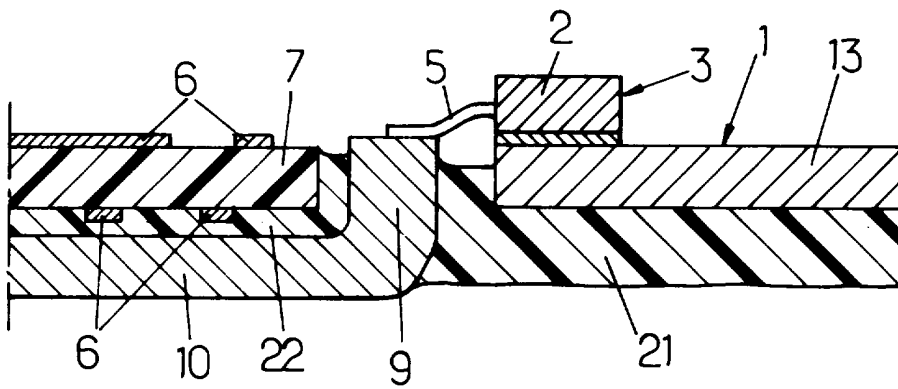


FIG. 6B.

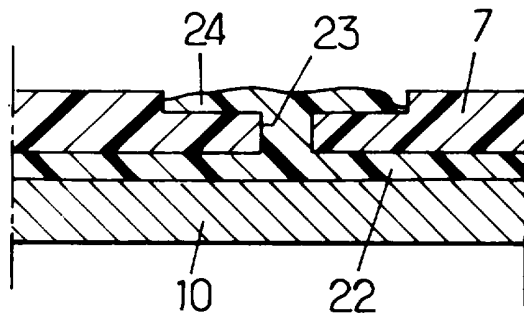


FIG. 7.

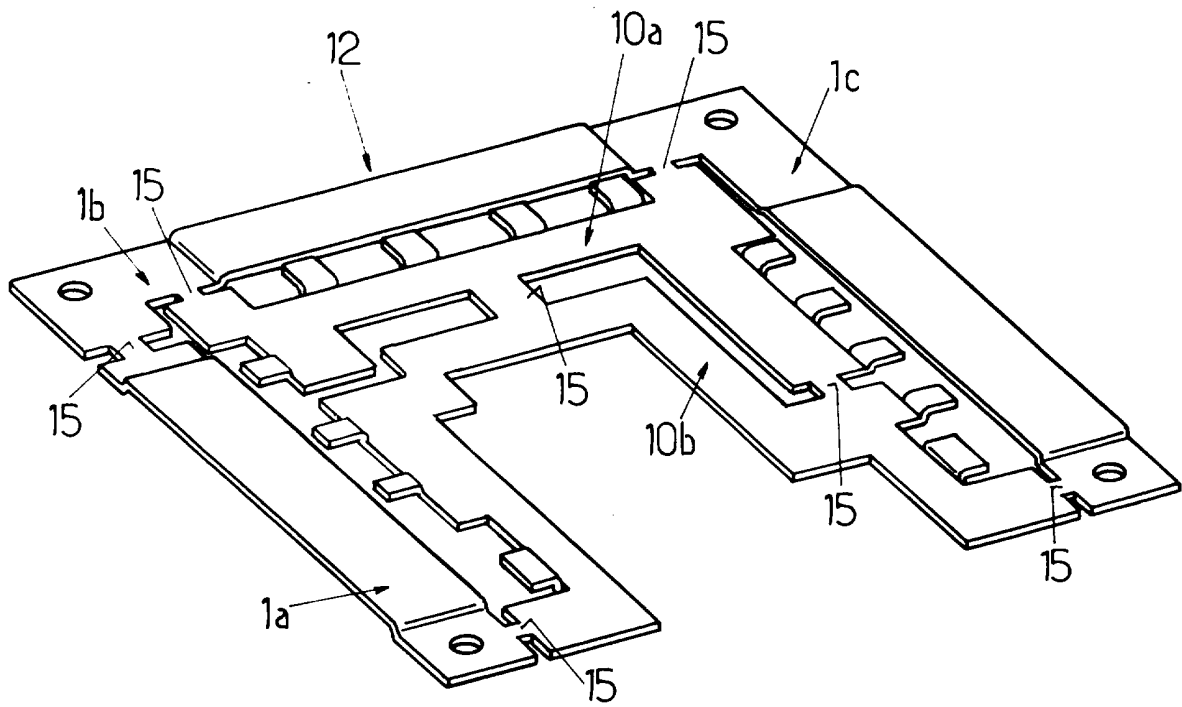


FIG. 8.

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	DE 299 05 056 U (TRW AUTOMOTIVE ELECTRONICS & C) 2 juin 1999 (1999-06-02) * le document en entier *	1	H05K7/02 H05K1/18
A	----- * le document en entier *	2-23	
A	FR 2 595 167 A (RENAULT) 4 septembre 1987 (1987-09-04) * le document en entier *	1	
A	----- US 5 602 451 A (WADA SHUNICHI ET AL) 11 février 1997 (1997-02-11) * le document en entier *	1	
A	----- DE 197 12 842 C (SIEMENS AG) 13 août 1998 (1998-08-13) * le document en entier *	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7)
			H05K
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
1 décembre 2000		Toussaint, F	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons ..... & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

1  
EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)