

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

(11) N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

2 535 898

(21) N° d'enregistrement national :

83 17799

(51) Int Cl<sup>3</sup> : H 01 L 25/04, 23/48, 23/52.

(12) **DEMANDE DE CERTIFICAT D'UTILITÉ** A3

(22) Date de dépôt : 9 novembre 1983.

(71) Demandeur(s) : Société dite : BROWN, BOVERI & CIE  
AKTIENGESELLSCHAFT. — DE.

(30) Priorité DE, 10 novembre 1982, n° P 32 41 508.7.

(43) Date de la mise à disposition du public de la  
demande : BOPI « Brevets » n° 19 du 11 mai 1984.

(72) Inventeur(s) : Bernd Leukel, Klaus Bunk et Hubert Hett-  
mann.

(60) Références à d'autres documents nationaux appa-  
rentés :

(73) Titulaire(s) :

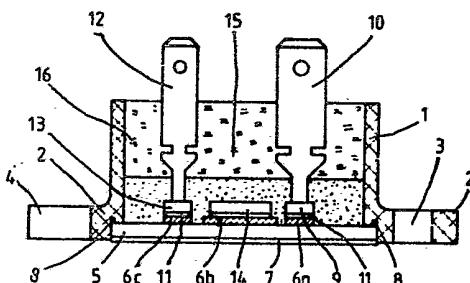
(54) Module de transistor de puissance.

(74) Mandataire(s) : Rinuy, Santarelli.

(57) Dans ce module de transistor de puissance à monter sur un corps de refroidissement, on trouve un cadre 1 en matière plastique ouvert vers le haut et vers le bas et une plaque en céramique 5 collée au fond du cadre de manière à constituer le boîtier. Pour obtenir une résistance calorifique faible, la plaque de céramique 5 est reliée directement des deux côtés, c'est-à-dire sans soudure ou collage, à des métallisations 6a, 6b, 6c, 7, ces métallisations étant structurées en fonction du circuit recherché et étant soudées à des éléments de raccordement 10, 12 accessibles sur le côté supérieur du module et à un ou plusieurs transistors de puissance 14.

Les métallisations ont une surface plus grande que ce qui correspond aux surfaces de soudage des composants semi-conducteurs. La liaison entre le raccordement de commande et les métallisations correspondantes a lieu par des fils internes de liaison.

Application à la fabrication de modules à grande capacité de charge thermique.



L'invention concerne un module de transistor de puissance comportant, en tant que paroi de boîtier, un cadre ouvert en haut et en bas et, en tant que fond de boîtier, une plaque de céramique, cette dernière présentant sur son côté tourné vers l'intérieur du boîtier, 5 une métallisation structurée qui sert à la soudure avec des transistors de puissance, des diodes, des connexions internes et des éléments de raccordement accessibles de l'extérieur sur le côté supérieur du boîtier.

10 De tels modules de transistors de puissance sont connus de façon générale. Ils possèdent fréquemment une plaque massive en cuivre en tant que fond de boîtier, qui est soudée ou collée avec la plaque en céramique traitée de façon correspondante. Les métallisations structurées, du côté tourné vers l'intérieur du boîtier, de la plaque de céramique sont également la plupart du temps soudées. Des modules de transistors de puissance construits de cette façon sont de fabrication compliquée et coûteuse et possèdent une résistance calorifique relativement élevée à cause des trois couches de soudure nécessaires de la structure: transistor de puissance-couche de soudure-métallisation-couche de soudure-métallisation de céramique-plaque de céramique-couche de soudure-plaque de fond en cuivre. De ce fait, la 15 20 25 capacité de charge thermique des modules est très limitée.

D'autres constructions connues comprennent seulement une métallisation de couche épaisse appliquée directement sur la céramique. De ce fait, on économise il est vrai une couche de soudure, mais cependant il en résulte également des résistances thermiques très élevées à cause du manque d'expansion thermique.

30 35 Le problème qui est à la base de la présente invention est donc de concevoir un module de transistor de puissance du type indiqué ci-dessus qui présente une résistance thermique très faible.

Le problème qui est à la base de l'invention est résolu par la combinaison de caractéristiques suivantes:

- la métallisation tournée vers l'intérieur du boîtier est reliée directement à la plaque de céramique et a une surface plus grande que la surface de soudage des composants semi-conducteurs;
- 5 • le côté de la plaque de céramique tourné à l'opposé de l'intérieur du boîtier est également relié directement à une métallisation de même épaisseur que la métallisation interne; et
- 10 • un raccordement principal et le raccordement de commande des transistors de puissance sont reliés par des fils de liaison aux métallisations internes correspondantes.
- 15

Les avantages qu'on peut obtenir selon la présente invention résident en particulier dans le fait que par la liaison directe de la métallisation et de la plaque de céramique, par exemple selon les procédés décrits dans les demandes de brevets allemands P 30 36 128.5 ou P 32 04 167.5, la résistance thermique entre le transistor de puissance et le corps de refroidissement est sensiblement réduite par rapport aux dispositifs connus. Ceci est obtenu par la liaison de la métallisation avec la plaque de céramique sans couche intermédiaire et par une expansion thermique dans la métallisation. La métallisation externe sur toute la surface augmente la capacité de charge mécanique du substrat en céramique, du fait qu'elle réduit le risque de rupture lors du montage et en fonctionnement. Les transistors de puissance, les diodes et les éléments de raccordement sont disposés de manière à être soudés en une étape de travail et ensuite à pouvoir être contactés par l'intermédiaire de fils de liaison, ce qui rend possible une fabrication économique. Il est possible encore de contacter les composants semi-conducteurs lors de l'étape de soudage par des étriers de contact.

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention résulteront de la description qui va suivre de formes de réalisation de la présente invention, qui est faite en référence aux dessins sur lesquels:

- 5            . la figure 1 est une vue en coupe d'une première variante d'un module de transistor de puissance;
- 10          . la figure 2 est une vue de dessus du module en section de la première variante;
- 15          . la figure 3 est une coupe montrant une seconde variante d'un module de transistor de puissance;
- 20          . la figure 4 est une vue de dessus du module en section selon la seconde variante;
- 25          . la figure 5 montre le câblage interne de la seconde variante; et
- 30          . la figure 6 représente le câblage interne d'une troisième variante.

La figure 1 représente une coupe selon une première variante de réalisation d'un module de transistor de puissance. Le module comporte un cadre en matière plastique 1 ouvert en haut et en bas et qui sert de paroi de boîtier. Sur deux côtés, le cadre 1 présente, à hauteur de la face inférieure, des pattes de fixation 2. L'une des pattes de fixation 2 comporte un orifice 3 et l'autre une entaille 4 en forme de U. L'orifice 3 et l'entaille 4 en forme de U servent au montage du module du transistor de puissance sur un corps de refroidissement.

Le boîtier du module de transistor de puissance est constitué d'une part par le cadre 1 et d'autre part par une plaque en céramique 5 (par exemple en  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{BeO}$ ,  $\text{SiC}$ ) électriquement isolante, placée dans un renforcement périphérique de la surface inférieure du cadre ouvert 1. Pour améliorer la conductibilité thermique, la plaque en céramique 5 peut être réalisée avec une épaisseur très faible (épaisseur depuis environ 0,5 mm). Elle présente des métallisations 6a, 6b, 6c à bonne conduction électrique sur sa

face tournée vers l'intérieur du boîtier (6a = métallisation d'émetteur, 6b = métallisation de collecteur, 6c = métallisation de base). Ces métallisations sont réalisées par exemple par des feuilles en cuivre qui, 5 selon les procédés connus par les demandes de brevets allemands P 30 36 128.5 ou P 32 04 167.5, sont appliquées directement sans couches intermédiaires (soudure et métallisation de céramique) sur la plaque en céramique 5. Les métallisations 6a, 6b, 6c servent de trajets conducteurs et de faces de contact pour souder des éléments de raccordement accessibles de l'extérieur, des transistors de puissance et des liaisons internes, et servent également d'écarteurs thermiques pour le transistor de puissance. Pour permettre un écartement thermique, la 10 métallisation de collecteur 6b comporte en particulier une surface plus grande que la surface des transistors de puissance à souder.

15

Pour la stabilisation mécanique de la plaque en céramique 5, on applique directement sur le côté de 20 la plaque en céramique 5, tournée à l'opposé de l'intérieur du boîtier, une métallisation 7 également d'après le procédé selon la demande de brevet allemand P 30 26 128.5 ou la demande de brevet allemand P 32 04 167.5. L'épaisseur de la métallisation 7, de préférence également une 25 feuille en cuivre, correspond à l'épaisseur des métallisations 6a, 6b, 6c. De ce fait, des déformations résultant des processus de fabrication et des processus unilatéraux de soudage sur le côté de la plaque de céramique 5 tournée vers l'intérieur du boîtier sont évitées de façon efficace. En outre, la métallisation 7 30 permet un contact thermique correct par rapport à un corps de refroidissement relié au module. Le risque de rupture de la céramique lors du montage et pendant le fonctionnement à cause des inégalités et des souillures 35 du corps de refroidissement est bien plus faible.

Le cadre 1 et la plaque en céramique 5 sont collés l'un à l'autre. Pour fixer de façon précise la

- plaque 5, le cadre 1 présente le renforcement périphérique de sa face inférieure déjà mentionné, et dont la profondeur correspond au maximum à l'épaisseur totale de la plaque de céramique 5 et de la métallisation 7.
- 5      Une gorge 8 périphérique prévue dans ce renforcement du cadre 1 sert par exemple à recevoir la colle sortante. La colle superflue se déplace dans la gorge 8 et ne déborde pas sur la surface de refroidissement au-delà du bord de la plaque de céramique 5, car ceci affecterait 10      la transmission calorifique vers le corps de refroidissement.

On relie à la métallisation d'émetteur 6a une partie inférieure 9 de grande surface d'une fiche plate d'émetteur 10 par l'intermédiaire d'une couche de soudure 11. La fiche plate 10 munie d'entailles est librement accessible sur le côté supérieur du boîtier. La partie inférieure agrandie 9 sert à la stabilisation mécanique de l'emplacement de soudage sur la métallisation 6a. A la partie inférieure 9 se raccorde une pliure et à celle-ci un arc de dilatation 10 (voir à ce sujet l'exemple de réalisation selon la figure 3). L'arc de dilatation se confond à son extrémité supérieure avec la fiche de raccordement proprement dite. L'arc de dilatation est plus petit en section transversale que la fiche plate supérieure et le pied inférieur 9 et compense des efforts de traction éventuels sur la liaison de soudure entre le pied 9 et la métallisation 6a de la plaque en céramique 5.

On relie à la métallisation 6c une fiche plate de base 12 et à la métallisation 6b, une fiche plate de collecteur (désignée par 17 à la figure 2). La fiche plate de base 12 présente également un pied agrandi 13 et elle est réalisée plus étroite que la fiche plate d'émetteur et la fiche plate de collecteur pour éviter 35      les erreurs de raccordement (confusion entre les connexions). Les trois fiches de raccordement sont pour le reste construites de la même façon.

On soude à la métallisation 6b un ou plusieurs transistors de puissance 14. Dans l'exemple de réalisation, on dispose deux transistors montés en parallèle 14 comme le montre la figure 2. L'électrode de collecteur des transistors 14 réalisés comme plaquette de silicium est soudée à la métallisation de collecteur 6b, tandis que les raccordements d'émetteur ou de base des transistors 14 sont reliés par des fils d'aluminium ou de cuivre (désignés par 18 à la figure 2) aux métallisations d'émetteur ou de base 6a ou 6c.

Le boîtier collé à la plaque en céramique 5 et équipé de fiches plates et de transistors et câblé est rempli dans sa portion inférieure d'une masse de coulée molle 15 (par exemple caoutchouc siliconé) pour une protection des parties sensibles actives et l'arc de dilatation mentionné des fiches plates est en fait complètement rempli de la masse de coulée molle 15. La fermeture du boîtier a lieu par une masse de coulée dure 16 (par exemple résine époxylée). A cause de la masse de coulée dure 16, les fiches plates sont en particulier stabilisées mécaniquement par leurs entailles.

A la figure 2 on représente, en vue de dessus, le module en section d'une première variante. On reconnaît en particulier les pattes de fixation 2 avec l'orifice 3 et l'entaille 4 en forme de U, formées sur le cadre 1. En outre, on peut voir les structures des métallisations 6a, 6b et 6c sur le côté interne de la plaque en céramique 5 avec les fiches plates soudées 10, 17, 12 des deux transistors de puissance 14 et des fils 18 entre la métallisation de base 6b et la base du transistor ainsi qu'entre la métallisation d'émetteur 6a et l'émetteur du transistor.

Lors de la fabrication du module, les fiches plates 10, 12, 17 et les transistors 14 sont soudés sur la plaque métallisée en céramique 5 dans une étape de travail. Pour les opérations de soudage, les métallisations 6a, 6b, 6c sont de préférence traitées préliminairement

de façon correspondante, de préférence sont nickelées. Dans l'étape suivante, les fils de liaison 18 entre les électrodes d'émetteur ou de base des transistors 14 et les métallisations 6a ou 6c de la plaque de céramique 5 sont appliqués par une liaison aux ultrasons, soudage ou soudage par points. On utilise de préférence des fils en aluminium d'un diamètre de 0,2 à 0,5 mm.

Alternativement, les raccordements de fiches plates peuvent également être soudés seulement après la liaison par ultrasons des fils 18, au cas où ceci serait nécessaire pour des raisons de place, et pour l'accessibilité de l'outil de liaison aux ultrasons. Si c'est indispensable, d'autres liaisons auxiliaires peuvent être ensuite établies.

Toutes les étapes suivantes de fabrication tombent dans le domaine du capsulage. Tout d'abord, la plaque en céramique 5 avec les pièces soudées est collée dans l'orifice inférieur du cadre 1. Ensuite, l'intérieur du boîtier est rempli avec la masse de coulée.

A la figure 3, on représente une coupe selon une deuxième variante d'un module de transistor de puissance. Dans ce module, les raccordements principaux sont un raccordement d'émetteur, un raccordement de collecteur ainsi qu'un raccordement de diode en régime libre, et les raccordements auxiliaires prévus sont un raccordement de base ainsi qu'un raccordement auxiliaire d'émetteur. Dans le module, en plus du transistor, on intègre une diode en régime libre, la cathode de la diode étant reliée de façon interne avec l'émetteur du transistor. Ce module possède également un cadre 19 ouvert vers le haut et vers le bas et comportant des pattes de fixation 20 formées sur le côté, et qui présentent des orifices 21 pour fixer le module sur un corps de refroidissement. Pour améliorer la stabilité mécanique du module, on prévoit des arêtes de rigidité 22 entre les pattes de fixation 20 et le cadre 19. On colle dans la partie inférieure du cadre 19 à nouveau une plaque en céramique 23. Cette plaque présente une métallisation d'émetteur 24a,

une métallisation de collecteur 24b élargie dans un but d'expansion thermique, une métallisation de base 24c (voir à ce sujet la figure 4) ainsi qu'une métallisation de diode en régime libre 24d sur son côté tourné vers l'intérieur du boîtier. Le côté tourné à l'opposé de l'intérieur du boîtier, de la plaque en céramique 5, est muni d'une métallisation 25.

Les raccordements principaux du module, c'est-à-dire le raccordement d'émetteur, de collecteur et de diode en régime libre sont désignés par les numéros de référence 26, 27 et 28, et les raccordements auxiliaires, c'est-à-dire le raccordement d'émetteur auxiliaire et de base, sont désignés par les numéros de référence 29 et 30 (voir figure 4). Chacun des raccordements présente une partie inférieure agrandie 31 pour le soudage avec les métallisations correspondantes. La couche de soudage est désignée par le numéro de référence 32. Sur la partie inférieure élargie 31 se raccorde un repli ayant un arc de dilatation 33. Les raccordements principaux présentent, à hauteur de l'arête supérieure du boîtier, un repli ayant un orifice taraudé 34 pour former des raccordements par vis. Les raccordements auxiliaires sont réalisés par contre sous la forme de fiches plates 35.

Le module comporte trois transistors de puissance 36 montés en parallèle dont les électrodes de collecteur sont respectivement soudées aux métallisations de collecteur 24b. En outre, on prévoit deux diodes 37 en régime libre montées en parallèle dont les cathodes sont soudées à la métallisation d'émetteur 24a. Pour le raccordement des anodes des diodes 37 à la métallisation 24d de diode en régime libre, on se sert de fils de liaison 38 ou d'étriers de contact soudés. Pour fermer le boîtier on utilise à nouveau une masse molle de coulée 39 ainsi qu'une masse dure de coulée 40.

A la figure 4, on représente une vue de dessus du module en section de la deuxième variante. On peut y voir en particulier le cadre étroit

rectangulaire 19 avec les pattes de fixation 20 rapprochées et les arêtes de rigidité 22. En outre, la structure des métallisations est visible sur le côté tourné vers l'intérieur du boîtier de la plaque en céramique 23.

5 Pour raccorder les électrodes d'émetteur ou de base des transistors 36, sur la métallisation étroite d'émetteur ou de base 24a ou 24c, on se sert des fils de liaison 38. D'autres fils de liaison 38 sont prévus entre la métallisation 24d de diode en régime libre et les anodes des diodes 37.

10

La figure 5 montre le câblage interne de la variante selon les figures 3 et 4.

15 La figure 6 montre le câblage interne d'une troisième variante. Cette variante correspond dans sa construction à la variante selon les figures 3 et 4, mais pour le câblage électrique interne, les cathodes des diodes en régime libre 37 sont réunies au raccordement 28 et les anodes aux collecteurs des transistors de puissance 36 ainsi qu'au raccordement 27.

20 Des modules ayant les circuits selon les figures 5 et 6 sont nécessaires par paires pour établir des demi-ponts de transistors. La série représentée des raccordements conduits vers l'extérieur permet une interconnexion simple au moyen de rails.

REVENDICATIONS

1. Module de transistor de puissance comportant,  
en tant que paroi de boîtier un cadre ouvert en haut et  
en bas et, en tant que fond de boîtier, une plaque de  
5 céramique, cette dernière présentant sur son côté tourné  
vers l'intérieur du boîtier une métallisation structurée  
qui sert à la soudure avec des transistors de puissance,  
des diodes, des connexions internes et des éléments de  
raccordement accessibles de l'extérieur sur le côté supé-  
10 rieur du boîtier, module caractérisé par la combinaison  
suivante:

- . la métallisation (6a, 6b, 6c, 24a, 24b, 24c,  
24d) tournée vers l'intérieur du boîtier est reliée  
directement à la plaque de céramique (5, 23) et a une  
15 surface plus grande que la surface de soudage des compo-  
sants semi-conducteurs;
- . le côté de la plaque de céramique (5, 23)  
tourné à l'opposé de l'intérieur du boîtier est égale-  
ment relié directement à une métallisation (7, 25) de  
20 même épaisseur que la métallisation interne; et
- . un raccordement principal et le raccordement  
de commande des transistors de puissance (14, 36) sont  
reliés par des fils de liaison (18, 38) aux métallisa-  
tions (6a, 6c et 24a, 24c) internes correspondantes.

25 2. Module de transistor de puissance selon la  
revendication 1, caractérisé en ce que le cadre (1, 19)  
est muni de pattes de fixation (2, 20) pour réaliser un  
montage sur un corps de refroidissement.

30 3. Module de transistor de puissance selon  
l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce  
que la plaque en céramique (5, 23) est collée dans un  
renforcement circulaire du côté inférieur du cadre (1, 19).

35 4. Module de transistor de puissance selon  
la revendication 3, caractérisé en ce que le renfonce-  
ment du côté inférieur du cadre (1, 19) présente une  
gorge circulaire (8) pour recevoir des restes de colle.

5. Module de transistor de puissance selon

l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les éléments de raccordement (10, 12, 17, 26 à 30) présentent respectivement des parties agrandies (9, 13, 31).

5

6. Module de transistor de puissance selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les éléments de raccordement (10, 12, 17, 26 à 30) présentent respectivement des arcs de dilatation (33) de section transversale réduite.

10

7. Module de transistor de puissance selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le boîtier, dans sa partie inférieure, est rempli d'une masse molle de coulée (15, 39) et, dans sa partie centrale, d'une masse de coulée dure (16, 40).

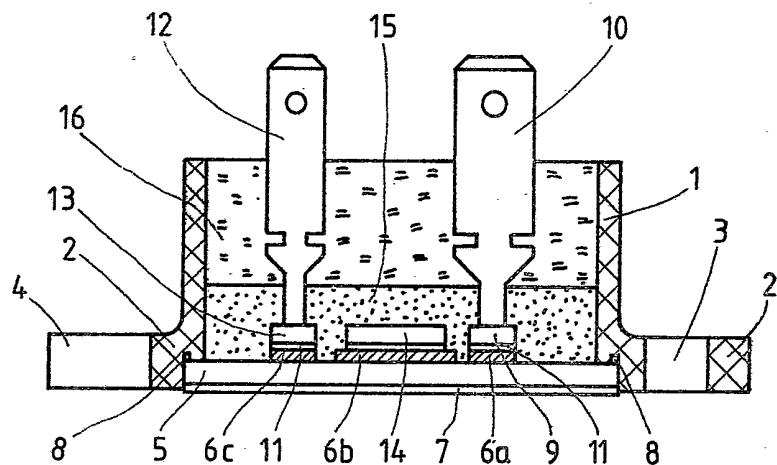


Fig. 1

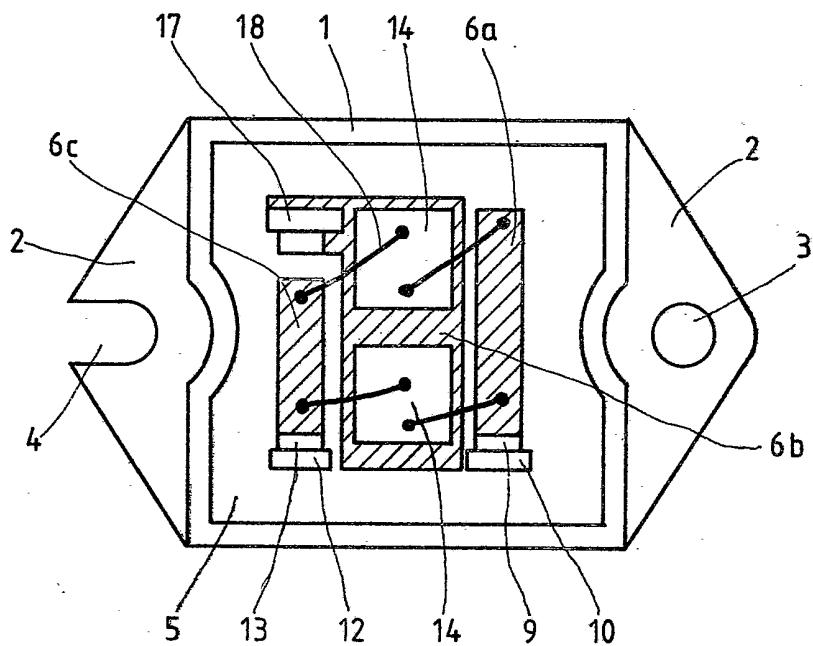


Fig. 2

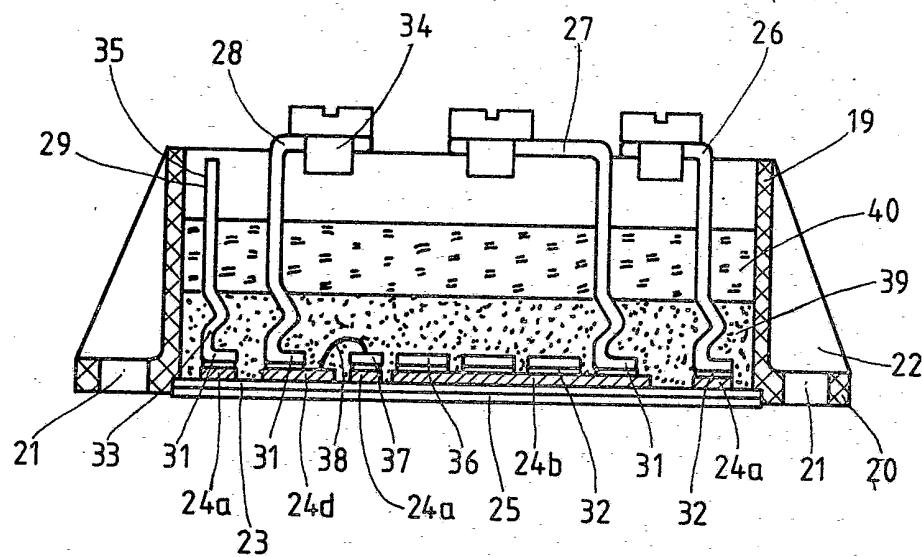


Fig. 3

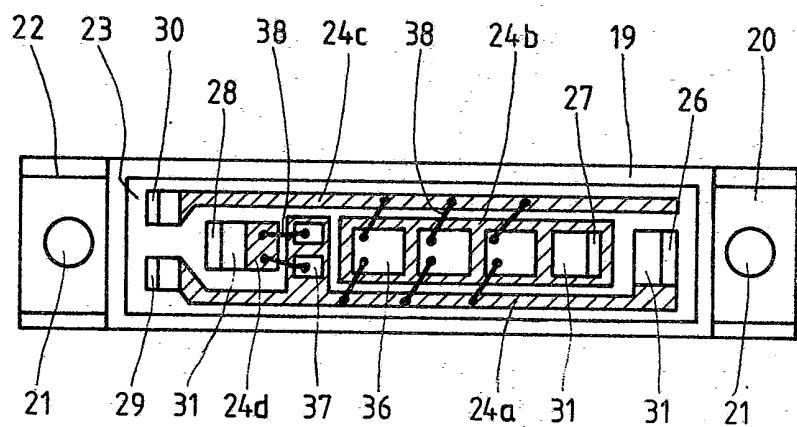


Fig. 4

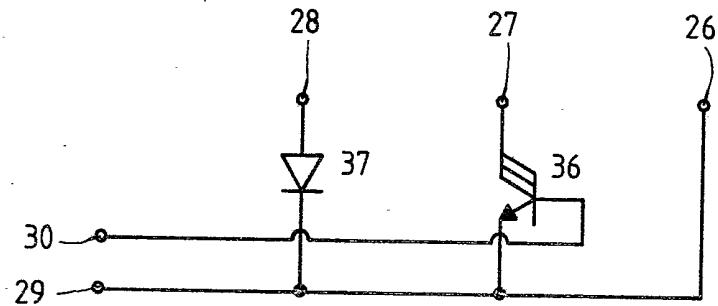


Fig. 5

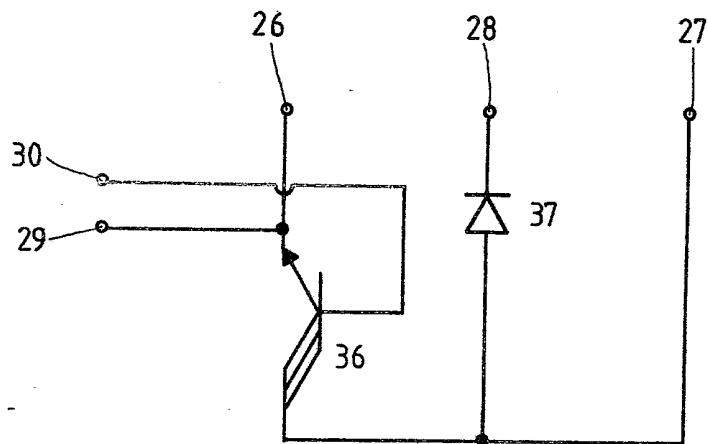


Fig. 6