

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

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

2 906 645

21 N° d'enregistrement national : 07 01021

51 Int Cl⁸ : H 01 L 23/12 (2006.01), H 01 L 23/28

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 13.02.07.

30 Priorité : 28.09.06 JP 2006265178.

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 04.04.08 Bulletin 08/14.

56 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été
établi à la date de publication de la demande.*

60 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

71 Demandeur(s) : MITSUBISHI ELECTRIC CORPORA-
TION — JP.

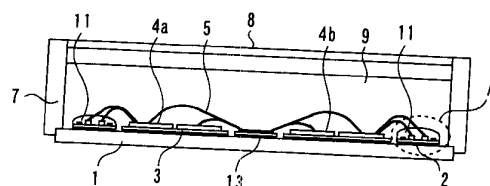
72 Inventeur(s) : KAWAGUCHI YASUTO et HAYASHIDA
YUKIMASA.

73 Titulaire(s) :

74 Mandataire(s) : CABINET PLASSERAUD.

54 MODULE DE SEMICONDUCTEUR DE PUISSANCE.

57 Un module de semiconducteur de puissance de la
présente invention comprend: un dissipateur thermique (1);
un substrat de circuit (2) monté sur le dissipateur thermique
(1); un motif conducteur (10) disposé sur le substrat de cir-
cuit (2); une pellicule à faible constante diélectrique (11)
recouvrant le motif conducteur (10); un boîtier (7) disposé sur
le dissipateur thermique (1) de façon à enfermer le substrat
de circuit (2); et un isolant souple (9) remplissant l'espace à
l'intérieur du boîtier (7). La pellicule à faible constante dié-
lectrique (11) est constituée de préférence de caoutchouc
de silicone, polyimide ou résine époxy.



FR 2 906 645 - A1



MODULE DE SEMICONDUCTEUR DE PUISSANCE

La présente invention concerne un module de semiconducteur de puissance dans lequel une décharge partielle est réduite pour parvenir à une plus longue durée de vie de service.

5 Un module de semiconducteur de puissance classique, tel que celui proposé dans la Publication de Brevet du Japon Ouvert à l'Examen du Public n° 2002-76197, comprend : un dissipateur thermique; un ou plusieurs substrats de circuit montés sur le dissipateur thermique; un motif conducteur disposé sur le substrat de circuit; un boîtier disposé sur
10 le dissipateur thermique de façon à enfermer le substrat de circuit; un isolant souple remplissant l'espace à l'intérieur du boîtier; et un isolant solide disposé sur la surface supérieure du substrat de circuit de façon à être en contact avec la partie périphérique du motif conducteur. L'isolant solide est destiné à améliorer la résistance d'isolation et la tenue en
15 tension du module.

Cependant, lorsque le module de semiconducteur de puissance est utilisé à une tension élevée, une décharge partielle peut se produire à partir d'une partie à potentiel flottant à l'intérieur du module, conduisant à une défaillance de l'isolation. On a trouvé que des substrats de circuit
20 d'attaque ayant des électrodes sur les deux faces et ayant une forme complexe sont particulièrement susceptibles d'occasionner une décharge partielle.

La présente invention a été imaginée dans le but de résoudre le problème ci-dessus. Un but de la présente invention est donc de procurer
25 un module de semiconducteur de puissance dans lequel une décharge partielle est réduite, pour parvenir à une plus longue durée de vie de service.

Selon un aspect de la présente invention, un module de semiconducteur de puissance de la présente invention comprend : un dissipateur thermique; un substrat de circuit monté sur le dissipateur

thermique; un motif conducteur disposé sur le substrat de circuit; une pellicule à faible constante diélectrique recouvrant le motif conducteur; un boîtier disposé sur le dissipateur thermique de façon à enfermer le substrat de circuit; et un isolant souple remplissant l'espace à l'intérieur
5 du boîtier. La pellicule à faible constante diélectrique est constituée de préférence de caoutchouc de silicone, polyimide, ou résine époxy.

La présente invention permet une réduction d'une décharge partielle à l'intérieur d'un module de semiconducteur de puissance, conduisant à une plus longue durée de vie de service.

10 D'autres buts, caractéristiques et avantages supplémentaires de l'invention ressortiront plus complètement de la description suivante, se référant aux dessins annexés, dans lesquels :

La figure 1 est une coupe d'un module de semiconducteur de puissance conforme à un premier mode de réalisation de la présente
15 invention.

La figure 2 est une vue de dessus du module de semiconducteur de puissance conforme au premier mode de réalisation de la présente invention.

La figure 3 montre un circuit équivalent d'un bloc de circuit dans
20 le module de semiconducteur de puissance représenté sur la figure 2.

La figure 4 est une coupe agrandie d'une partie A représentée sur la figure 1.

La figure 5 est une vue de dessus d'un substrat de circuit d'attaque conforme à un deuxième mode de réalisation de la présente
25 invention.

La figure 6 est une vue de dessus d'un substrat de circuit d'attaque conforme à un troisième mode de réalisation de la présente invention.

La figure 7 est une vue de dessus d'un substrat de circuit d'attaque conforme à un quatrième mode de réalisation de la présente
30 invention.

Premier Mode de Réalisation

La figure 1 est une coupe d'un module de semiconducteur de puissance conforme à un premier mode de réalisation de la présente
35 invention, et la figure 2 est une vue de dessus du module. Ce module de

semiconducteur de puissance comprend une multiplicité de blocs de circuit, incluant chacun une multiplicité de transistors bipolaires à porte isolée (IGBT) connectés en parallèle, qui partagent des bornes communes de collecteur, d'émetteur et de grille, pour parvenir à un fonctionnement à
5 tenue en tension élevée et courant élevé. A titre de référence, la figure 3 montre un circuit équivalent d'un tel bloc de circuit.

En se référant aux figures 1 et 2, on note que des substrats de circuit d'attaque 2 (substrats de circuit), des substrats de circuit à semiconducteur de puissance 3, et des substrats de circuit de
10 connexion 13 sont montés sur une plaque de base en métal 1 (un dissipateur thermique). Chaque substrat de circuit inclut un substrat isolant en un matériau céramique, etc., et un motif conducteur (ou d'électrode) 10 en cuivre ou en aluminium, etc., formé sur les deux faces du substrat isolant. Des dispositifs à semiconducteur de puissance
15 (circuits intégrés) 4, comme des transistors bipolaires à porte isolée (IGBT pour "Insulated Gate Bipolar Transistor") 4a et des diodes de roue libre 4b, sont fixés sur le motif conducteur de chaque substrat de circuit à semiconducteur de puissance 3 par un élément adhésif conducteur, tel que de la brasure. D'autre part, des résistances de circuit intégrés 14
20 sont fixées sur le motif conducteur de chaque substrat de circuit d'attaque 2 par un élément adhésif conducteur, tel que de la brasure. Des électrodes des dispositifs à semiconducteur de puissance 4 (c'est-à-dire l'émetteur et la grille de chaque IGBT 4a et l'anode de chaque diode de roue libre 4b) sont connectées électriquement à leurs substrats de circuit
25 d'attaque 2 respectifs ou à des substrats de circuit de connexion 13 par des fils 5 en Al, etc. De façon plus spécifique, les électrodes d'émetteur des IGBT 4a et les électrodes d'anode des diodes de roue libre 4b sont connectées au motif conducteur 10 de leurs substrats de circuit de connexion 13 respectifs par des fils 5, tandis que les électrodes de grille des IGBT 4a sont connectées au motif conducteur 10 de leurs substrats
30 de circuit d'attaque 2 respectifs par des fils 5. Sur chaque substrat de circuit à semiconducteur de puissance 3, les électrodes de cathode des diodes de roue libre 4b sont connectées au collecteur de leurs IGBT 4a respectifs par l'intermédiaire du motif conducteur 10. Un boîtier en
35 matière plastique, 7, est disposé sur la plaque de base 1 de façon à

enfermer les substrats de circuit d'attaque 2, les substrats de circuit à semiconducteur de puissance 3 et les substrats de circuit de connexion 13. Un couvercle 8 est placé au sommet du boîtier 7. En outre, l'espace à l'intérieur du boîtier 7 est rempli avec un gel de silicone 9 (isolant souple) pour rendre le boîtier 7 hermétique et pour isoler les composants à l'intérieur. En outre, chaque substrat de circuit inclut une région de fixation de bornes d'électrodes 15 sur laquelle des bornes d'électrodes (non représentées sur les figures) sont montées pour permettre une connexion électrique à des dispositifs externes. Il faut noter que bien que dans l'exemple ci-dessus, les substrats de circuit à semiconducteur de puissance 3 et les substrats de circuit de connexion 13 soient établis séparément, ils peuvent être combinés en un seul substrat isolant sur lequel se trouvent des régions de formation de motifs conducteurs séparées pour des circuits à semiconducteur de puissance et pour des circuits de connexion.

La figure 4 est une coupe agrandie d'une partie A (c'est-à-dire un substrat de circuit d'attaque 2) représentée sur la figure 1. Un motif conducteur 10 constitué d'un métal tel que du cuivre ou de l'aluminium est disposé sur le substrat de circuit d'attaque 2. Une pellicule à faible constante diélectrique, 11, est disposée de façon à recouvrir le motif conducteur 10. Cet agencement réduit une décharge partielle sur le substrat de circuit d'attaque 2 ayant une forme complexe, ce qui permet de prolonger la durée de vie de service du produit. Il faut noter que, contrairement aux substrats de circuit d'attaque 2, il n'est pas nécessaire de recouvrir les motifs conducteurs sur les substrats de circuit à semiconducteur de puissance 3 et les substrats de circuit de connexion 13. On peut renforcer la résistance d'isolation et la tenue en tension de ces substrats de circuit en plaçant une pellicule à faible constante diélectrique, 11, sur la surface supérieure de chaque substrat isolant, de façon qu'elle soit en contact avec la partie périphérique du motif conducteur, comme dans des agencements classiques.

Il faut noter que les pellicules à faible constante diélectrique, 11, peuvent être constituées en caoutchouc de silicone, polyimide, ou résine époxy. Chaque matériau a des avantages. Par exemple, l'utilisation de caoutchouc de silicone facilite l'assemblage, le

polyimide procure une meilleure résistance à la chaleur, et la résine époxy procure de meilleures caractéristiques de cycles thermiques.

On donnera une brève description d'un processus de formation d'une pellicule à faible constante diélectrique, 11. Dans le cas d'un substrat de circuit d'attaque 2, premièrement, on fixe des résistances de circuits intégrés 14 à des positions prédéterminées sur le motif conducteur sur le substrat de circuit d'attaque 2, au moyen de brasure, etc. Ensuite, on connecte des fils en aluminium entre les positions de fixation de fil sur le motif conducteur du substrat de circuit d'attaque 2 et les dispositifs à semiconducteur de puissance 4 (de façon spécifique, les électrodes de grille des IGBT 4a) sur un substrat de circuit à semiconducteur de puissance 3 (dans le même bloc de circuit), par soudage par ultrasons, etc. Ensuite, après avoir fixé des bornes d'électrodes sur la région de fixation de bornes d'électrodes 15 du motif conducteur 10, au moyen de brasure, etc., on forme une pellicule à faible constante diélectrique, 11, de façon à recouvrir le motif conducteur 10. D'autre part, dans le cas d'un substrat de circuit à semiconducteur de puissance 3 (et d'un substrat de circuit de connexion 13), on forme une pellicule à faible constante diélectrique, 11, de la façon suivante. Premièrement, on fixe des dispositifs à semiconducteur de puissance 4 à des positions prédéterminées sur le motif conducteur du substrat de circuit à semiconducteur de puissance 3, au moyen de brasure, etc. Ensuite, avant de fixer des fils et des bornes d'électrodes, on forme une pellicule à faible constante diélectrique, 11, sur la surface supérieure du substrat isolant, de façon qu'elle soit en contact avec la partie périphérique du motif conducteur.

Deuxième Mode de Réalisation

La figure 5 est une vue de dessus d'un substrat de circuit d'attaque conforme à un deuxième mode de réalisation de la présente invention. Conformément au deuxième mode de réalisation, le motif conducteur 10 a des coins arrondis. Tous les autres composants sont similaires à ceux décrits en relation avec le premier mode de réalisation. Ce mode de réalisation permet une réduction supplémentaire de la décharge partielle sur le substrat de circuit d'attaque, ce qui conduit à une plus longue durée de vie de service du produit, en comparaison avec

le premier mode de réalisation.

Troisième Mode de réalisation

La figure 6 est une vue de dessus d'un substrat de circuit d'attaque conforme à un troisième mode de réalisation de la présente invention. Conformément au troisième mode de réalisation, le motif conducteur 10 a une forme arrondie et n'est pas recouvert d'une pellicule à faible constante diélectrique 11. Tous les autres composants sont similaires à ceux décrits en relation avec le premier mode de réalisation. Ce mode de réalisation permet également une réduction de la décharge partielle sur le substrat de circuit d'attaque 2 (qui a une forme complexe), ce qui conduit à une plus longue durée de vie de service du produit.

Quatrième Mode de réalisation

La figure 7 est une vue de dessus d'un substrat de circuit d'attaque conforme à un quatrième mode de réalisation de la présente invention. Conformément au quatrième mode de réalisation, le motif conducteur 10 est recouvert avec une pellicule à faible constante diélectrique, 11. A l'exception de cette caractéristique, le substrat de circuit d'attaque est similaire à celui du troisième mode de réalisation. Le mode de réalisation présent permet une réduction supplémentaire de la décharge partielle sur le substrat de circuit d'attaque, ce qui conduit à une plus longue durée de vie de service du produit, en comparaison avec le troisième mode de réalisation.

De nombreux changements et modifications de la présente invention sont évidemment possibles à la lumière des renseignements ci-dessus. Il faut donc noter que, dans le cadre des revendications annexées, l'invention peut être mise en œuvre autrement que de la manière décrite spécifiquement.

REVENDICATIONS

1. Module de semiconducteur de puissance caractérisé en ce qu'il comprend : un dissipateur thermique (1); un substrat de circuit (2) monté sur le dissipateur thermique (1); un motif conducteur (10) disposé sur le substrat de circuit (2); une pellicule à faible constante diélectrique (11) recouvrant le motif conducteur (10); un boîtier (7) disposé sur le dissipateur thermique (1) de façon à enfermer le substrat de circuit (2); un couvercle (8) disposé sur une partie supérieure du boîtier (7); et un isolant souple (9) remplissant l'espace à l'intérieur du boîtier (7).
2. Module de semiconducteur de puissance selon la revendication 1, caractérise en ce que la pellicule à faible constante diélectrique (11) est constituée de caoutchouc de silicone, polyimide ou résine époxy.
3. Module de semiconducteur de puissance selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que le motif conducteur (10) a un coin arrondi.
4. Module de semiconducteur de puissance caractérisé en ce qu'il comprend : un dissipateur thermique (1); un substrat de circuit (2) monté sur le dissipateur thermique (1); un motif conducteur (10) disposé sur le substrat de circuit et ayant une forme arrondie; un boîtier (7) disposé sur le dissipateur thermique (1) de façon à enfermer le substrat de circuit (2); et un isolant souple (9) remplissant l'espace à l'intérieur du boîtier (7).
5. Module de semiconducteur de puissance selon la revendication 4, caractérisé en ce qu'il comprend en outre une pellicule à faible constante diélectrique (11) recouvrant le motif conducteur (10).

FIG. 1

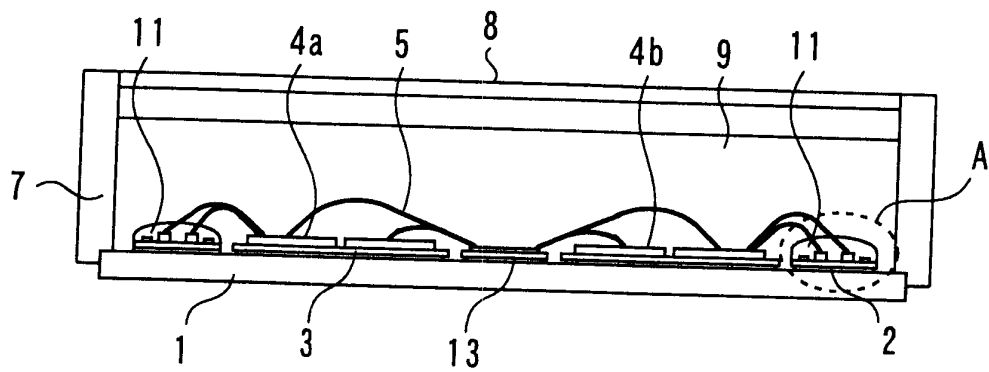


FIG. 2

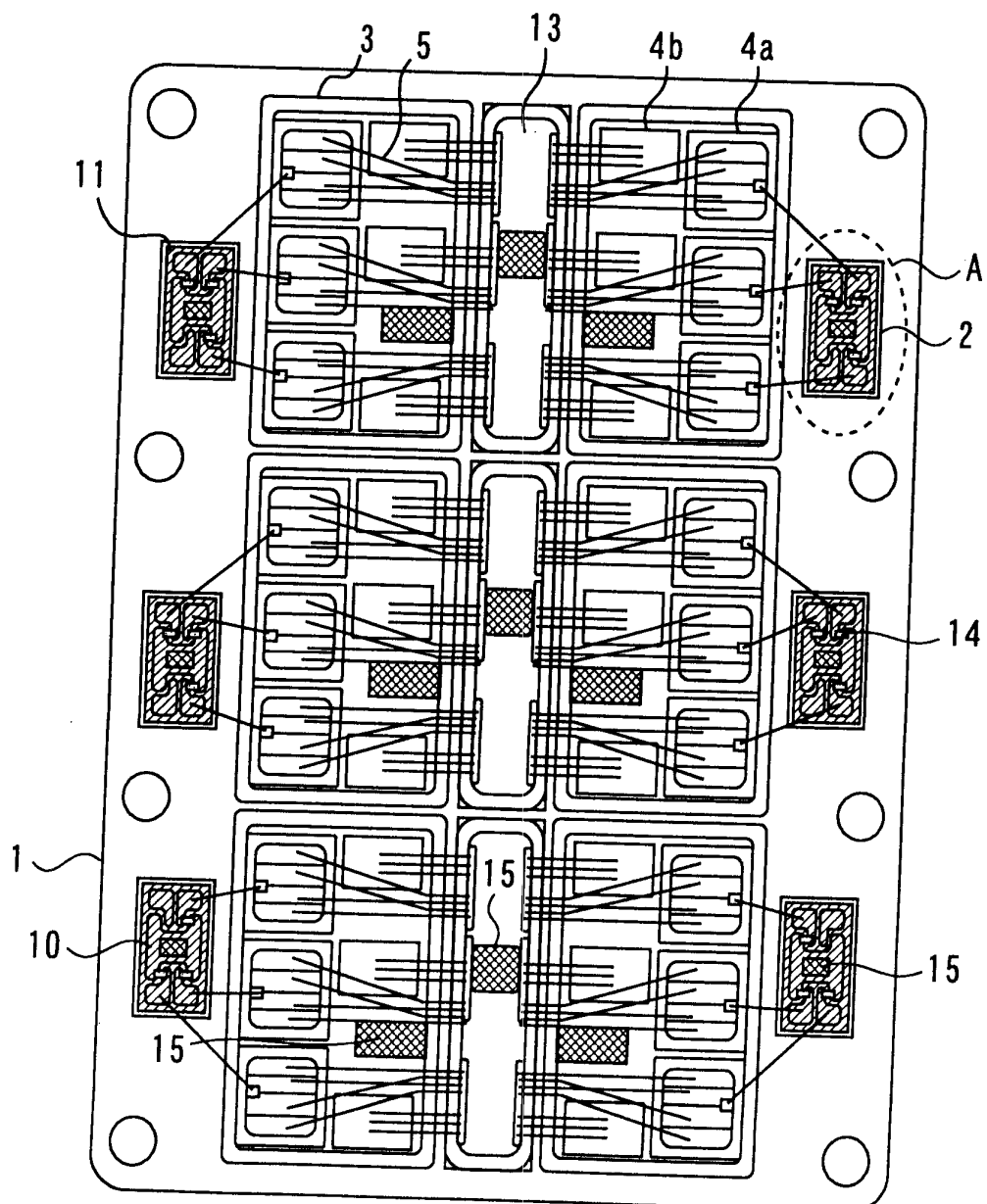


FIG. 3

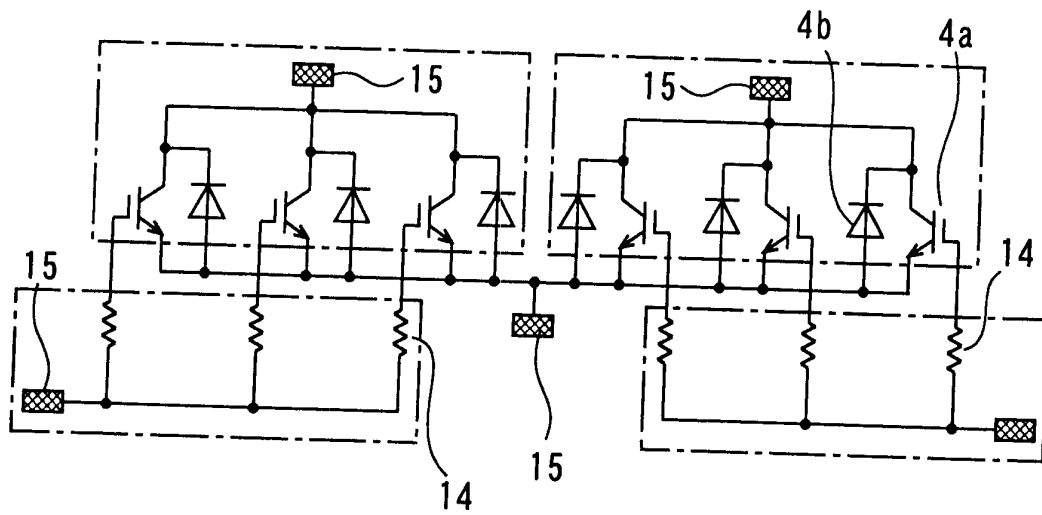


FIG. 4

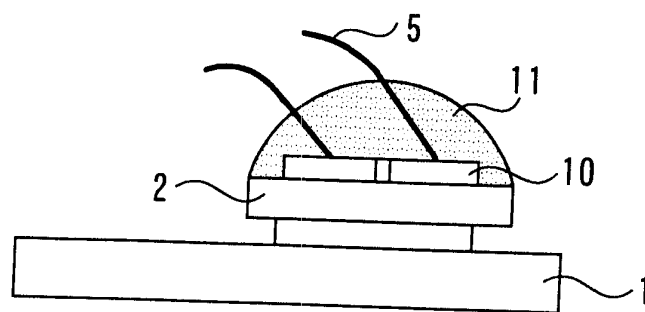


FIG. 5

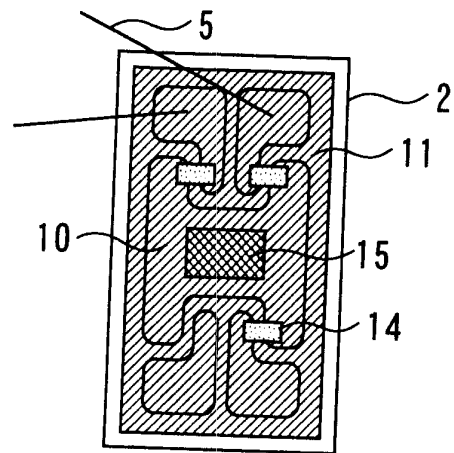


FIG. 6

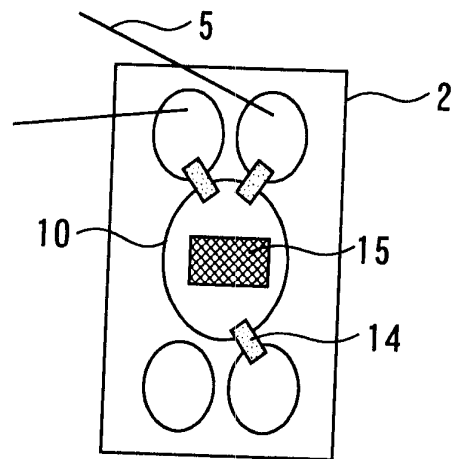


FIG. 7

