

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 625 771**

51 Int. Cl.:

H01L 27/14 (2006.01)

H01L 21/04 (2006.01)

H01L 29/24 (2006.01)

H03K 17/78 (2006.01)

H01L 25/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.01.2003 E 03290028 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.03.2017 EP 1329954**

54 Título: **Convertidor matricial para la transformación de energía eléctrica**

30 Prioridad:

17.01.2002 FR 0200552

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

20.07.2017

73 Titular/es:

**ALSTOM TRANSPORT TECHNOLOGIES (100.0%)
3, AVENUE ANDRÉ MALRAUX
92300 LEVALLOIS-PERRET, FR**

72 Inventor/es:

**DUTARDE, EMMANUEL;
BEUILLE, CHRISTOPHE;
BREIT, FABRICE y
SCHNEIDER, HENRI**

74 Agente/Representante:

SALVA FERRER, Joan

ES 2 625 771 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Convertidor matricial para la transformación de energía eléctrica

- 5 **[0001]** La invención se refiere a un convertidor matricial para la transformación de energía eléctrica entre una fuente de tensión, tal como una red de alimentación y una fuente de corriente, tal como un motor. La invención se aplica especialmente al control de los motores de tracción del campo ferroviario.
- 10 **[0002]** Se conoce, a partir de la solicitud de patente US 2001/0026427 A1, un convertidor matricial que consta de una matriz 3x3 compuesta de interruptores bidireccionales para la alimentación de un motor asíncrono a partir de una red trifásica. Tal convertidor matricial presenta por ejemplo la ventaja, por su topología modulable, de permitir la conversión directa de una corriente alterna hacia una corriente alterna con una tensión y una frecuencia diferentes, siendo efectuada esta conversión por un simple control apropiado de los diferentes interruptores, mientras que los convertidores con estructura inmovilizada habitualmente utilizados necesitan asociar en serie un rectificador AC/DC, 15 un chopper DC/DC y un ondulador DC/AC combinados con unas capacidades de filtrado para obtener el mismo resultado.
- [0003]** No obstante, en tal convertidor matricial, los interruptores bidireccionales están constituidos por la asociación de componentes IGBT y de diodos que presentan el inconveniente de no resistir unas tensiones demasiado importantes, estando los componentes IGBT más resistentes actualmente disponibles en el comercio limitados a una tensión de funcionamiento del orden de 6,5 kV. Además, los componentes IGBT presentan el inconveniente de poseer una rejilla de control que debe estar aislada de su colector y de su emisor, lo que plantea unos problemas cuando la tensión en bornes del componente IGBT adquiere importancia.
- 20 **[0004]** También, un objetivo de la presente invención es proponer un convertidor matricial de un tipo nuevo que pueda funcionar con fuertes tensiones a la vez que conserve una gran compacidad. Otro objetivo de la invención es proponer un convertidor matricial cuyos interruptores presentan un control que está naturalmente aislado de los bornes del interruptor.
- 25 **[0005]** A tal efecto, la invención tiene como objeto un convertidor matricial para la transformación de energía eléctrica entre al menos una fuente de tensión, especialmente una red de alimentación y al menos una fuente de corriente, especialmente una carga, constando el convertidor de una matriz de interruptores que une las fuentes de tensión con las fuentes de corriente, caracterizado porque los interruptores constan cada uno de dos bornes dispuestos en dos planos paralelos distintos y un sustrato diamante fotoconductor interpuesto entre los dos bornes del interruptor, estando realizado el control de cada interruptor por medio de una fuente óptica que irradia el sustrato 30 diamante interpuesto entre los dos bornes y porque cada interruptor del convertidor está formado por un sustrato diamante individual que está soportado por un sustrato cerámico, estando este sustrato diamante individual vinculado al sustrato cerámico soporte por medio de una capa de vidrio.
- 35 **[0006]** Según unos modos particulares de realización, el convertidor matricial según la invención puede comprender una o varias de las características siguientes tomadas aisladamente o según todas las combinaciones técnicamente posibles:
- el sustrato diamante se obtiene por un procedimiento CVD de depósito químico en fase vapor;
 - 45 - los bornes están realizados por metalización del sustrato diamante por vaporización sucesiva de titanio-platino-oro;
 - la fuente óptica es una fuente ultravioleta;
 - para cada interruptor, la fuente óptica está dispuesta enfrente de uno de los dos bornes del interruptor, constando este borne al menos de una apertura que permite el paso de la radiación de dicha fuente hacia el sustrato diamante interpuesto entre los dos bornes.
- 50 **[0007]** Se comprenderán mejor los objetivos, aspectos y ventajas de la presente invención, después de la descripción dada a continuación de dos modos de realización de la invención, presentados a título de ejemplo no limitativo, en referencia a los dibujos anexos, en los cuales:
- 55 - la figura 1 es un ejemplo de una vista en perspectiva de un convertidor matricial que no forma parte de la invención;
- la figura 2 es una vista en perspectiva simplificada del convertidor de la figura 1 que muestra en ensamblaje de los conectores de entrada y de salida sobre el sustrato diamante;
 - la figura 3 es una vista de detalle, en sección, de un interruptor diamante que equipa el convertidor de la figura 1;
 - la figura 4 es una vista de detalle en perspectiva del interruptor de la figura 3;

- la figura 5 es una vista en perspectiva de la cara superior de un convertidor matricial según la invención;
- la figura 6 es una vista en perspectiva de la cara inferior del convertidor de la figura 5;
- la figura 7 es una vista de detalle en perspectiva de un interruptor diamante del convertidor de las figuras 5 y 6;
- la figura 8 es una vista de detalle, en sección según la línea VIII-VIII, del interruptor de la figura 7.

5

[0008] Para facilitar la lectura del dibujo, solo se han representado los elementos necesarios para la comprensión de la invención. Los mismos elementos llevan las mismas referencias de una figura a otra. Para mayor claridad de las figuras, ciertos elementos del convertidor solo se representan en las vistas de detalle.

10 **[0009]** La figura 1 representa un ejemplo de realización particular de un convertidor matricial, constando este convertidor matricial de tres conectores de entrada destinados por ejemplo a ser alimentados por una red trifásica y tres conectores de salida 2 destinados por ejemplo a suministrar energía a un motor asíncrono.

15 **[0010]** Conforme a esta figura, el convertidor matricial consta de un zócalo 3 de materia plástica, de forma casi cuadrada de 150 mm de lado, que soportan en su centro una apertura que desemboca sobre las dos caras del zócalo 3 y en la cual está insertado un sustrato diamante 4 fotoconductor. Este sustrato diamante 4 está realizado de forma conocida en sí por un procedimiento de depósito químico en fase vapor, igualmente llamado procedimiento CVD.

20 **[0011]** El sustrato diamante 4 comprende una cara superior que está en contacto con tres conectores de entrada 1, estando constituidos estos últimos respectivamente por tres barras conductoras dispuestas en paralelo. Cada conector de entrada 1 presenta una forma general rectilínea en relación con el sustrato diamante 4 y consta localmente de tres porciones anulares 1a dispuestas de forma que las porciones anulares la de los tres conductores de entrada 1 estén dispuestos según una matriz 3x3.

25

[0012] Conforme a la figura 2, donde solo los conectores de entrada 1, de salida 2 y el sustrato diamante 4 están representados, la cara inferior del sustrato diamante 4 está en contacto con los tres conectores de salida 2 constituidos respectivamente por tres barras conductoras dispuestas en paralelo y orientadas perpendicularmente a los tres conectores de entrada 1. Cada conector de salida 2 presenta una forma general rectilínea en relación con el sustrato diamante 4 y consta localmente de tres abultamientos en forma de disco 9 dispuestos de forma que cada uno de los discos 9 está enfrente de una porción anular 1a de un conector de entrada 1 dispuesto sobre la cara opuesta del sustrato diamante 4, representado en trazo mixto en la figura 4.

30

[0013] Las figura 3 y 4 representan más en detalle la constitución de un interruptor diamante 6 que equipa el convertidor matricial. Conforme a estas figuras, cada porción anular 1a consta en su centro de una apertura al nivel de la que la cara superior del sustrato diamante 4 está recubierta de un borne metalizado 5, estando representado este último únicamente en estas figuras. Este borne metalizado 5 está conectado eléctricamente al conector de entrada 1 por unos hilos de aluminio 21 soldados a la porción anular la adyacente, el borne 5 y el disco 9, dispuesto enfrente de la cara opuesta del sustrato diamante 4, que constituye los dos bornes del interruptor diamante 6.

40

[0014] Tal borne metalizado 5 se obtiene por ejemplo sobre el sustrato 4 por un procedimiento de metalización que consta de las etapas siguientes:

- depósito de una resina fotosensible sobre la cara superior del sustrato diamante;
- 45 - eliminación de la resina en relación con las superficies que se van a metalizar por radiación a través de una máscara;
- metalización por vaporización sucesiva de titanio-platino-oro sobre la superficie del sustrato diamante recubierta parcialmente de resina;
- eliminación de la resina restante sumergiendo el sustrato en acetona.

50

[0015] La conducción eléctrica entre los dos bornes 5 y 9 se realiza bajo control por la puesta en marcha de una fuente óptica ultravioleta 7 dispuesta enfrente del borne 5, presentando este último múltiples hendiduras 5a no metalizadas, en forma de arco de círculo, dejando pasar la radiación emitida por la fuente óptica 7 a fin de irradiar el volumen de diamante 4 que separa los bornes 5 y 9 del interruptor diamante 6 y provocar así la conducción eléctrica entre estos dos bornes. Las fuentes ópticas 7 están ventajosamente soportadas por una placa 22, representada en trazo mixto en la figura 1, incorporada sobre unos pies 8 llevados por la cara superior del zócalo 3 y están controladas independientemente unas de otras por un circuito de control que constituye el circuito de control del convertidor.

55

- [0016]** Tal convertidor matricial presenta la ventaja de poseer unos interruptores diamante que pueden soportar grandes tensiones en sus bornes y que aseguran naturalmente una bidireccionalidad de la corriente a través del convertidor. Además, el control de tal convertidor se realiza por el control óptico de los interruptores diamante, presentando este control óptico la ventaja de estar naturalmente aislado del potencial eléctrico en los 5 bornes del interruptor. Por último, por su topología modulable gracias al control óptico, tal convertidor matricial permite todo tipo de conversión tal como la conversión directa AC/AC monofásica o trifásica, la conversión AC/DC o DC/DC cuando está conectado a una fuente de tensión continua.
- [0017]** Las figuras de 5 a 8 representan una realización del convertidor según la invención. Conforme a las 10 figuras 5 y 6, el convertidor matricial consta de un sustrato cerámico 13 de nitruro de aluminio AlN que comprende nueve orificios circulares distribuidos según una matriz 3x3, desembocando cada orificio a ambos lados del sustrato cerámico 13 y recibiendo un sustrato diamante 14 cilíndrico, de un diámetro del orden de 10 mm, rodeado de una zona de vidrio 20.
- 15 **[0018]** Esta zona de vidrio 20, eventualmente llena de cerámica, realiza una interfaz entre el sustrato diamante 14 y el sustrato cerámico 13 y presenta la ventaja de poseer un coeficiente de dilatación α próximo a 3,5, que permite atenuar los esfuerzos provocados por la dilatación diferencial entre el diamante ($\alpha=1$) y el sustrato AlN ($\alpha=4,5$).
- 20 **[0019]** Conforme a la figura 5, la cara superior del sustrato cerámico 13 está provista de tres conectores de entrada 1 que rebosan lateralmente sobre un borde del sustrato cerámico 13 y que se prolongan respectivamente sobre el sustrato 13 por tres pistas conductoras 11 dispuestas en paralelo, estando cada pista conductora 11 alineada con una línea de la matriz 3x3 de sustratos diamante 14. Las pistas conductoras 11 constan cada una de 25 tres porciones anulares 11a que se extiende respectivamente en la periferia de tres sustratos diamante 14 alineados con el conector de entrada 1 considerado.
- [0020]** Conforme a la figura 6, la cara inferior del sustrato cerámico 13 está provista de tres conectores de salida 2 orientados perpendicularmente a los conectores de entrada 1 y que rebosan lateralmente sobre un borde del sustrato cerámico 13. Estos tres conectores de salida 2 se prolongan respectivamente sobre el sustrato 13 por 30 tres pistas conductoras 12 dispuestas en paralelo, estando cada pista 12 alineada con una columna de la matriz 3x3 formadas por sustratos diamante 14. Las pistas conductoras de los conectores de salida 2 constan cada una de tres porciones anulares 12a que se extienden respectivamente en la periferia de los tres sustratos diamante 14 alineados con el conector de salida 2 considerado.
- 35 **[0021]** Conforme a las figuras 7 y 8, cada sustrato diamante 14 consta de una cara superior y una cara inferior recubierta respectivamente sobre casi toda su superficie de un borne metalizado 15 y 19, constituyendo estos bornes superior 15 e inferior 19, representados únicamente en estas figuras, los dos bornes de un interruptor 40 diamante 16. Tales bornes metalizados 15 y 19 se obtienen por ejemplo sobre el sustrato 14 por un procedimiento de metalización que consta de las etapas siguientes:
- depósito de una resina fotosensible sobre la cara superior del sustrato diamante;
 - eliminación de la resina en relación con las superficies que se van a metalizar por radiación a través de una máscara;
 - metalización por vaporización sucesiva de titanio-platino-oro sobre la superficie del sustrato diamante recubierta 45 parcialmente de resina;
 - eliminación de la resina restante sumergiendo el sustrato en acetona.
- [0022]** El borne superior 15 de cada sustrato diamante 14 está conectado por unos hilos de aluminio 21 a la 50 porción anular 11a de la pista conductora 11 dispuesta en la periferia del sustrato diamante 14 y el borne inferior 19 de cada sustrato diamante 14 está conectado por unos hilos de aluminio 21, representados en trazo mixto en la figura 7, a la porción anular 12a de la pista conductora 12 dispuesta en la periferia del sustrato diamante 14.
- [0023]** En referencia a la figura 7, el centro del borne superior 15 del sustrato diamante presenta múltiples 55 hendiduras 15a no metalizadas en forma de arco de círculo, dejando pasar estas hendiduras 15a la radiación ultravioleta emitida por una fuente óptica 7 dispuesta al lado del sustrato diamante 14 a fin de permitir la irradiación del volumen del sustrato diamante 14 dispuesto entre los bornes superior 15 e inferior 19 y provocar así una conducción eléctrica entre estos dos bornes. Las fuentes ópticas 7 están ventajosamente soportadas por una placa, no representada en las figuras, incorporada a unos pies 8 llevados por la cara superior del zócalo 13, estando controladas las fuentes ópticas 7 individualmente por un circuito de control.

[0024] Tal variante de realización presenta la ventaja de necesitar una superficie menor de sustrato diamante que el modo de realización de la figura 1, lo que permite reducir el coste de fabricación del convertidor.

5 **[0025]** Independientemente de la variante de realización de la invención, el espesor del sustrato diamante, realizado por ejemplo por procedimiento CVD, estará adaptada a la tensión de funcionamiento del convertidor y podrá variar por ejemplo de un espesor de 50 μm , para tener una tensión entre las dos caras del sustrato diamante del orden de 5 kV, hasta un espesor de 200 μm para tener una tensión del orden de 20 kV.

10 **[0026]** El convertidor según la invención se puede utilizar ventajosamente para controlar un motor de tracción de un vehículo ferroviario a partir de una tensión catenaria, permitiéndole su topología modulable adaptarse por simple modificación de su control de los interruptores diamante a diferentes tipos de tensión catenaria.

15 **[0027]** Por supuesto, la invención no está limitada al modo de realización descrito e ilustrado que solo se ha dado a título de ejemplo. Unas modificaciones siguen siendo posibles, especialmente del punto de vista de la constitución de los diversos elementos o por sustitución de equivalentes técnicos, sin salirse por ello del campo de protección de la invención como se define en las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Convertidor matricial para la transformación de energía eléctrica entre al menos una fuente de tensión (1), especialmente una red de alimentación y al menos una fuente de corriente (2), especialmente una carga, 5 constando dicho convertidor de una matriz de interruptores (6; 16) que une dichas fuentes de tensión (1) con dichas fuentes de corriente (2), **caracterizado porque** dichos interruptores (6, 16) constan cada uno de dos bornes (5, 9; 15, 19) dispuestos en dos planos paralelos distintos y un sustrato diamante fotoconductor interpuesto entre dichos dos bornes (5, 9; 15, 19) del interruptor (6; 16), estando realizado el control de cada interruptor (6; 16) por medio de una fuente óptica (7) que irradia el sustrato diamante (4, 14) interpuesto entre los dos bornes (5, 9; 15, 19) y **porque** 10 cada interruptor (16) del convertidor está formado por un sustrato diamante individual (14) que está soportado por un sustrato cerámico soporte (13) por medio de una capa de vidrio (20).
2. Convertidor matricial según la reivindicación 1, **caracterizado porque** dicho sustrato diamante (4; 14) se obtiene por un procedimiento CVD de depósito químico en fase vapor. 15
3. Convertidor matricial según la reivindicación 2, **caracterizado porque** los bornes (15, 19) están realizados por metalización del sustrato diamante por vaporización sucesiva de titanio-platino-oro.
4. Convertidor matricial según cualquiera de las reivindicaciones de 1 a 3, **caracterizado porque** dicha 20 fuente óptica (7) es una fuente ultravioleta.
5. Convertidor matricial según cualquiera de las reivindicaciones de 1 a 4, **caracterizado porque** para cada interruptor (6; 16), la fuente óptica (7) está dispuesta enfrente de uno de los dos bornes (5, 9; 15, 19) del interruptor, constando dicho borne (5; 15) al menos de una apertura (5a; 15a) que permite el paso de la radiación de 25 dicha fuente (7) hacia el sustrato diamante (4; 14) interpuesto entre los dos bornes (5, 9; 15, 19).
6. Convertidor matricial según la reivindicación 1, **caracterizado porque** cada interruptor (16) consta de un borne (15) unido a una fuente de tensión (1) por una pista conductora (11) dispuesta sobre una cara del sustrato cerámico (13) y un borne (19) unido a una fuente de corriente (2) por unas pistas conductoras (12) llevadas por la 30 cara opuesta de dicho sustrato cerámico (13).
7. Convertidor matricial según cualquiera de las reivindicaciones 6, **caracterizado porque** dicho sustrato cerámico (13) es de nitruro de aluminio AlN.

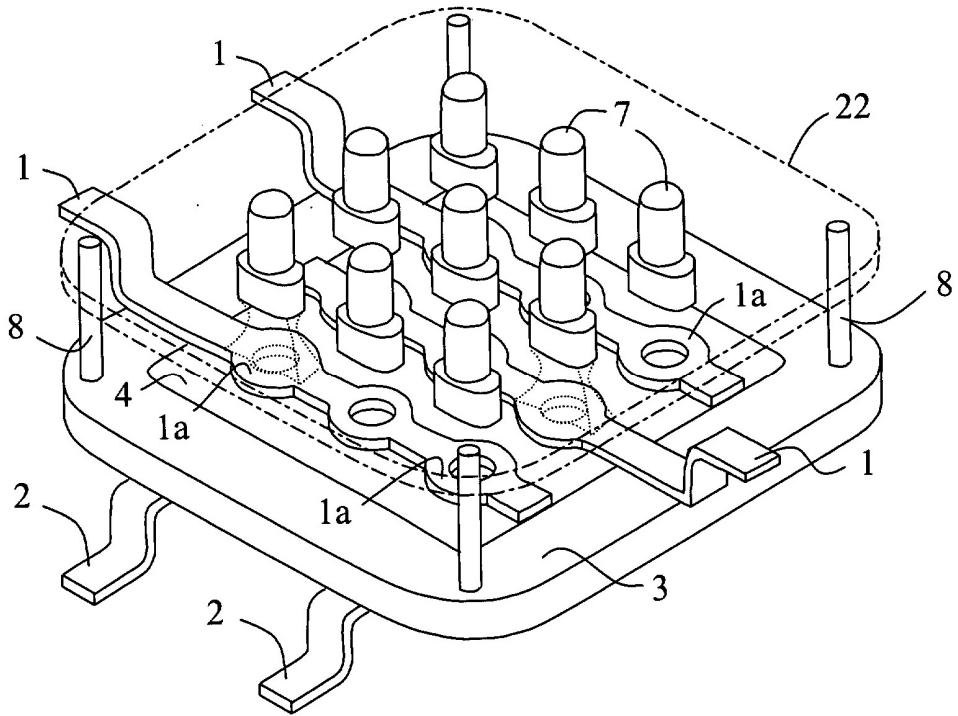


FIG 1

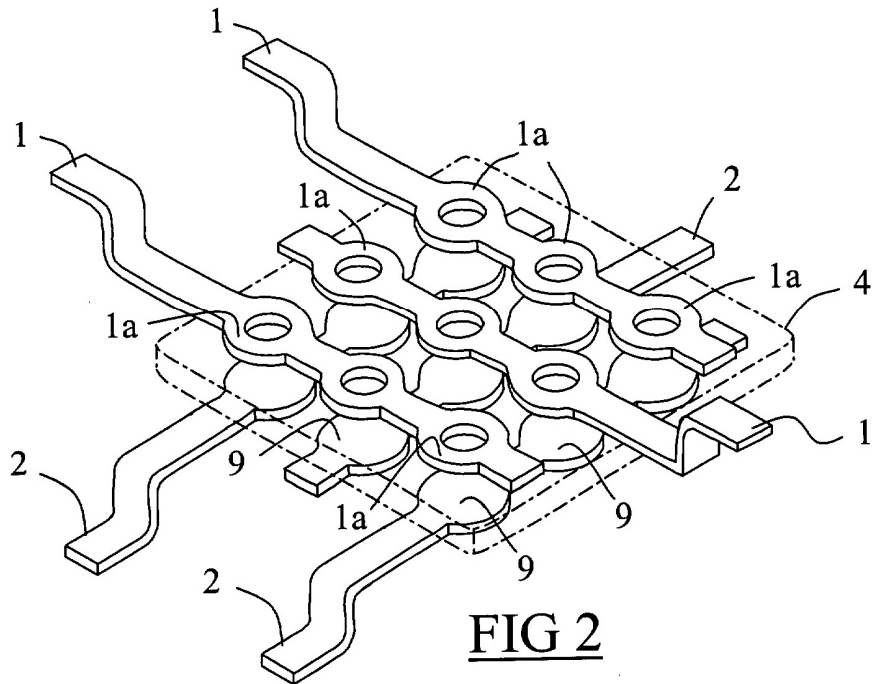


FIG 2

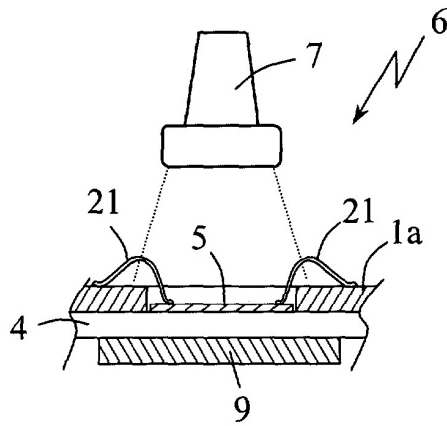


FIG 3

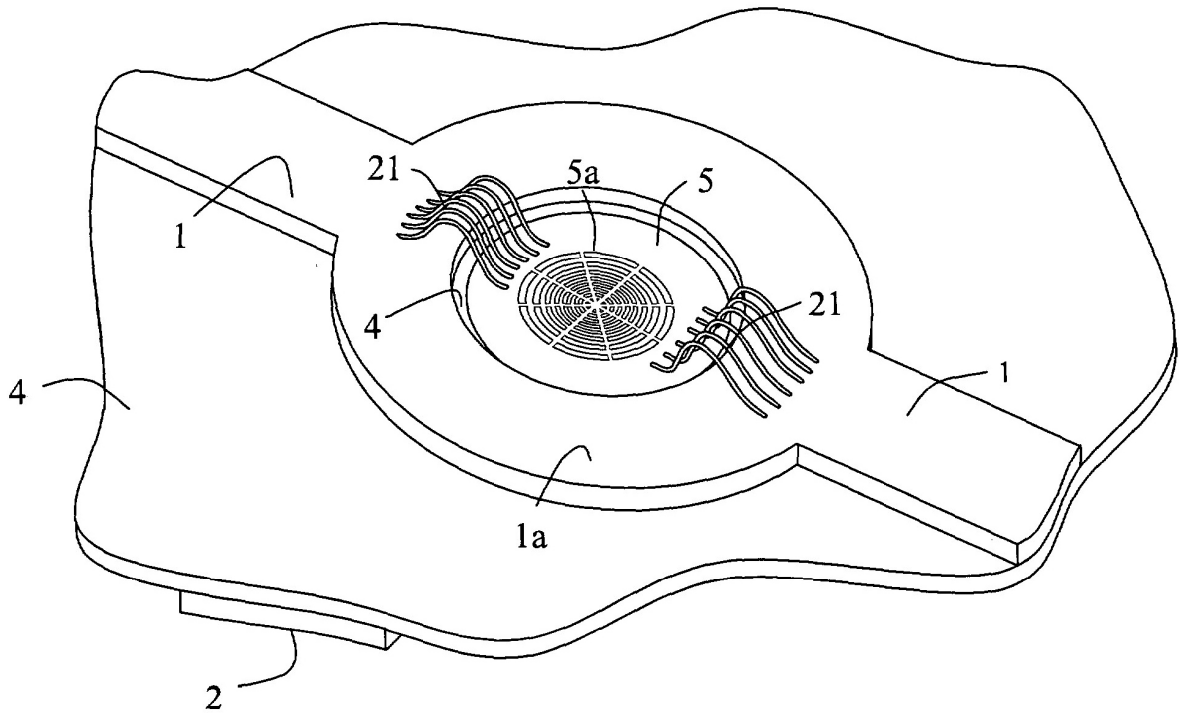


FIG 4

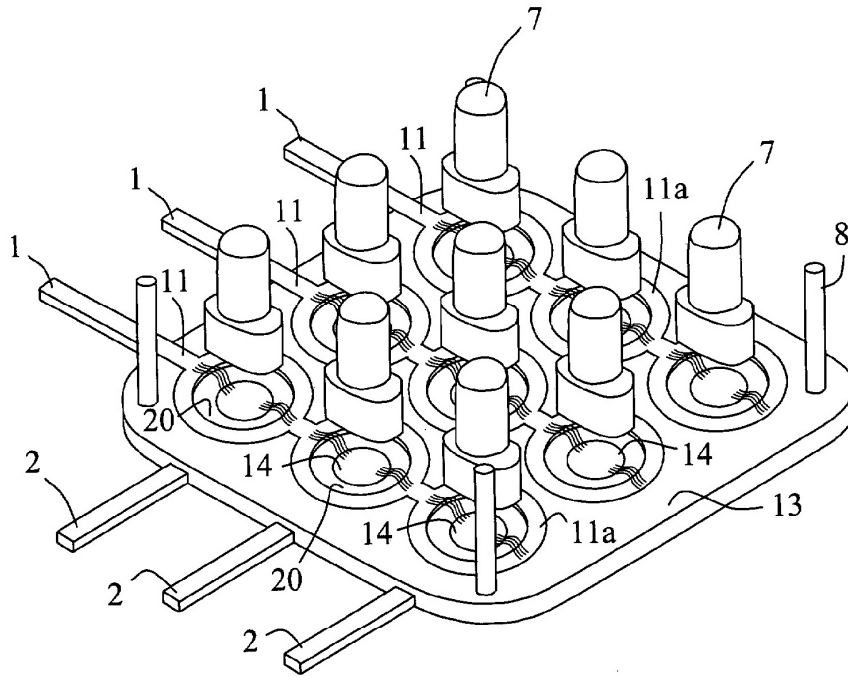


FIG 5

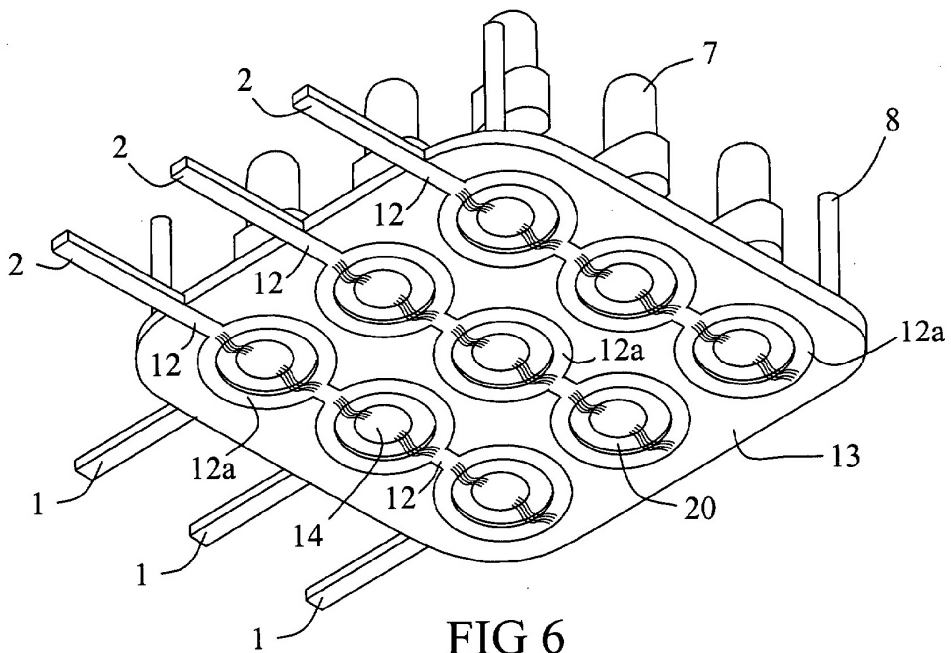


FIG 6

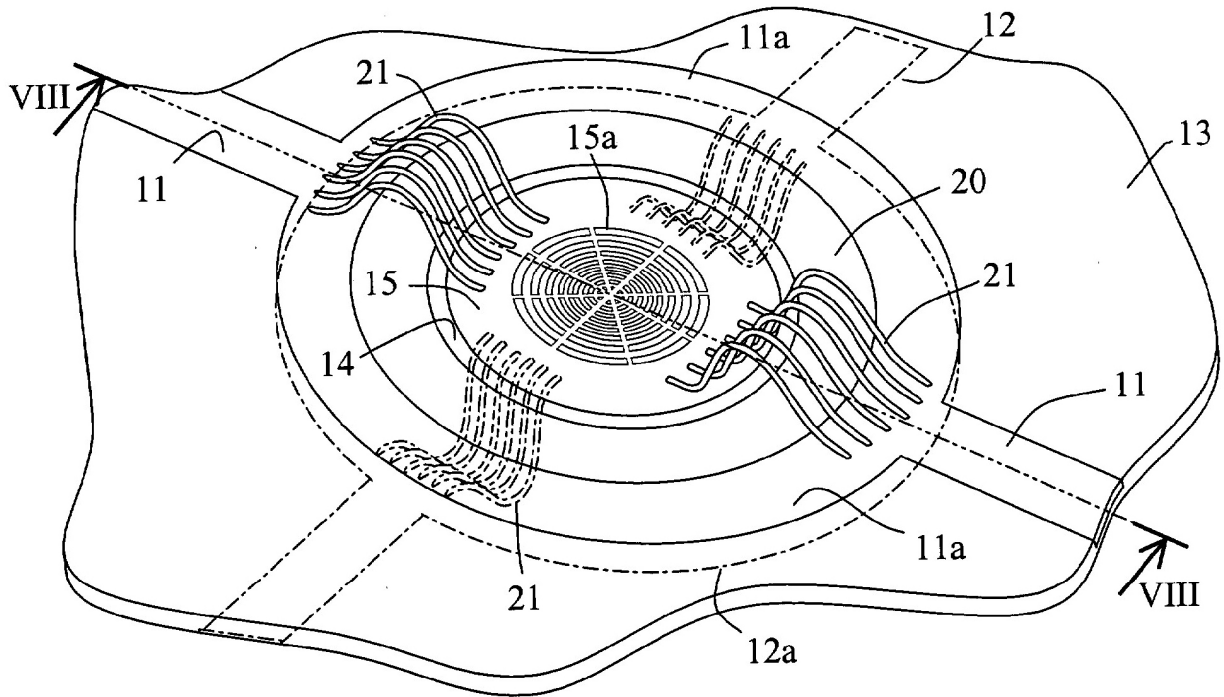


FIG 7

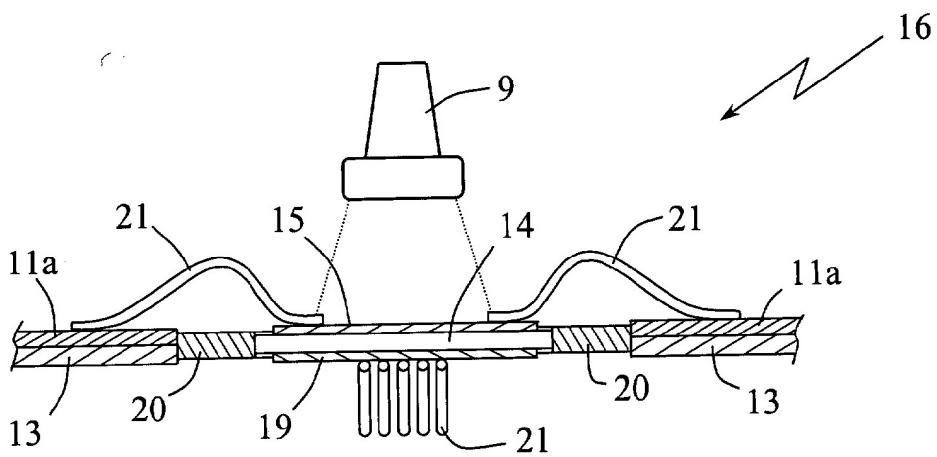


FIG 8