



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 321 913**

51 Int. Cl.:
C23C 14/04 (2006.01)
C23C 16/04 (2006.01)
H01L 23/26 (2006.01)
C23C 14/08 (2006.01)
C23C 16/40 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **02755628 .1**
96 Fecha de presentación : **16.07.2002**
97 Número de publicación de la solicitud: **1412550**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **28.04.2004**

54 Título: **Soporte con material absorbente para dispositivos micromecánicos.**

30 Prioridad: **20.07.2001 IT MI01A1558**
03.04.2002 IT MI02A0068

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
15.06.2009

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
15.06.2009

73 Titular/es: **SAES GETTERS S.p.A.**
Viale Italia, 77
20020 Lainate, Milano, IT

72 Inventor/es: **Amiotti, Marco**

74 Agente: **Isern Jara, Jorge**

ES 2 321 913 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

Soporte con material absorbente para dispositivos micromecánicos.

5 La presente invención se refiere a un soporte para la fabricación de dispositivos microelectrónicos, micro-optoelectrónicos o micromecánicos con un depósito integrado de material absorbente de gas.

10 Los dispositivos microelectrónicos (denominados también circuitos electrónicos integrados, indicados en el ámbito con la abreviatura CI) son la base de toda la industria de la electrónica integrada. Los dispositivos microoptoelectrónicos comprenden, por ejemplo, sensores de radiación de infrarrojos (RI) de nueva generación los cuales, a diferencia de los tradicionales, no requieren temperaturas criogénicas para su funcionamiento. Estos sensores de radiación de infrarrojos están formados por una matriz de depósitos de material semiconductor, por ejemplo silicio, dispuestos en una cámara al vacío. Los dispositivos micromecánicos (mejor conocidos en el ámbito como “micromáquinas” o su abreviatura MM) están en fase de desarrollo para aplicaciones tales como sensores o accionamientos en miniatura: 15 ejemplos típicos de micromáquinas son los microacelerómetros, utilizados como sensores para activar los colchones de aire de los automóviles; micromotores, provistos de engranajes y piñones del tamaño de unas pocas micras, o bien conmutadores ópticos, en donde una superficie especular con un tamaño del orden de unas pocas decenas de micra (μm) puede ser desplazada entre dos posiciones diferentes, dirigiendo un rayo de luz hacia dos direcciones diferentes, una correspondiendo a la condición “conectado” y la otra a la condición “desconectado” de un circuito óptico. En lo 20 que sigue a continuación, estos dispositivos también serán referidos por la definición general de dispositivos de estado sólido.

25 Los circuitos integrados se fabrican mediante una tecnología que comprende operaciones de depósito sobre un soporte plano de capas de material con diferente funcionalidad eléctrica (o magnética), alternadas con eliminaciones selectivas de las mismas. Las mismas técnicas de deposiciones y eliminaciones selectivas se aplican también a la construcción de los dispositivos microoptoelectrónicos o micromecánicos. Éstos generalmente están contenidos en alojamientos formados, a su vez, con la misma técnica. El soporte más comúnmente utilizado en estas fabricaciones es una “rodaja” (denominada “oblea” en el ámbito) de silicio, de aproximadamente 1 mm de grueso y con un diámetro de hasta 30 cm. Sobre cada una de estas obleas se construye un número muy alto de dispositivos; después, al final 30 del proceso de fabricación, de estas rodajas se separan, mediante corte mecánico o láser, los dispositivos individuales en el caso de micromáquinas, o piezas que incluyen una matriz de algunas decenas de dispositivos en el caso de los sensores de radiación de infrarrojos.

35 Las etapas de deposición se llevan a cabo con técnicas tales como la deposición química en fase de vapor, generalmente definida como “CVD” a partir de la terminología inglesa “Chemical Vapor Deposition” (deposición química en fase de vapor), o la deposición física en fase de vapor o “PVD”, a partir de la terminología inglesa “Physical Vapor Deposition” (deposición física en fase de vapor), este último comúnmente indicado también con el nombre inglés de “sputtering” (erosión superficial). Generalmente, las eliminaciones selectivas se llevan a cabo a través de ataques químicos o físicos con una máscara apropiada, como es muy conocido en el campo. 40

Los circuitos integrados y las micromáquinas se encapsulan entonces en materiales poliméricos, metálicos o cerámicos, esencialmente por razones de protección mecánica, antes de que sean insertados en los aparatos de destino finales (un ordenador, un automóvil, etc.). Por el contrario los sensores de radiación de infrarrojos generalmente están comprendidos en una cámara, encarada a una pared de la misma definida como “ventana”, transparente a la radiación 45 de infrarrojos.

En algunas clases de circuitos integrados es importante ser capaz de controlar la difusión de gas en los dispositivos de estado sólido: éste es por ejemplo el caso de las memorias ferroeléctricas, en donde el hidrógeno, que se difunde a través de las capas del dispositivo, puede alcanzar el material ferroeléctrico (generalmente un óxido cerámico, tal como circotitanato de plomo, tantalato o titanato de estroncio bismuto, o titanato de lantano bismuto), alterando su 50 comportamiento correcto.

Todavía más importantes son el control y la eliminación de gas en los sensores de radiación de infrarrojos y en las micromáquinas. En el caso de los sensores de radiación de infrarrojos, los gases posiblemente presentes en la 55 cámara tanto pueden sorber parte de la radiación como transportar calor por convección desde la ventana a la matriz de depósitos de silicio, modificando la medida. En las micromáquinas, la fricción mecánica entre las moléculas del gas y la pieza que se desplaza, debido al tamaño muy pequeño de la última, puede conducir a desviaciones sensibles del funcionamiento ideal de los dispositivos; además, las moléculas polares tales como el agua pueden causar un fenómeno de adherencia entre la pieza que se desplaza y otras piezas, por ejemplo el soporte de la misma, causando 60 de ese modo el fallo del dispositivo. En los sensores de radiación de infrarrojos con matrices de depósitos de silicio o en las micromáquinas, es por lo tanto fundamental poder ser capaz de asegurar que el alojamiento permanezca en vacío durante la vida completa del dispositivo.

A fin de hacer mínima la cantidad de gas en estos dispositivos, su fabricación generalmente se realiza en cámaras 65 de vacío e interponiendo etapas de bombeo antes del empaquetado de los mismos. De cualquier modo el problema no se resuelve completamente de este modo, porque los mismos materiales los cuales forman los dispositivos pueden liberar gases, o éstos pueden permear desde el exterior durante la vida del dispositivo.

ES 2 321 913 T3

Para extraer también los gases que entran en los dispositivos de estado sólido durante sus vidas, se ha propuesto utilizar materiales que los puedan absorber. Estos materiales comprenden aquellos comúnmente referidos como “desgaseadores” generalmente en metales tales como circonio, titanio, vanadio, niobio o tántalo, o aleaciones de los mismos con otros metales de transición, con elementos de tierras raras o aluminio, provistos de una afinidad química muy fuerte hacia gases tales como hidrógeno, oxígeno, agua, óxidos de carbono y en algunos casos nitrógeno; y materiales desecadores, específicos para la sorción de humedad, entre los cuales principalmente los óxidos de metales alcalinos o alcalinotérreos. La utilización de materiales para absorber gases, particularmente hidrógeno, en circuitos integrados, se describe por ejemplo en la patente US-A- 5,760,433 y en las solicitudes de patentes japonesas publicadas JP-11- 040761 y JP- 2000-40799; su utilización en sensores de radiación de infrarrojos se describe por ejemplo en la patente US 5,921,461; finalmente la utilización de materiales absorbentes de gas en micromáquinas se describe por ejemplo en el artículo “Empaquetado al vacío para microsensores mediante unión anódica de vidrio y silicio” por H.Henmi y otros, publicado en la revista técnica Sensores y accionamientos A, volumen 43 (1994), en las páginas 243-248.

Depósitos localizados de materiales absorbentes de gas se pueden obtener mediante CVD o erosión superficial durante las etapas de fabricación de los dispositivos de estado sólido. Sin embargo, este procedimiento no es muy apreciado por los fabricantes de estos dispositivos, puesto que la deposición del material absorbente durante la fabricación de los dispositivos implica la necesidad de que al proceso total se le añada una etapa de la deposición localizada de este material, generalmente llevada a cabo a través de operaciones de deposición de resina, sensibilización local de la resina a través de radiaciones (generalmente ultravioletas), la eliminación selectiva de la resina fotosensibilizada, la deposición de material absorbente de gas y la subsiguiente eliminación de la resina y del material absorbente de gas depositado sobre la misma, dejando el depósito de material de absorción de gas en el área de la cual ha sido eliminada la resina fotosensibilizada. Además, el depósito de material absorbente de gas en la línea de fabricación tiene la desventaja de que incrementa el número de etapas diferentes del proceso y de los materiales utilizados en el mismo, además se incrementa el riesgo de “contaminación cruzada” entre las diferentes cámaras en las cuales se llevan a cabo las diferentes etapas, con el incremento posible siguiente de productos de desecho debido a la contaminación.

El objeto de la presente invención es superar los problemas anteriormente descritos de la técnica anterior y, particularmente, simplificar la fabricación de dispositivos de estado sólido.

Este objeto se consigue según la presente invención con un soporte para la fabricación de dispositivos microelectrónicos, microoptoelectrónicos o micromecánicos, las características principales de los cuales se especifican en la reivindicación 1 y otras características de los cuales se especifican en las reivindicaciones siguientes.

El soporte de la invención es prácticamente similar a las obleas de silicio comúnmente utilizadas en la industria provisto, sin embargo, de un material de absorción de gas (en forma de depósitos discretos) depositados en perforaciones sobre la superficie de los cuales se construyen los dispositivos microelectrónicos o micromecánicos.

La invención se describirá más adelante en este documento con referencia a los dibujos en los cuales:

- la figura 1 muestra en perspectiva, parcialmente en sección, un soporte;

- la figura 2 muestra una vista en sección del soporte de la figura 1;

- las figuras 3-5 representan fases operativas para la construcción de un dispositivo de estado sólido empezando a partir del soporte de la figura 1;

- la figura 6 muestra en perspectiva, parcialmente en sección, un soporte según la invención;

- la figura 7 muestra una vista en sección del soporte de la figura 6;

- la figura 8 representa un dispositivo de estado sólido que se puede obtener a partir del soporte de la figura 6; y

- la figura 9 muestra una vista en sección de un dispositivo de estado sólido construido empezando a partir del soporte de la figura 6.

Para favorecer la claridad de la descripción, en los dibujos la relación altura-diámetro de los soportes de la invención y las dimensiones laterales de los depósitos de material absorbente de gas sobre la base están exagerados con respecto a las dimensiones reales. Además, en los dibujos, los soportes están siempre representados con una geometría de oblea, esto es un disco bajo de material, porque ésta es la geometría comúnmente adoptada por los fabricantes de dispositivos de estado sólido, pero esta geometría puede ser también diferente como por ejemplo cuadrada o rectangular.

En la figura 1 se representa una vista parcial en sección de un soporte 10. Dicho soporte 10, comprende una base 11, provista de la única función de reforzar del soporte y los dispositivos que se derivan del mismo y constituye casi el grueso completo del soporte 10 (dentro de la gama de milímetros). El material base puede ser un metal, una cerámica, un cristal o un semiconductor, preferiblemente silicio.

ES 2 321 913 T3

En áreas 12, 12', ..., de la superficie de la base 11, se obtienen depósitos discretos 13, 13', ..., de un material absorbente de gas. Después estos depósitos se cubren con una capa 14 de un material compatible con el proceso de producción de circuitos integrados o micromáquinas. Esta capa 14 realiza el trabajo de anclaje de las capas subsiguientemente depositada sobre la misma para construir los circuitos integrados, los dispositivos microoptoelectrónicos o las micromáquinas, o puede incluso ella misma ser la capa en la cual se construyen estos dispositivos (por ejemplo micromáquinas que desplazan piezas pueden ser obtenidas en esta capa eliminando partes de la misma). Además la soldadura del dispositivo final posiblemente se puede realizar directamente sobre el borde de la capa 14.

Como también se representa en la figura 2, en la capa 14, en correspondencia con los depósitos 13, 13', ..., se realizan después pasos 15, 15', ..., que tienen la función de exponer el material absorbente de gas a la atmósfera que rodea al soporte 10. Los pasos 15, 15', ..., se pueden realizar mediante la eliminación selectiva de la capa 14 sobre los depósitos 13, 13', ..., a través de técnicas de eliminación conocidas en la técnica.

El material absorbente de gas utilizado para los depósitos 13, 13', ..., puede ser cualquier material libre del fenómeno de pérdidas de partículas, escogido entre los materiales comúnmente denominados desgaseadores, capaz de absorber diversas moléculas del gas y materiales desecadores, específicos para la absorción de vapor de agua.

En el caso de un material desgaseador, puede ser un metal tal como Zr, Ti, Nb, Ta, V; una aleación entre estos metales o entre éstos y uno o más elementos, escogidos entre Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Al, Y, La y tierras raras, como aleaciones binarias Ti-V, Zr-V, Zr-Fe y Zr-Ni, aleaciones ternarias Zr-Mn-Fe o Zr-V-Fe o aleaciones con más componentes. Para esta aplicación, los materiales desgaseadores preferidos son titanio, circonio, la aleación de la composición con un porcentaje en peso del 84% de Zr - 16% de Al, producida y vendida por el solicitante con el nombre de St 101[®], la aleación de la composición con un porcentaje en peso del 70% de Zr - 24,6% de V - 5,4% de Fe producida y vendida por el solicitante con el nombre de St 707[®] y la aleación de la composición con un porcentaje en peso del 80,8% de Zr - 14,2% de Co - 5% de TR (en donde TR es una tierra rara, itrio, lantano o mezclas de los mismos), producida y vendida por el solicitante con el nombre de St 787; en el caso en el que el material desgaseador no esté completamente libre del fenómeno de pérdida de partículas, se puede tratar apropiadamente de modo que se reduzca o se elimine dicho fenómeno, por ejemplo a través de un tratamiento de sintetizado o de recocido parcial.

En el caso de materiales desecadores, éstos preferiblemente se escogen entre los óxidos de metales alcalinos o metales alcalinotérreos; particularmente se prefiere la utilización de óxido de calcio, CaO, que no presenta problemas de seguridad ni medioambientales durante la fabricación, utilización o eliminación de los dispositivos que lo contienen. Una capa de óxido se puede obtener por ejemplo a través de la técnica denominada "erosión superficial reactiva", depositando el metal alcalino o alcalinotérreo de interés bajo una atmósfera de un gas raro (generalmente argón) en el cual está presente un bajo porcentaje de oxígeno, de modo que el metal se convierte en su óxido durante la deposición. Estas capas generalmente son compactas y están libres del problema de pérdida de partículas.

Los depósitos 13, 13', ..., se pueden obtener a través de técnicas conocidas de deposición selectiva y tienen un grosor en la gama entre aproximadamente 0,1 y 5 μm : con valores del grosor inferiores a los indicados, la capacidad de sorción del gas es excesivamente reducida, mientras que con valores del grosor superiores los tiempos de deposición se extienden sin ninguna ventaja real en las propiedades de sorción. Dichos depósitos tienen dimensiones laterales variables dentro de gamas amplias dependiendo del dispositivo de destino final: por ejemplo, si la utilización se espera que sea en circuitos integrados, la dimensión lateral estará dentro de la gama de algunas micras o menos, mientras que en el caso de micromáquinas, las dimensiones pueden estar incluidas entre unas pocas decenas y unos pocos centenares de micras.

El material que constituye la capa 14 es uno de los materiales normalmente utilizados como sustrato en la fabricación de dispositivos de estado sólido; puede ser el denominada material III-V (por ejemplo, GaAs o InP), o preferiblemente silicio. La capa 14 se puede obtener por erosión superficial, epitaxia, CVD o bien otras técnicas conocidas en el ámbito. Tiene un grosor variable el cual generalmente es inferior a 60 μm en áreas libres de depósitos 13, 13', ..., y preferiblemente dentro de la gama de aproximadamente 1-20 μm .

Para ayudar a la adherencia, la capa 14 preferiblemente se realiza con el mismo material que la base 11; una combinación preferida es silicio (mono o policristalino) para la base 11 y silicio aumentado mediante epitaxia para la capa 14.

La superficie superior de la capa 14 también puede ser tratada modificando de ese modo su composición química, por ejemplo, formando un óxido o un nitruro, con vistas a las operaciones siguientes de la fabricación de los dispositivos.

Los soportes por lo tanto se pueden utilizar en la fabricación de dispositivos de estado sólido de cualquier clase. Como resulta evidente a partir de la descripción anterior, en soportes completos y preparados para la utilización o comercialización, los depósitos de material absorbente de gas están "descubiertos", esto es, expuestos a la atmósfera exterior. Para evitar el riesgo de una estabilización excesiva y al dañado del material absorbente, es preferible entonces mantener los soportes en el interior de cajas bajo una atmósfera inerte, por ejemplo argón o nitrógeno seco, como es conocido en la técnica.

ES 2 321 913 T3

Las figuras 3 y 5 muestran una posible utilización del soporte 10 en la fabricación de dispositivos de estado sólido, particularmente con referencia a la fabricación de micromáquinas. Sin embargo, el mismo soporte puede ser utilizado para la fabricación de otros dispositivos de estado sólido.

5 Sobre las áreas de la superficie de la capa 14 sin pasos 15, 15', ..., están fabricadas estructuras que comprenden piezas móviles de micromáquinas, esquematizadas como los elementos 30, 30', ..., en la figura 3. Cuando se termina la fabricación de las estructuras 30, 30', ..., (incluyendo los contactos para la conexión eléctrica exterior de cada micromáquina individual, no representados en los dibujos), un elemento de cubierta 40 se coloca sobre el soporte 10, como se representa en sección en la figura 4. Dicho elemento de cubierta generalmente se realiza con los mismos
10 materiales que la base 11 y se tiene que poder fijar fácilmente a la capa 14 (se prefiere la utilización de silicio). El elemento de cubierta 40 puede tener taladros, 41, 41', ..., en correspondencia con las áreas en las que, en el soporte 10, las estructuras 30, 30', ..., obtenidas por arco y los depósitos 13, 13', ..., de material absorbente de gas están expuestas. En particular cada uno de dichos taladros será lo suficientemente ancho como para que, cuando el soporte 10 y el
15 elemento de cubierta 40 estén fijados juntos, se obtenga un espacio 42, 42', ..., en el que estén contenidos una estructura como la 30, 30', ..., y un paso 15, 15', ..., que da acceso al material absorbente de gas, de modo que éste último esté en contacto directo con el espacio 42, 42', ..., y sea capaz de absorber el gas posiblemente presente o liberado a lo largo del tiempo en ese espacio. Finalmente, las máquinas individuales, como aquellas representadas en la figura 5, se obtienen mediante el corte del soporte 10 completo fabricado y el elemento de cubierta 40 a lo largo de sus áreas de adherencia.

20 Las figuras 6 y 7 muestran, parcialmente en sección, un soporte de la invención. También en este caso un soporte 60 comprende una base 61 de la misma clase y dimensiones que la base 11 anteriormente descrita, pero en la cual se obtienen huecos 65, 65', ..., localizados en áreas 62, 62', ..., y aptos para contener depósitos de material absorbente de gas 63, 63', Gracias a su peculiar conformación de huecos, la base 61 puede sustituir al conjunto compuesto por la base 11 y la capa 14.

La figura 8 representa un dispositivo de estado sólido 80, en particular una micromáquina, la cual se puede obtener a partir del soporte 60 de las figuras 6 y 7, a través de un proceso similar al que ha sido descrito con referencia a las figuras 3-5 y utilizando un elemento de cubierta 70 provisto de taladros 71, ..., en correspondencia con áreas en las
30 que, en el soporte 60, están dispuestas estructuras 72, ..., y están expuestos depósitos de material absorbente de gas 63, 63',

En una variación del proceso definido antes en este documento, el resultado del cual es la micromáquina 90 representada en la figura 9, el soporte 60 de la invención se utiliza como elemento de cubierta de un dispositivo
35 de estado sólido en lugar de como base del mismo. En este caso, la base sobre la cual se construye la micromáquina es una tradicional, sin depósitos de material absorbente de gas. El hueco 65, obtenido dentro de la base 61, forma de ese modo un espacio para el alojamiento de una estructura móvil 91 y, al mismo tiempo, el paso dando acceso al material absorbente de gas.

40

45

50

55

60

65

ES 2 321 913 T3

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un soporte (60) para la fabricación de dispositivos micromecánicos, comprendiendo una base (61) que tiene las funciones de soporte mecánico, **caracterizado** porque dicha base está provista de huecos (65, 65', ...) que contienen depósitos discretos (63, 63', ...) de un material absorbente de gas los cuales están por lo menos parcialmente expuestos a la atmósfera presente alrededor de dicho soporte (60), dichos huecos (65, 65', ...) formando un espacio para el alojamiento de estructuras móviles (91) de dichos dispositivos micromecánicos.
- 10 2. Un soporte según la reivindicación 1 **caracterizado** porque el material con el cual está realizada dicha base (61) se escoge entre un metal, una cerámica, un cristal o un semiconductor.
3. Un soporte según la reivindicación 2 **caracterizado** porque dicho material es silicio.
- 15 4. Un soporte según la reivindicación 1 **caracterizado** porque dicho material absorbente de gas es un material desgaseador.
- 20 5. Un soporte según la reivindicación 4 en el que dicho material desgaseador se escoge entre los metales Zr, Ti, Nb, Ta, V, aleaciones entre estos metales o aleaciones entre estos metales y uno o más elementos escogidos entre Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Al, Y, La y tierras raras.
6. Un soporte según la reivindicación 5 **caracterizado** porque dicho material desgaseador es titanio.
7. Un soporte según la reivindicación 5 **caracterizado** porque dicho material desgaseador es zirconio.
- 25 8. Un soporte según la reivindicación 5 **caracterizado** porque dicho material desgaseador es una aleación que tiene una composición en porcentaje en peso del 84% de Zr - 16% de Al.
- 30 9. Un soporte según la reivindicación 5 **caracterizado** porque dicho material desgaseador es una aleación que tiene una composición en porcentaje en peso del 70% de Zr - 24,6% de V - 5,4% de Fe.
10. Un soporte según la reivindicación 5 **caracterizado** porque dicho material desgaseador es una aleación que tiene una composición en porcentaje en peso del 80,8% de Zr - 14,2% de Co - 5% de TR, en donde TR significa una tierra rara, itrio, lantano o sus mezclas.
- 35 11. Un soporte según la reivindicación 1 **caracterizado** porque dicho material absorbente de gas es un material desecador.
- 40 12. Un soporte según la reivindicación 11 **caracterizado** porque dicho material desecador se escoge entre los óxidos de metales alcalinos o alcalinotérreos.
13. Un soporte según la reivindicación 12 **caracterizado** porque dicho material desecador es óxido de calcio.
- 45 14. Un soporte según la reivindicación 1 **caracterizado** porque dichos depósitos discretos (63, 63', ...) de material absorbente de gas tienen un grueso dentro de la gama de 0,1-5 μm .
- 50 15. Utilización de un soporte de la reivindicación 1 como elemento de cubierta en la fabricación de un dispositivo micromecánico.
- 55
- 60
- 65

Fig. 1

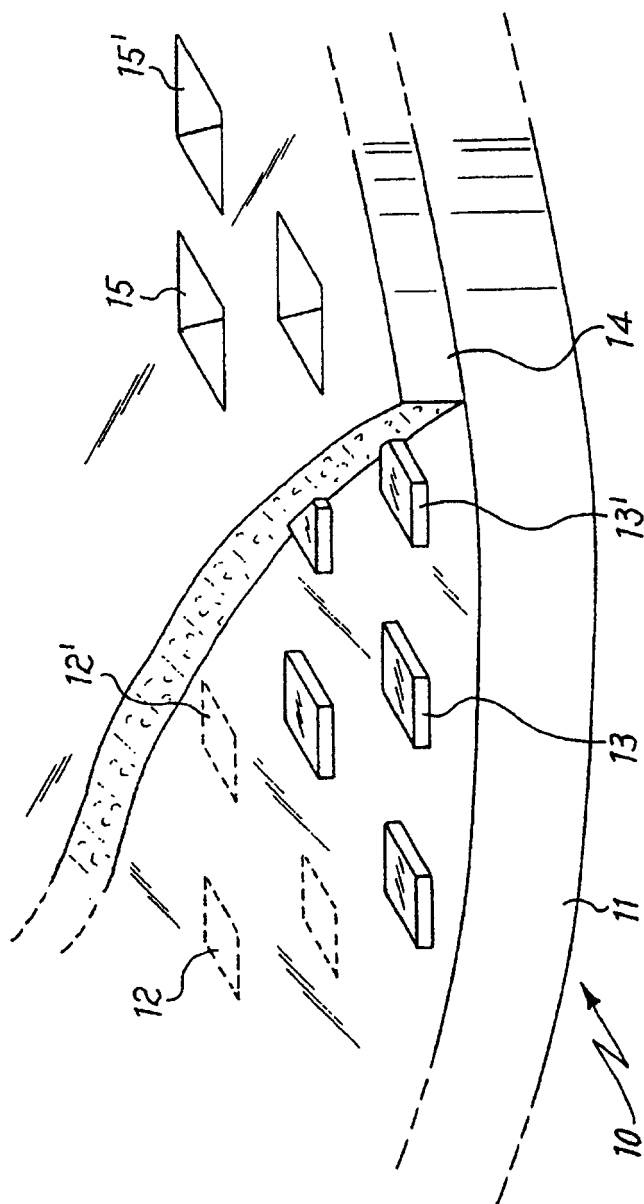


Fig. 2

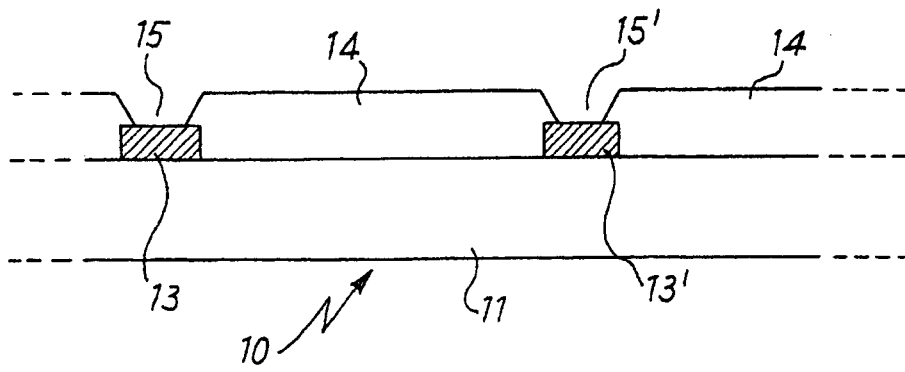


Fig. 3

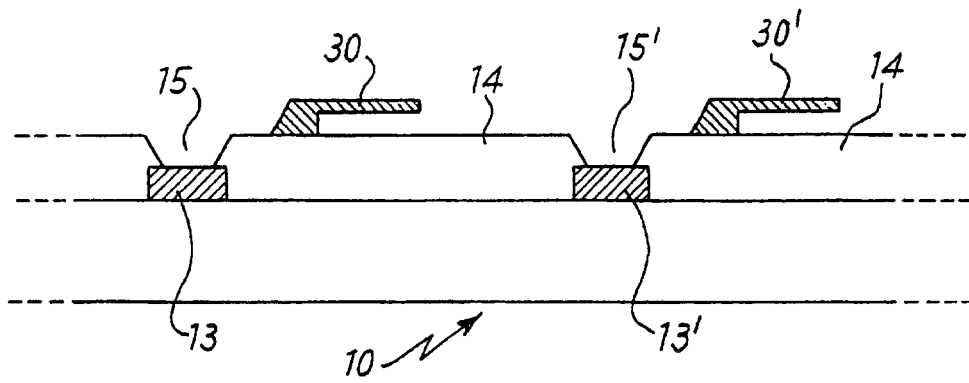


Fig. 4

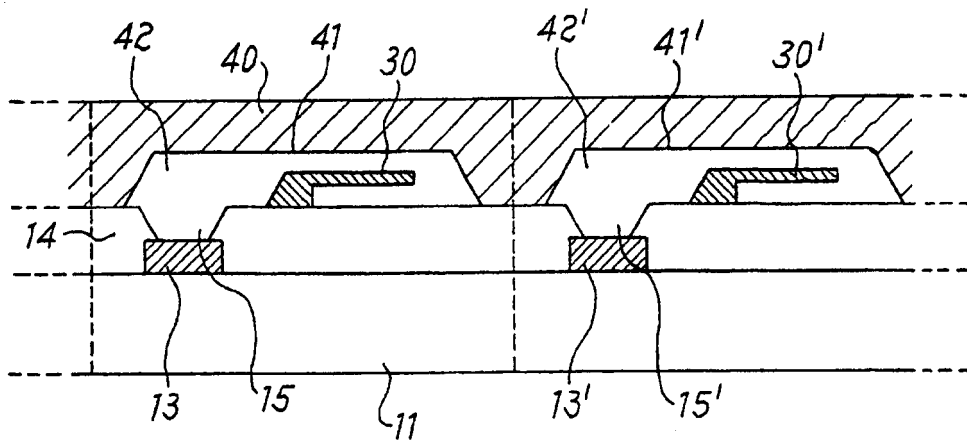


Fig. 5

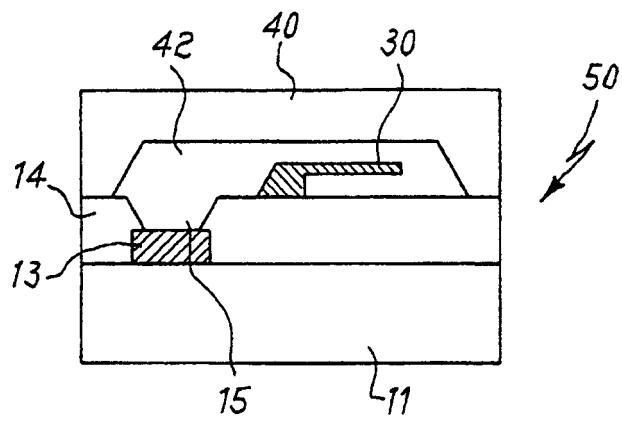


Fig. 6

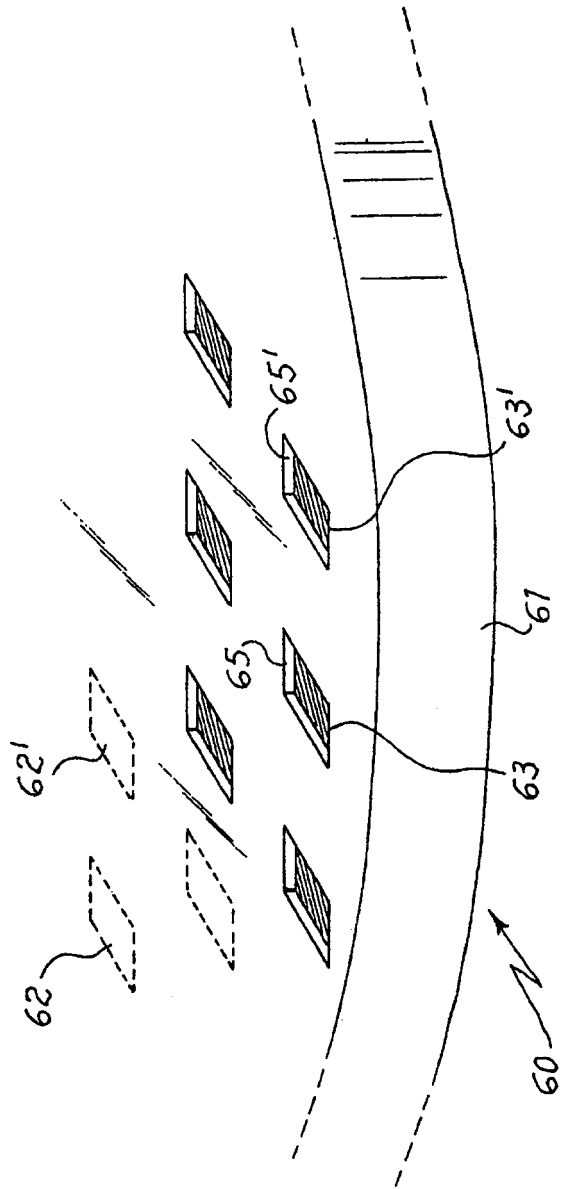


Fig. 7

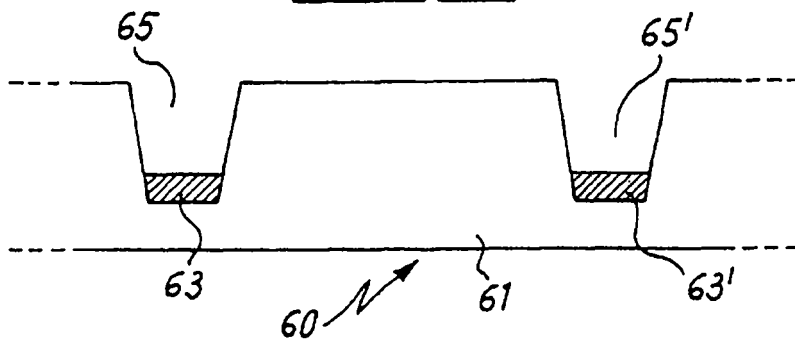


Fig. 8

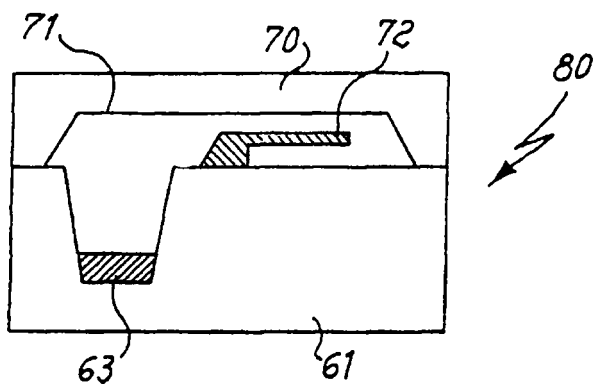


Fig. 9

