

406107



P.- 51.790

F19-71-054/55

406107

MEMORIA DESCRIPTIVA

F.C. 29-4-75

Int. Cl.<sup>2</sup>: H01L

para solicitar PATENTE DE INVENCION

a nombre de INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION

entidad norteamericana

con domicilio en Armonk, Nueva York, Estados Unidos de  
América.

por: "UN PROCEDIMIENTO PARA LA FABRICACION DE MODULOS DE  
MULTIPLES CAPAS DE CIRCUITOS INTEGRADOS DE VIDRIO Y  
METAL"

(Clase Internacional H01L)

406107



La presente invención se refiere a paquetes semi  
conductores y más en particular a un procedimiento de cochu  
ra para fabricar un paquete de metal-vidrio de varias capas.

5 A medida que la tecnología de los circuitos inte  
grados avanza hacia la integración en gran escala y los  
circuitos de elevadas características de funcionamiento,  
se hace necesario, disponer de conjuntos unitarios modula  
res de integración, o "empaquetados", que sean compatibles  
con las exigencias en cuanto a funcionamiento de la circui  
10 tería asociada. Así, son extremadamente críticos los pro-  
blemas de retardo de señales, impedancia del paquete y  
diafonía o efecto de cruce. Los materiales de empaquetado  
ya conocidos, de la técnica anterior a este invento, no  
poseen a menudo las adecuadas propiedades dialéctricas con  
15 trolables para dar acomodo a circuitos de elevadas carac-  
terísticas de funcionamiento en programas de integración  
en gran escala.

Un paquete de metal-vidrio de alta calidad ofre  
ce una solución al problema. Sin más que modificar senci  
20 llamente la composición especificad del vidrio, se hace  
fácilmente controlable y seleccionable el intervalo di-  
verso deseado de variación de las propiedades. Posee una  
resistencia mecánica relativamente alta, y sus propiedades  
de químicamente inerte y térmicamente estable son extrema  
25 damente idóneas para los métodos de unión de pastillas en

406107



superficie superior ya conocidos.

5 A pesar de la conveniencia de emplear el vidrio como capa aislante dieléctrica en los paquetes de interco-  
nexión de varias capas, los procedimientos ya conocidos  
para fabricar un paquete de varios niveles son casi inexis-  
tentes o dan lugar a unos productos de tan deficiente cali-  
dad que se malogran las ventajas atribuibles a determina-  
das propiedades dieléctricas del vidrio seleccionado.

10 En general, uno de los problemas fundamentales en la formación u obtención de capas de vidrio de varios  
niveles parece tener su origen en la formación de burbu-  
jas que tiene lugar durante la etapa de cochura o trata-  
miento g<sup>er</sup>mico. Un tipo de burbujas proviene de la descom-  
posición de materiales orgánicos presentes en la superfi-  
cie sobre la cual se esté depositando la capa de vidrio.  
15 Esta descomposición ocasiona un desprendimiento de gases que son atrapados o absorbidos por la capa de vidrio su-  
perior. La consecuencia de este tipo de formación de bur-  
bujas es la de crear huecos en la estructura de vidrio.  
20 Durante las sucesivas etapas de evaporación del metal, es-  
tos huecos o aberturas causan a menudo cortocircuitos eléc-  
tricos debidos a la formación de una metalización en los  
huecos o aberturas. Asimismo, los huecos atrapan o encie-  
rran un material extraño, agravándose así todavía más el  
25 problema de la contaminación. Aun cuando la burbuja perma-

406107



nezca intacta o no se rompa en el vidrio, su presencia muchas veces destruye la planitud de la superficie superior del vidrio en menoscabo de las sucesivas operaciones de tratamiento, tales como las etapas fotolitográficas.

5                   Un segundo tipo de estructura de burbujas o de células cerradas crea asimismo problemas relacionados con la formación de módulos de vidrio de varias capas. El ambiente gaseoso que rodea al vidrio durante la etapa de cocción produce burbujas en la capa de vidrio. Se forma una burbuja o célula cerrada al entrar la capa de vidrio en la fase de sinterización. La sinterización es aquel punto en el cual las partículas sólidas de vidrio empiezan a ablandarse bajo la exposición al calor, y comienzan a unirse o fusionarse con las partículas adyacentes. A la temperatura de sinterización, el vidrio no es capaz de refluir convirtiéndose en un cuerpo homogéneo sin formación de burbujas. Al empezar a unirse las partículas de vidrio sólido adyacentes (que poseen formas geométricas arbitrarias o aleatorias), se forma una cavidad cerrada. Dicho de otro modo, entre dos partículas de vidrio adyacentes se desarrollan unos a modo de cuellos de unión, y luego continúan desarrollándose los cuellos de unión entre otras parejas de partículas y, así, al final, entre todas las partículas. A este punto se encuentra formada una red de interconexión de partículas de vidrio sinterizado, con huecos re-

10

15

20

25

406107



partidos por toda la malla o retícula. La existencia de esta retícula impide la fabricación de módulos de metal-vidrio de varias capas (capas múltiples), de alta calidad y que tengan las características de planitud e impedancia deseadas.

5

La técnica ya conocida, en el área del vidrio en general, viene sugiriendo que pueden formarse capas de vidrio exentas de burbujas, por difusión de las burbujas hacia fuera a elevadísimas temperaturas. Con frecuencia, esta difusión hacia fuera tiene lugar en distintos ambientes gaseosos. Ahora bien, este enfoque resulta totalmente inadecuado para los presentes módulos de metal-vidrio de varias capas, porque las temperaturas relativamente altas que se necesitan para difundir hacia fuera las burbujas encerradas en la capa de vidrio destruirían e interrumpirían por completo las líneas de metalización previamente depositadas y las espigas metálicas verticales de interconexión existentes dentro del cuerpo de vidrio.

10

15

20

25

También puede lograrse teóricamente una estructura de alta calidad, exenta de burbujas, por cochura del vidrio en un vacío completo. Ahora bien, esta manera de enfocar la cuestión de origen a un considerable número de problemas en la práctica, particularmente en las operaciones de manufactura a gran escala, debido a no ser factible trabajar en este ambiente.

5.10.72.

-5-

406107



5 El bombardeo iónico de sucesivas capas de vidrio hasta formar un paquete de metal-vidrio de varios niveles es otro enfoque posible. Sin embargo, este método da origen a apreciables desventajas desde un punto de vista tan  
10 to estructural como de procedimiento. En primer lugar, el procedimiento de bombardeo no se presta a la fabricación práctica de capas de vidrio de grosor apreciable, que resultan a veces necesarias para obtener las características de impedancia deseadas para el paquete proyectado en particular. Además, no es practicable acumular una pluralidad  
15 de capas de vidrio que tengan unos diseños de metalización interpuestos y seguir manteniendo cada uno de los diseños individuales de metalización en un solo plano.

15 Por todo ello, es objeto de la presente invención un paquete de interconexión eléctrica de alta calidad, de vidrio exento de burbujas.

20 Otro objeto del presente invento reside en dar interconexión eléctrica para una pluralidad de pastillas semiconductoras de circuito integrado a través de un cuerpo de vidrio macizo que tenga una pluralidad de diseños de metalización por separado, dispuestos cada uno en un solo plano, interconexión en la que el cuerpo de vidrio sea íntegra y eléctricamente incorporable a un sustrato refractario diferente que tenga las adecuadas propiedades  
25 de trabajo cíclico, térmicas y mecánicas, respecto al cuerpo

406107



1972

po de vidrio.

Otro objeto de la presente invención reside en un paquete de interconexión de metal-vidrio exento de bur  
bujas, que puede fabricarse a temperaturas incapaces de  
5 interrumpir los diseños de metalización subyacentes y las  
espigas de interconexión verticales.

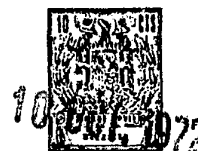
Otro objeto de la presente invención reside en un paquete de interconexión de circuitos integrados, en el  
que las propiedades dieléctricas del paquete son estrecha  
10 mente controlables mediante una regulación crítica de la  
tolerancia de espesores de las capas de vidrio.

Otro objeto del presente invento reside en un  
paquete de vidrio macizo que tiene un número cualquiera  
de diseños conductivos de metalización deseados, situados  
15 cada uno en una superficie plana.

Otro objeto del presente invento reside en un  
paquete de metal-vidrio que evita las desventajas asocia-  
das a los métodos de bombardeo iónico del vidrio.

Otro objeto de la presente invención reside en  
20 un paquete de vidrio que tiene un número cualquiera de di  
seños metalizados situados en superficies planas, en el  
que las dimensiones del diseño de líneas pueden contro-  
larse rigurosamente hasta las líneas de sólo 0,025 milí-  
metros, con distancias de separación de 0,05 milímetros  
25 entre centros o ejes.

406107



Es, asimismo objeto de la presente invención un paquete de metal-vidrio idóneo para su montura integral en un substrato sin que se agriete el paquete de metal-vidrio.

5                   Es objeto adicional de la presente invención un paquete de interconexión de metal-vidrio de varias capas, que tiene un número cualquiera de capas deseadas de diseños metalizados, manteniéndose al propio tiempo la integridad de las propiedades dieléctricas del vidrio y los niveles múltiples de metalización.

10

Otro objeto del presente invento reside en un paquete de interconexión eléctrica de vidrio macizo que puede ser incorporado o montado integralmente a un substrato refractario diferente de interconexión de varios niveles. El substrato refractario es ventajosamente adaptable para la conexión exterior por medio de unas patillas colocadas formando ángulos esencialmente rectos con las superficies planas principales del substrato refractario, para así facilitar la conducción eléctrica entre el mundo exterior y una pluralidad de pastillas de circuitos integrados situadas en la superficie superior del cuerpo de vidrio, por medio del substrato refractario y del paquete de vidrio.

15

20

De acuerdo con los objetos mencionados, la presente invención habilita un procedimiento para formar un

25

406 107



paquete de interconexión de vidrio para pastillas semicon  
ductoras, que incluye las etapas de depositar una primera  
capa de material de vidrio en un substrato de sustentación  
o soporte, y luego calentar la capa en un primer ambiente  
5 gaseoso soluble en el material de vidrio. Inmediatamente  
después, el primer ambiente gaseoso se sustituye por un  
segundo ambiente gaseoso insoluble en el material de vi-  
drio, y se calienta la capa de vidrio y se enfría luego  
hasta la temperatura ambiente.

10 En los dibujos adjuntos:

- la figura 1 ilustra un paquete de circuitos  
integrados de semiconductores, para interconectar una plu  
ralidad de pastillas semiconductoras en un solo substrato,  
y la vista en perspectiva tiene unas partes desprendidas  
15 para ilustrar la manera como está construida la parte  
de metal-vidrio;

- la figura 2 es una vista parcial en sección  
recta tomada por las líneas 2-2 de la fig. 1, e ilustra más  
concretamente los diversos niveles de interconexión para  
20 el paquete;

- la figura 3 es una vista en planta ampliada  
de un emplazamiento de pastilla única de los indicados en  
general en la fig. 1, e ilustra la manera de interconec-  
tar una pastilla en particular con su disposición o for-  
25 mación metalúrgica de superficie superior;

406 107



- las figuras 4A y 4B son unas vistas esquemáticas en sección recta que ilustran paso a paso una forma preferida de realización para fabricar la parte de metal-vidrio del paquete de interconexión global; y

5           - la figura 5 es una vista en sección recta que ilustra otra forma de ejecución de la formación metalúrgica de nivel superior.

Con referencia ahora a las figs. 1, 2 y 3, se ilustran en ellas los detalles estructurales de la formación compleja de interconexiones necesaria para comunicar desde el mundo exterior, por medio de una pluralidad de patillas 20, con una pluralidad de emplazamientos 22 de pastillas. Cada emplazamiento 22 de pastillas está poblado por una pluralidad de pastillas 24 que llevan fijados por integración unos disipadores de calor 26 ranurados. En la periferia del paquete se montan fácilmente componentes tales como los condensadores 28. El dispositivo metalúrgico de interconexión, ilustrado más concretamente en la fig. 2, establece asimismo unos planos de distribución de tensiones eléctricas, planos de masa, planos de señales X-Y y planos de redistribución de tensiones.

10

15

20

En esta forma preferida de ejecución, un paquete 30 de metal-vidrio va unido a una base cerámica 32 de varias capas. Hay una pluralidad de plaquitas de aplicación de contacto 34 situadas en la superficie de debajo

25

406107



1972

5 del miembro cerámico de base 32 de varias capas, plaquitas que están conectadas individualmente a las patillas 20. En la forma de realización preferida, las plaquitas 34 comprenden un metal de tungsteno niquelado, y se unen luego a las patillas 20 por soldeo fuerte.

10 El miembro cerámico de base 32 de varias capas incluye una metalización a varios niveles, indicada en general con el número 36, en una pluralidad de planos. Otros caminos o circuitos conductivos verticales que atraviesan la base cerámica 32 de varios niveles son los proporcionados por una pluralidad de vías 38 llenas de metal. El miembro de base 32 funciona eléctricamente dando conexiones de entrada-salida a las patillas 20, y habilitando planos de distribución de tensiones eléctricas. El número de planos de distribución de tensiones viene regulado por las necesidades de tensión o voltaje de la familia de circuitos lógicos existente al nivel de las pastillas.

15 Asimismo, el miembro de base 32 contiene planos de redistribución de las tensiones eléctricas. Estos planos de redistribución proporcionan una traducción de interconexiones que es necesaria porque las patillas 20 que comunican con el mundo exterior constituyen una retícula de mayor tamaño que la retícula existente al nivel de pastilla semiconductor, según lo representado por la pluralidad de plaquitas indicadas esquemáticamente en 40 (fig.

406107



3). Asimismo, la fig. 3 ilustra la facilidad con que se hacen las interconexiones desde una pluralidad de almohadillas 44 de contacto, situadas en la superficie superior del módulo 30 de metal-vidrio, hasta la pluralidad de líneas conductivas 46. Las líneas 46 están formadas mediante etapas de deposición de metal, pero las conexiones de superficie superior pueden realizarse físicamente además mediante unión con hilos, unión por compresión térmica, etc.

El módulo 30 de metal-vidrio comprende la formación o disposición metalúrgica (abreviadamente, la "metalurgia") indicada en general con el número 48, situada en planos o niveles múltiples separados por una pluralidad de capas aislantes de vidrio 50. Las interconexiones verticales entre distintos niveles y el substrato cerámico 32 de varias capas vienen proporcionadas por una pluralidad de espigas 54.

En la fig. 2, la metalurgia del nivel superior viene designada en general con el número 56. La metalurgia 56 del nivel superior corresponde esquemáticamente a las plaquitas y las líneas conductivas indicadas en la fig. 3, como elementos 44 y 46, respectivamente. Las pastillas semiconductoras 24 están unidas a determinados caminos conductivos por un sistema metalúrgico y una conexión de soldadura blanda, ilustrados en 62 y 64, respecti

406107



vamente.

Para poder efectuar alteraciones o cambios técnicos la metalurgia 56 del nivel superior está provista de plaquitas 68 destinadas al efecto, a las que se denominará aquí plaquitas de alteración técnica. Fundamentalmente, las plaquitas de alteración técnica 68 comprenden un material más blando que el de la propia metalurgia 56. Por consiguiente, la presión de seccionamiento aplicada en la superficie superior de la metalurgia 56 del área de la plaquita 68 rompe la línea de metal. Se dispone entonces de variantes de circuito o cambios técnicos haciendo para ello otra conexión: por ejemplo, uniones con hilos. Sólo se representa una plaquita 68 de cambio técnico; sin embargo, en la práctica real habría numerosas plaquitas localizadas por toda la metalurgia de la capa superior. Las plaquitas 68 pueden estar hechas de un material tal como un polímero de poliimida que amortigüe toda fuerza de seccionamiento, impidiendo así que se dañe la superficie de la capa superior de vidrio; pero su existencia no es absolutamente necesaria en todos los casos.

Como se describe más concretamente con referencia a la fig. 5, existen métodos alternativos para personalizar la metalización de la capa superior a fin de efectuar con facilidad cambios y anulaciones técnicos. La fig. 5 ilustra específicamente un plan de anulación o su-

406107



presión de cromo, pero resultan igualmente adecuados los que se hagan a base de simple corte mecánico o con laser.

5 El paquete global resultante está destinado a funcionar en un ambiente refrigerante adecuado, determinado por el número de pastillas, las necesidades de energía eléctrica y las características de transmisión de calor de los disipadores de ensayo 26 individuales unidos a sus respectivas pastillas 24.

10 En la forma de realización preferida, el módulo de metal-vidrio 30 contiene un plano de señales X e Y, un plano de redistribución, un plano de distribución de tensiones, y un plano de interconexiones al nivel superior y un plano de cambios técnicos.

15 Para lograr un máximo de utilización y rendimiento de una sola superficie plana, se emplean planos de X e Y. Es decir, en un plano ortogonal, esencialmente la totalidad de la metalurgia se deposita en una determinada dirección; y en el otro plano ortogonal, la metalurgia se deposita en una dirección que forma ángulo recto con la del plano con ella relacionado.

20 Las figs. 4A y 4B ilustran una forma preferida de realización de un procedimiento para fabricar el módulo de metal-vidrio indicado en general en 30 en las figs. 1 y 2.

25 Etapa 1:

6.10.72.

406107



Un cuerpo cerámico 80 dotado de vías conductivas 82 se lapea en plano a un espesor prefijado. En la forma de realización preferida, el espesor global de la pieza cerámica 30 de varios niveles (figs. 1 y 2) es aproximadamente de 1,98 mm  $\pm$  0,076 mm. Es necesario lapear la superficie superior 84 hasta dejarla plana dentro de 2 1/2 a 5 micras. El lapeado se ejecuta con una suspensión de carburo de boro, y luego se limpia el cuerpo cerámico. A este punto del proceso de tratamiento, cada una de las esquinas se corta a un ángulo de 45°, indicado en la figura 1. Este chaflán formado en cada una de las esquinas facilita la orientación del substrato de capas múltiples en un útil de situación de cuatro puntos. Es crítica la operación de situar en posición el substrato, particularmente en las ulteriores operaciones de fotolitografía.

Es esencial que las sucesivas etapas de deposición de vidrio en la superficie superior 84 estén exentas de contaminantes. Tras la operación de lapeado, se emplea una solución al 0,05% en agua que comprende un detergente no iónico, para lavar la superficie superior 84. Esta etapa va seguida de otras de limpieza con ultrasonidos y aclarado, usando un agente limpiador tal como el isopropanol. La selección de un detergente no iónico es importante, porque éste no es adsorbido por la superficie del material cerámico, y puede eliminarse fácilmente debido a su solubi

406107

10



lidad en el isopropanol de aclarado.

En la forma preferida de realización, el substrato cerámico es esencialmente una composición de alúmina o  $Al_2O_3$ . Ahora bien, es posible emplear otras composiciones tales como la mullita, el óxido de berilio, de magnesio u otros materiales que tengan una conductividad térmica y unas propiedades dieléctricas adecuadas.

Etapa 2:

Después de condicionada la superficie superior del cuerpo cerámico 80, se deposita en él una capa o manto cubriente 86 de metalización. Esta deposición se efectúa empleando cuatro evaporaciones secuenciales de metal por separado, que comprenden cromo-cobre-cromo-cobre. En la forma de ejecución preferida, la capa de metalización 86 comprende una capa inferior de cromo de aproximadamente 800 Ångstrom (800 Å) de espesor, una capa superpuesta de cobre de un espesor aproximado de 80.000 Å, una capa superior de cromo de aproximadamente 800 Å de grosor y una capa superior de cobre de un grosor aproximado de 10.000 Å.

Se elige el metal cromo para la capa inferior por su superior adherencia para con las superficies tanto del material cerámico como del vidrio. La capa de cobre de 80.000 Å de espesor proporciona el camino eléctrico conductivo principal, y sus dimensiones vienen principal-



mente dictadas por consideraciones de proyecto eléctrico. Se vuelve a elegir cromo para la capa superior de 800 Å de espesor por su buena adherencia para con el vidrio. Finalmente, se emplea la capa superior más alta de cobre para obtener excelentes cualidades de adherencia para las espigas de cobre que se depositan a continuación. Asimismo, la capa superior de cobre protege la capa de cromo subyacente durante la operación de ataque catódico que más adelante se describirá con mayor detalle.

10 Etapa 3:

Esta ilustra los resultados de una operación de ataque químico selectivo. Se eligen los agentes de ataque químico adecuados para obtener un diseño de metalización personalizado que comprende una pluralidad de líneas 88. La operación de ataque químico selectivo deja las líneas de metalización 88 que constituyen un sistema metalúrgico de cromo-cobre-cromo-cobre, y sólo una delgada capa de cromo 90 en las regiones eliminadas por el ataque. Esta delgada capa de cromo 90 se emplea en la etapa 4 como cátodo para un tratamiento galvánico utilizado para depositar las espigas de cobre.

20 Etapa 4:

Para depositar una espiga conductiva en los lugares deseados, se aplica un material en lámina 94, fotolitográfico o de fotorreserva, encima del diseño conducti

406107



1972

vo 88 y de la capa de cromo 90. Con métodos usuales de ex  
posición y lavado se obtienen unas aberturas en los lugar  
res deseados. A continuación, utilizando la capa de cromo  
90 como cátodo, se depositan galvánicamente unas espigas  
5 de cobre 96 en las aberturas seleccionadas. Después de la  
operación de recubrimiento galvánico, se eliminan el mater  
ial de fotorreserva 94 y la capa catódica de cromo 90, con  
arreglo a métodos ya conocidos.

Es importante mantener la uniformidad de las al  
10 turas de espiga 96 en el transcurso del procedimiento gal  
vanotécnico. Si las alturas de espiga están por debajo de  
un mínimo de altura, es necesario eliminar una cantidad  
de vidrio excesiva en una operación sucesiva de lapeado,  
a fin de dejar al descubierto la espiga más corta. Se nec  
15 cesita una superficie plana de vidrio, en la cual termine  
quedando al descubierto la extremidad de cada una de las  
espigas 96, para poder efectuar la conexión eléctrica y  
proseguir con el tratamiento ulterior, esto es, el fotog  
20 ráfico. La altura mínima de las espigas antes del lapead  
o debe ser por lo menos igual al grosor mínimo de capa  
dieléctrica requerido, a fin de controlar convenientement  
te la impedancia del paquete.

Etapas 5:

Después de quitar la capa de fotorreserva 94 y  
25 la capa catódica de cromo 90, y la capa superior de cobre,

406107



se deposita una suspensión de vidrio en el substrato cerámico 80. La capa superior de cobre da una superficie de buena adherencia para la aplicación por galvanotecnia de las espigas de cobre verticales. Ahora bien, en las áreas  
5 donde no vayan espigas, la capa de cobre superior se quita por ataque químico de modo que la capa superior de cromo quede al descubierto, para obtener una buena adherencia para la deposición de la capa dieléctrica o aislante superpuesta asociada, de vidrio. En esta etapa del procedimiento, la capa de vidrio 98 comprende una suspensión de  
10 vidrio que puede depositarse, por ejemplo, por aplicación con una espátula o por atomización. La suspensión está hecha de un vidrio en polvo con un tamaño de partículas de 3 a 5 micras en un medio de suspensión, tal como el terpineol. A fin de obtener las características físicas y dieléctricas deseadas para la capa de vidrio aislante, es importante hacer la suspensión de vidrio en forma de dispersión homogénea y uniforme.

Para producir una capa de vidrio exenta de burbujas, la suspensión de vidrio se seca a 125°C durante un  
20 tiempo de 15 a 20 minutos hasta eliminar el medio portador o de suspensión, y se cuece primeramente en un ambiente gaseoso, tal como el hidrógeno, que sea soluble en la capa de vidrio 98, y a continuación se cuece en un ambiente gaseoso como, por ejemplo, el nitrógeno o el argón,  
25

406107



que sea insoluble en la capa de vidrio 98.

Más concretamente, la capa o suspensión de vidrio 98 cocida se lleva a una temperatura de sinterización, a la cual la viscosidad del vidrio sea aproximadamente de  $10^6$  poises, en un ambiente de hidrógeno y durante un período o intervalo de tiempo suficiente para permitir que las partículas de vidrio se sintericen formando una masa exenta de poros. A continuación, el ambiente gaseoso se cambia de hidrógeno a nitrógeno, y la temperatura de sinterización se mantiene en el ambiente de nitrógeno hasta haberse difundido de la capa de vidrio 98 hacia fuera una cantidad de hidrógeno suficiente para prevenir la sobresaturación de hidrógeno en el vidrio durante las sucesivas etapas de enfriamiento. Tal sobresaturación conduce a la nucleación de burbujas en el vidrio.

Como el hidrógeno es soluble en la capa de vidrio 98 seleccionada, inicialmente ésta llega a saturarse de gas hidrógeno. Para eliminar el gas hidrógeno sin crear burbujas en la estructura de capa de vidrio maciza final o resultante, se sustituye como ambiente gaseoso el hidrógeno por gas nitrógeno, u otro gas cualquiera que tenga una solubilidad en el vidrio apreciablemente menor que la del hidrógeno. A esta temperatura, el hidrógeno contenido en la capa de vidrio se expone a un ambiente gaseoso exterior que no tenga gas hidrógeno y también que posea una



solubilidad apreciablemente menor en el material particular de vidrio seleccionado. Como consecuencia, el hidrógeno contenido en el vidrio se difunde rápidamente al exterior de la capa de vidrio, saliendo de ella con una elevadísima fuerza de impulsión a medida que pasa a una fase gaseosa de encima de la superficie de la capa de vidrio. La capa de vidrio queda así empobrecida o completamente despojada de todo hidrógeno gaseoso a la temperatura seleccionada.

El período del caldeo cíclico no es crítico, y en gran parte viene determinado por las limitaciones de equipo o de horno. Se han obtenido buenos resultados con ciclos enteros de caldeo de sólo 20 minutos.

El factor significativo en la etapa de cochura es la temperatura. Teniendo en cuenta las características particulares del vidrio, es necesario que el vidrio sea cocido en el intervalo de su temperatura de sinterización. Si la temperatura de sinterización se sobrepasa apreciablemente, el vidrio empieza a refluir, y alcanza un estado de extremadamente poca viscosidad. Una condición como ésta es totalmente inaceptable, porque durante la cochura de las capas de vidrio que se depositan sucesivamente se producen interrupciones o disrupciones completas de las espigas y los diseños metalizados subyacentes. Ahora bien, la presente invención permite cocer el

406107



OCT. 1972

5 vidrio es un estado de sinterización o de gran viscosidad, y de ese modo hace posible la fabricación de un paquete de capas múltiples de gran calidad, exento de burbujas y con un número cualquiera conveniente de planos metalizados se parados.

10 Se desea aquí dar al término "vidrio" su acepción más amplia posible, ya que la composición particular de éste es rigurosamente cuestión de proyecto y de selección, dentro del espíritu del presente invento. En la forma de realización preferida, se elige la composición CORNING 7070.

15 Para impedir que se agriete cada capa de vidrio, es necesario tener en cuenta su coeficiente de dilatación térmica respecto al substrato cerámico subyacente. En la forma de realización preferida, el substrato cerámico consta esencial o principalmente de una composición de alúmina,  $Al_2O_3$ . Por consiguiente, es necesario tener en cuenta el coeficiente de dilatación térmica del material de vidrio seleccionado respecto al substrato del tipo de alúmina, 20 porque las capas de vidrio macizo han de mantenerse en un estado de compresión para prevenir el agrietamiento, especialmente cuando estén expuestas a continuos ciclos térmicos de caldeo y enfriamiento. Por consiguiente, en la forma de realización preferida, se elige un material de vidrio que tenga un coeficiente de dilatación térmica infe-



rior al del sustrato cerámico diferente o desemejante que lo sostiene. Así, tras la cochura y enfriamiento iniciales de la primera capa 98, el sustrato cerámico se halla en un estado de tensión, y la capa de vidrio 98 se halla en un estado de compresión. Estas tensiones mecánicas particulares son fácilmente calculables y controlables, ya que básicamente están relacionadas con las oscilaciones térmicas del procedimiento y con el espesor y el tamaño de los materiales que en él intervienen y, por lo tanto. El coeficiente de dilatación en discrepancia o de inadaptación viene fijado por las propiedades conocidas del material.

Etapas 6:

Después de enfriada la capa 98 hasta el estado sólido, es necesario acondicionar la superficie superior, antes de las etapas sucesivas. Como se ilustra en la etapa 6, la capa 98 se lapea hasta obtener una superficie superior plana 100. La operación de lapeado desempeña tres funciones: primordialmente, la de habilitar una superficie plana absolutamente necesaria para las sucesivas etapas fotolitográficas. Además, permite un control exacto del espesor de la capa 98, y deja al descubierto las espigas de conexión. En algunos casos, según se ha visto, la operación de lapeado crea unas fisuras submicroscópicas en la superficie superior 100.

406107



17  
1972

Por lo tanto, la superficie superior puede volver a ser sometida a cochura, para eliminar las fisuras. A continuación, a fin de asegurar una excelente adherencia de las películas ulteriormente aplicadas por evaporación, se expone la superficie superior 100 a un ácido adecuado como, por ejemplo, el ácido fluorhídrico, durante un breve intervalo de tiempo. Ahora bien, se sobrentiende que, en algunos casos, las etapas secuenciales del ataque con ácido fluorhídrico y la nueva cochura pueden omitirse.

5

10

Etapas 7:

Después de condicionada la capa 98 hasta formar una superficie superior 100 adecuada, se ejecutan cuatro etapas secuenciales de evaporación de metal, para depositar una capa o manto de metal 102 que comprende cromo, cobre, cromo, cobre. Esta etapa es idéntica a la anteriormente descrita con respecto a la etapa 2.

15

Etapas 8:

Esta etapa ilustra la personalización selectiva de la metalurgia de segundo nivel, idéntica a la anteriormente descrita en la etapa 3. El resultado de esta operación deja un diseño selectivo de metalización indicado en 104, y una capa catódica de cromo 106.

20

Etapas 9:

A continuación se ejecutan unas etapas idénticas a las descritas en las etapas 4 a 6 inclusive, a fin

25

406 107



27 Oct. 1972

5 de depositar una segunda capa de interconexión que comprenda un diseño metalizado 104 de segundo nivel y unas espigas 108 de segundo nivel, y una capa aislante de vidrio 110 de segundo nivel. Tras la etapa 9, el procedimiento es repetible para así obtener un número cualquiera de niveles convenientes de metalización.

10 Los diseños metalizados 104 comprenden una capa de cromo-cobre-cromo en las áreas desprovistas de espigas. Esto es, la capa superior de cobre protege a la capa superior de cromo durante la eliminación del cátodo 106 por ataque químico. Ahora bien, una vez eliminado el cátodo 106, se quita la capa superior de cobre de las áreas desprovistas de espigas, a fin de obtener una superficie de cromo que posea superiores cualidades de adherencia para  
15 con su capa de vidrio asociada.

20 El paquete de metal-vidrio resulta particularmente económico en contraste con otros conceptos de empaquetado, porque sólo es necesario fabricar el número de niveles múltiples requerido por el sistema particular. Por otra parte, en otros sistemas de empaquetado de niveles múltiples, suele necesitarse a menudo un número mínimo de niveles, debido a exigencias del procedimiento, independientemente de que sea o no necesario en absoluto ese gran número de niveles múltiples para el sistema eléctrico de  
25 que se trate en particular.

6.10.72.

406107



Hay que insistir de nuevo en que el nuevo método de la presente invención permite formar sucesivas capas de vidrio y metal sin interrumpir los niveles inferiores de metalización, debido al hecho de que la temperatura de cocción no hace refluir el vidrio, porque éste se mantiene dentro del intervalo de temperaturas de sinterización. Es más, aun cuando el presente procedimiento y la estructura resultante se pongan en fabricación a una temperatura de cocción que normalmente produciría una capa de vidrio defectuosa por burbujas, el problema se evita en virtud de la singular etapa, única en su género, de cocción en ambientes gaseosos.

Con referencia ahora a la fig. 4B, se ilustran en ella las etapas 10 a 14 inclusive, empleadas para fabricar la superficie superior del paquete de metal-vidrio.

Etapa 10:

La etapa 10 ilustra la capa de vidrio 120 inmediata a la más alta o superior, dotada de un diseño de metalización 122 conectado a unas espigas inferiores 124 y unas espigas superiores 126. Estos elementos se fabrican, aquí también, con arreglo al método anteriormente descrito en las etapas 1 a 9 inclusive.

Además, se elige para la capa de vidrio 130 más alta un material del tipo de vidrio que tenga distintas propiedades que las capas de vidrio subyacentes. En la for



ma preferida de realización, se emplea un procedimiento de reflujo de soldadura blanda (soldadura de estaño) para unir las pastillas semiconductoras a su metalurgia de nivel superior. Según se ha visto, en estas circunstancias, una capa superior de vidrio que tenga las mismas propiedades que las capas de vidrio subyacentes da lugar algunas veces al agrietamiento de la capa más alta. Por consiguiente, en la etapa 10 se deposita por bombardeo iónico o de otro modo, en la capa de vidrio 120 adyacente, una capa de tipo vítreo 130 que comprenda un material de cuarzo u otro material vítreo de tipo adecuado que tenga un coeficiente de dilatación térmica inferior al de las capas de vidrio subyacentes. El cuarzo posee un coeficiente de dilatación térmica todavía inferior al de las capas de vidrio subyacentes, y de ese modo la capa superior 130 se mantiene en un estado de compresión aún mayor que el de las capas de vidrio subyacentes. Para depositar la capa más alta o superior 130 se usan métodos habituales de bombardeo de cuarzo. Después de depositada la capa 130, se acondiciona su superficie superior 132 para obtener las cualidades de superficie deseadas, y se forman las aberturas 134, 136 y 138.

Etapa 11:

A continuación se ejecuta una etapa de formación de depósito de metalización al vacío, a fin de pro-

406107



5 longar la espiga superior 126 de la izquierda hasta la su-  
perficie de la capa superior de cuarzo 130. Asimismo, se  
deposita selectivamente una plaquita 140 de cambios técni-  
cos, en la superficie superior 142. La plaquita 140 sirve  
de amortiguador para los cambios técnicos sucesivos, una  
vez poblado de pastillas el paquete entero.

Etapas 12 y 13:

10 A continuación, se deposita una mascarilla 144  
de fotorreserva de tipo usual sobre la capa superior de  
cuarzo 130, a fin de exponer selectivamente los diseños  
de metalización deseados. Se efectúa luego una deposición  
de metal para formar un diseño selectivo metalizado, del  
cual se ilustra una parte en 146. La estructura resultan-  
te se ilustra en la etapa 13. Aquí también, el diseño de  
15 metalurgia 146 puede comprender un sistema apropiado cual-  
quiera, y en la forma de realización preferida está cons-  
tituido por una combinación de metales cromo-cobre-cromo-  
cobre.

Etapa 14:

20 La etapa 14 ilustra la deposición para obtener  
un par de rellanos o áreas de contacto de pastilla 150 y  
152. En la forma de ejecución preferida, los rellanos de  
pastilla 150 y 152 comprenden cada uno un sistema metalúr-  
gico de cromo-cobre-oro. Aun cuando no se indica, se em-  
25 plean a continuación métodos de reflujo de soldadura ya

6.10.72.

406 107



Oct. 1972

5 conocidos para unir las plaquitas de pastilla a sus respectivos diseños de rellano de pastilla, como se indica en 150 y 152. La unión de pastillas usando el procedimiento de reflujo de soldadura se ilustra en las patentes de EE.UU. números 3.374.110, 3.429.040 y 3.495.133, todas ellas de Miller y cedidas al mismo cesionario de la presente in vención.

10 La fig. 5 ilustra una forma alternativa de realización de la metalurgia de nivel superior anteriormente indicada en la etapa 14 de la fig. 4B. La capa superior de vidrio 160 contiene una pluralidad de espigas obtenidas por galvanotecnica, indicadas en 162. Un plano de metalización sobre la capa de vidrio inmediata a la superior comprende las capas de cromo-cobre-cromo 164, 166 y 168, res pectivamente. En esta forma de ejecución, se emplea para la capa de metalización más alta un criterio o enfoque de supresión de cromo.

15 Primeramente, se aplica por evaporación una capa o manto de cobre de 1500 Å de espesor, encima de la superficie superior 170 de la capa de vidrio 160. A continua ción, se efectua una operación de ataque químico a fin de obtener una pluralidad de islotos de cobre, de los cuales se representa uno en 172. Como el cobre no se adhiere al vidrio tan bien como el cromo, la línea de metalización es fácilmente seccionable en este punto, usando un instrumen

406 107

10 U



to afilado, siempre que se desee una desconexión selectiva de elementos de circuito.

5 Después se deposita encima de la superficie superior cubriéndola, una capa de cromo seguida de una capa de cobre. Luego, una operación de ataque químico selectivo define la metalización de la superficie superior y los rellanos de pastilla. La capa de cromo 173 y la capa de cobre 174 representan las capas de metalización, y la capa de cromo 175 y la capa de cobre 176 dan las dos capas de metalización más inferiores para los rellanos de pastilla.

10 A continuación, en una operación de niquelado galvánico, usando una mascarilla de fotorreserva y el cátodo de cromo (no representado, pero anteriormente estudiado), se depositan unas capas de níquel 178 y 179.

15 Luego, se aplican por galvanotecnia las capas de oro 182 y 184, usando la misma mascarilla que en la etapa precedente. Después, se eliminan el material de fotorreserva y el cátodo de cromo (no representado).

20 La capa de estaño-plomo 187 se aplica secuencialmente por evaporación a través de una mascarilla metálica, en los emplazamientos de las áreas de contacto de plaqueta de pastilla solamente. Finalmente, se coloca una pastilla 190, dotada de plaquetas de pastilla, en posición sobre los emplazamientos de rellano de pastilla, y se efectúa la unión usando para ello métodos de soldeo por reflu

406107

14 MAR 1975



jo ya conocidos.

Si bien la invención se ha descrito y representado en particular con referencia a las formas preferidas de ejecución de la misma, se sobrentiende para las  
5 personas versadas en la materia que pueden hacerse en ellas los indicados y otros cambios de forma y de detalles sin por ello salirse del ámbito ni apartarse del espíritu de la invención.

Esta solicitud, que corresponde a las presentadas en Estados Unidos de América, el 27 de Agosto de  
10 1971, bajo los números 175.529 y 175.530, se acoge a los beneficios del Artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

15

- REIVINDICACIONES -

20

Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los que se recogen en las reivindicaciones siguientes:

25

1ª.- Un procedimiento para la fabricación de mó

10-3-75

- 31 -

406107

14



5 dulos de múltiples capas de circuitos integrados de vidrio y metal, caracterizado porque comprende las operaciones de depositar una primera capa de vidrio sobre un substrato, aplicar un diseño de conductores eléctricos de metal, depositar una segunda capa de vidrio, calentar el paquete completo en una atmósfera de un gas soluble en el vidrio, y calentar el paquete en una atmósfera de un gas no soluble en el vidrio.

10 2ª.- Un procedimiento según la reivindicación 1ª, caracterizado porque se mecaniza la superficie de al menos la primera capa de vidrio a fin de proporcionar una base plana para la recepción del diseño de conductores eléctricos.

15 3ª.- Un procedimiento según la reivindicación 1ª, caracterizado porque se prepara el diseño conductivo por deposición en fase de vapor de capas de cromo, cobre, cromo y cobre en este orden, y por eliminación mediante ataque químico de las superficies que no son necesarias como conductor.

20 4ª.- Un procedimiento según la reivindicación 3ª, caracterizado porque se depositan galvánicamente espigas conductoras de cobre en los puntos conductivos que deberán unirse con el plano conductivo situado debajo a través de la capa de vidrio superior.

25 5ª.- Un procedimiento según la reivindicación

406107. 14 MAR 1975



1ª, caracterizado porque se aplica la primera capa de vidrio depositando una papilla de vidrio pulverizado en un agente de suspensión, secando la papilla y sinterizando a continuación.

5                   6ª.- Un procedimiento según la reivindicación 5ª, caracterizado porque la sinterización se efectúa a una temperatura a la que la viscosidad del vidrio asciende sustancialmente a  $10^6$  poises, durante un tiempo que es suficiente para la unión exenta de poros de las partículas de vidrio.

10                   7ª.- Un procedimiento según la reivindicación 6ª, caracterizado porque se sinteriza el vidrio en una atmósfera de hidrógeno, se cambia el hidrógeno por nitrógeno y se enfría a continuación.

15                   8ª.- Un procedimiento según la reivindicación 1ª, caracterizado porque se utiliza una clase de vidrio cuyo coeficiente de dilatación térmica es más bajo que el del sustrato.

20                   9ª.- Un procedimiento según la reivindicación 1ª, caracterizado porque para la capa de vidrio superior aplicada en último lugar se utiliza una clase de vidrio cuyo coeficiente de dilatación térmica es más bajo que el de la capa o capas situadas debajo.

25                   10ª.- Un procedimiento según la reivindicación 1ª, caracterizado porque para las distintas capas se uti-

406107

14 MAR 1975



lizan clases de vidrio cuyos coeficientes de dilatación térmica son más bajos en cada capa recién aplicada que en la capa precedente.

5 11ª.- Un procedimiento según la reivindicación 2ª, caracterizado por lapear, calentar a una temperatura en las inmediaciones de la temperatura de sinterización y atacar químicamente la superficie del vidrio.

10 12ª.- Un procedimiento según la reivindicación 3ª, caracterizado por aplicar sobre la capa de vidrio superior unas plaquitas de alteración técnica de un material que es más blando que el metal del diseño conductivo, así como por preparar el diseño conductivo de tal manera que ciertos conductores estén guiados a través de sendas plaquitas de alteración técnica.

15 13ª.- Un procedimiento según la reivindicación 12ª, caracterizado porque se utiliza polímero de poliámi da para las plaquitas de alteración técnica.

20 14ª.- Un procedimiento según la reivindicación 12ª, caracterizado porque se utiliza cobre para las plaquitas de alteración técnica.

15ª.- UN PROCEDIMIENTO PARA LA FABRICACION DE MODULOS DE MULTIPLES CAPAS DE CIRCUITOS INTEGRADOS DE VIDRIO Y METAL.

25 Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y

406 107.



14 MAR. 1975

para los fines que se han especificado.

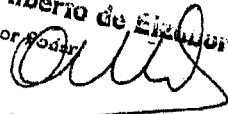
Esta Memoria consta de treinta y cinco hojas es  
critas a máquina por una sola cara.

5

Madrid,

P.A.

14 MAR. 1975

Alberio de Eizagueru  
Por Poder  


10-3-75  
jui

---

406107

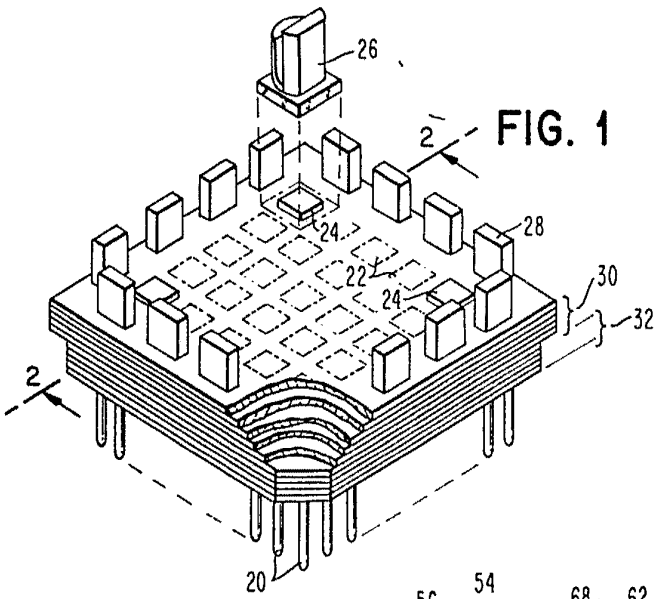


FIG. 1

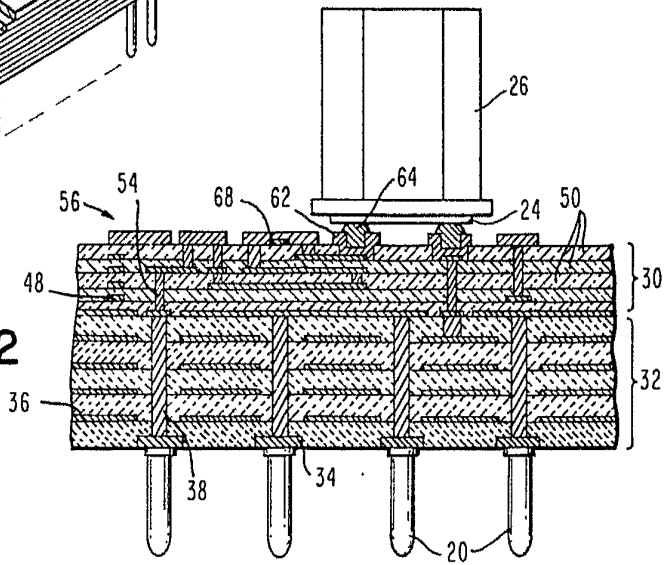


FIG. 2

FIG. 3

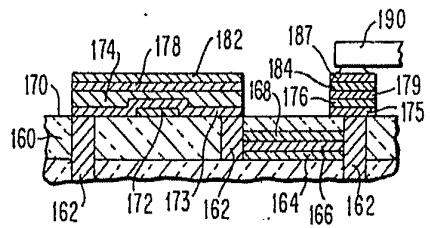
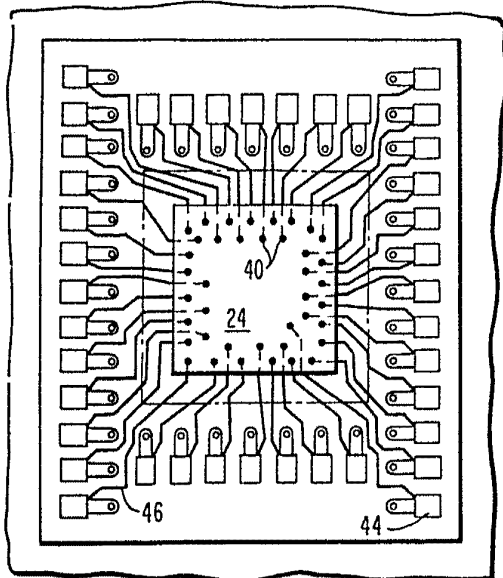


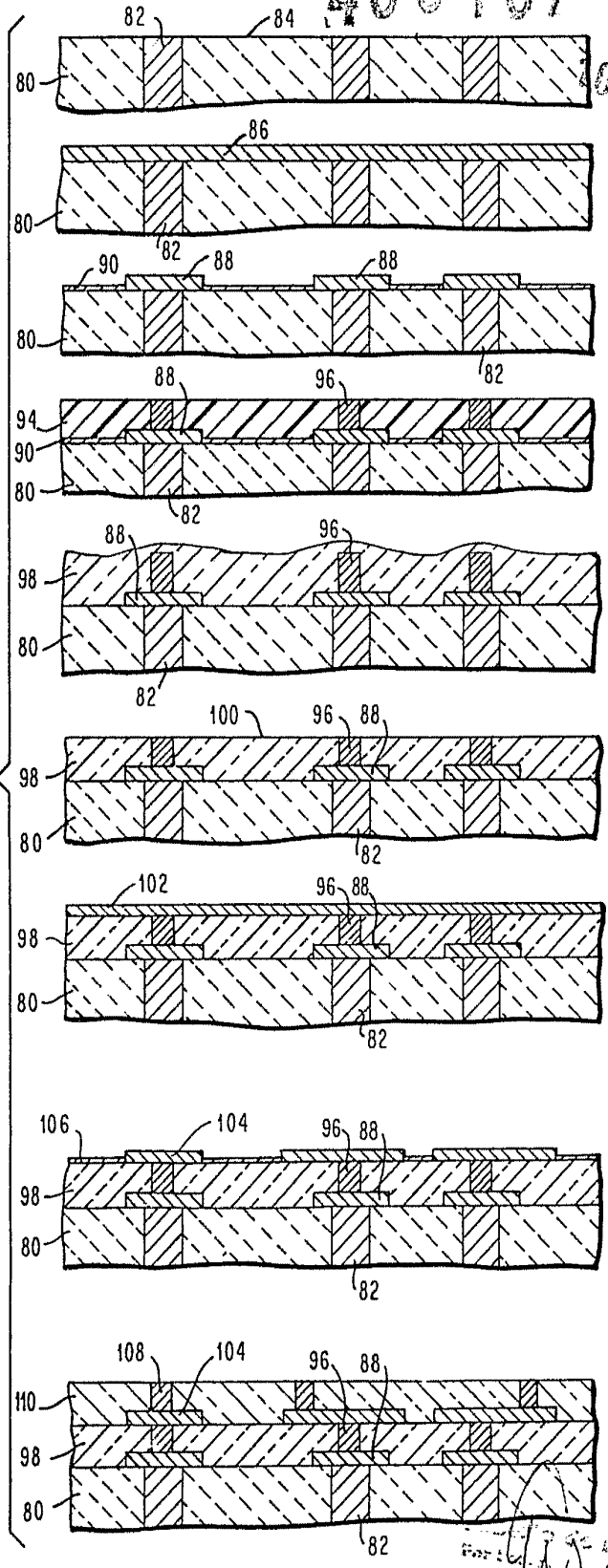
FIG. 5

*Handwritten signature or initials.*

406107



FIG. 4A



*[Handwritten signature]*

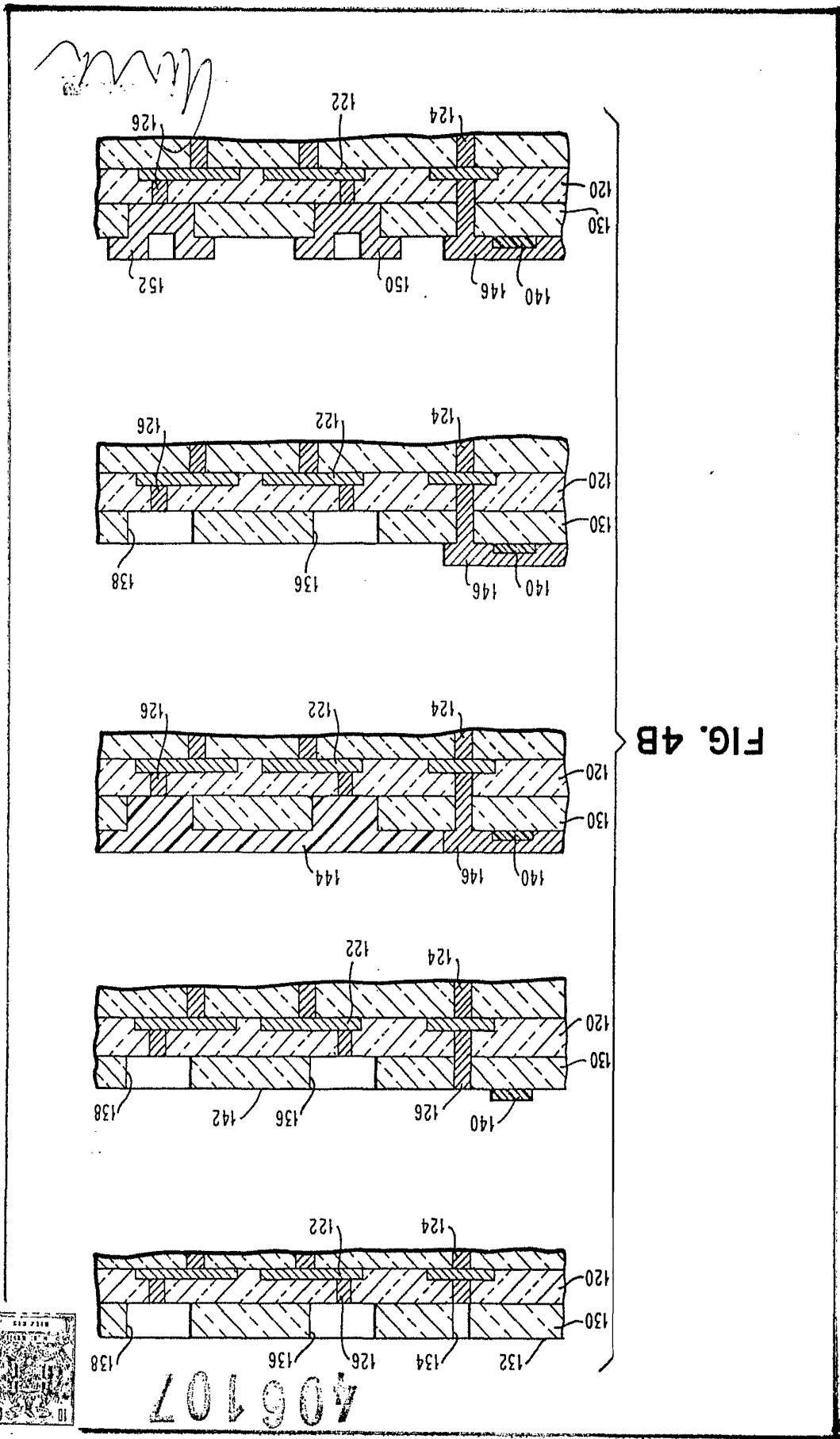


FIG. 4B

406107

