



PATENTE DE INVENCION

---

---

Br. 51484/65

---

334058

## *Memoria Descriptiva*

*sobre:*

"PERFECCIONAMIENTOS EN LA CONSTRUCCION DE  
MICRO-RESISTORES DE PELICULA DELGADA".

---

*Solicitante:* THE MARCONI COMPANY LIMITED, entidad inglesa,  
residente en : English Electric House, Strand,  
LONDRES, W.C.2., Inglaterra.

---

Este invento se refiere a micro-resistores de película delgada, y a métodos para fabricarlos, o sea, a resistores adecuados para utilizarse en máquinas calculadoras y otros aparatos en los que es importante

5. reducir el tamaño de los circuitos lo más posible, y



que están constituidos por películas conductoras muy delgadas dispuestas sobre soportes aislantes.

5. El objeto principal de este invento, es proporcionar micro-resistores de película delgada que tengan un bajo coeficiente de resistencia por temperatura, o sea lo más próximo a 0 que pueda conseguirse.

10. Otro objeto importante de este invento es proporcionar micro-resistores perfeccionados de bajo coeficiente de resistencia por temperatura, y que proporcionen contactos buenos y seguros para la película que constituye el verdadero resistor.

15. Se tropieza con dificultades considerables para satisfacer de modo económico los requerimientos prácticos que se imponen a los micro-resistores de película delgada. Es importante que tengan un bajo coeficiente de resistencia por temperatura. Es también importante que se proporcionen contactos seguros y buenos a la película que constituye el verdadero resistor, y esto es difícil de conseguir. Otros requerimientos para los micro-resistores, son que sean reducidos, duraderos, estables y razonablemente próximos a los valores de resistencia predeterminados. Este invento proporciona el modo de satisfacer estas condiciones o exigencias, de modo sencillo y económico.

25. De acuerdo con una característica especial de este invento, un micro-resistor de película delgada comprende, sobre una base aislante de sostén, una película fina depositada de tantalio y esto mezclado con uno o más metales elegidos del grupo constituido por níquel, cobre, plata, platino y paladio, siendo tal el

30.



grado o proporción de la mezcla que reduzca a 0 aproximadamente, el coeficiente de resistencia por temperatura de la película mezclada. Con preferencia el metal mezclado o incorporado, es el níquel.

5. De acuerdo con otra característica de este invento, una película delgada comprende sobre una base de sostén aislante, una película delgada depositada de tantalio que se mezcla o incorpora con un metal o metales elegidos del grupo constituido por molibdeno, iridio, rutenio y osmio.

10. El tantalio puede depositarse primero, con preferencia por pulverización en una atmósfera inerte, y el metal de mezcla o incorporación puede aplicarse a continuación, con preferencia, también por pulverización en una atmósfera de gas inerte. Como variante, el tantalio y el metal mezclado o incorporado, pueden depositarse juntos, también, con preferencia, por pulverización en una atmósfera inerte.

15. Un material adecuado para la base de sostén, es el silicio oxidado, sobre la superficie del cual se sostiene el verdadero resistor.

20. Un método preferido para la construcción de un micro-resistor de acuerdo con este invento, comprende las etapas de pulverizar tantalio sobre una base aislante de sostén, en una atmósfera inerte, pulverizar níquel en una atmósfera inerte sobre el tantalio, y luego oxidar térmicamente a una temperatura a la que el níquel se difunda en el interior del tantalio. La presión, temperatura y tensión aplicadas durante la etapa de pulverización del níquel, determinan en gran
- 25.
- 30.



parte la cantidad del níquel que se incorporará en el tantalio. Las cifras prácticas pero no limitativas para esta etapa son: presión, 35 micrones; temperatura de la base de sostén durante la pulverización, 200°C; y tensión, 2 a 3 KV. La difusión del níquel en el tantalio, éste es, la mezcla del tantalio con el níquel, no solamente reduce el coeficiente de resistencia por temperatura, sino que además "reviene" y por tanto estabiliza el tantalio y produce sobre el mismo un óxido protector. Con preferencia, la oxidación se realiza por oxígeno seco ya que así resulta de una estabilidad muy buena.

Otro método para la fabricación de un microresistor de acuerdo con este invento, comprende las etapas de pulverizar tantalio y níquel juntos en una atmósfera inerte sobre una base aislante de sostén, y luego el oxidar, térmicamente, con preferencia mediante oxígeno seco. En este caso, la oxidación térmica, oxida la capa superior de la película depositada y produce la difusión del níquel de esta capa oxidada al interior del material inferior.

Un método, de acuerdo con este invento, para la preparación de un resistor de película delgada, incluye las etapas de pulverizar una capa delgada de tantalio sobre una cara de una base de sostén; de pulverizar una segunda capa delgada de níquel sobre dicha capa de tantalio; de depositar por evaporación una tercera capa delgada de aluminio sobre el níquel después de su depósito; de eliminar por ataque la capa de níquel excepto en y cerca de superficies predeterminadas



- de contacto donde hayan de dejarse contactos; de eliminar por ataque superficies predeterminadas de la capa de tantalio que se hayan expuesto por la eliminación por contacto de la capa de níquel, a fin de
5. dejar una parte de la capa de tantalio de forma y dimensiones deseadas, prolongada entre dichas superficies de contacto, y de oxidar térmicamente.
- En una modificación del método inmediato anterior, primero se deposita una delgada capa de aluminio por evaporación rápida sobre una base de sostén
10. fría, en buenas condiciones de vacío (menos de  $10^{-5}$  torr), en las superficies en las que se precisen contactos, y antes de pulverizar sobre la capa de tantalio, la capa de níquel que se pulveriza sobre el tantalio, y la capa superior de aluminio que se pulveriza
15. sobre dicha capa de níquel, dispuesta sobre el espacio formado por la capa inferior de aluminio por encima del soporte o base de sostén, a fin de asegurar la continuidad eléctrica entre los contactos y el verdadero
20. resistor de tantalio. Es posible emplear para la capa anterior un metal distinto del aluminio, a condición de que sea un metal buen conductor que proporcione un buen contacto eléctrico con el tantalio. Así, por ejemplo, es posible depositar una delgada capa de cromo sobre la base de sostén, depositar cobre sobre el cromo,
25. y a continuación depositar el tantalio sobre el cobre. El empleo de una capa inferior de aluminio, sin embargo, es en la actualidad muy preferido. Una aplicación importante de este invento, es la disposición de resistores en las partes superiores de, por ejemplo, estruc-
- 30.



- turas de circuitos combinados del tipo silicio, y en tales casos la base de sostén de un resistor, de acuerdo con este invento, estará constituida por una superficie de silicio revestida con óxido sobre la cual ha de formarse el resistor. El aluminio depositado sobre una superficie de esta índole, se adhiere enérgicamente al óxido y forma un buen contacto de baja resistencia con el silicio y, consiguientemente la elección del aluminio para la capa inferior ofrece la ventaja práctica importante de hacer el resistor bien adecuado para su incorporación en una estructura de circuitos acoplados del tipo de silicio.
- 5.
- 10.

- Con preferencia, en todos los casos, la capa delgada de tantalio se pulveriza en una atmósfera inerte (con preferencia argon) a baja presión con la base de sostén a temperatura elevada (alrededor de 200°C, resulta práctica) y la capa inmediata se pulveriza sobre el tantalio en la misma atmósfera y al cabo de pocos segundos de la operación de pulverización del tantalio. La etapa o etapas de eliminación por ataque, puede realizar de modo en esencia conocido protegiendo por un proceso de foto-resistencia las superficies que no han de eliminarse por dicho procedimiento, y aplicando éste a las superficies restantes.
- 15.
- 20.

- Con preferencia, todas las etapas de oxidación se realizan con oxígeno seco.
- 25.

El resistor completo puede someterse finalmente a un tratamiento térmico en oxígeno a 400-450°C aproximadamente.

- Este invento se representa en los dibujos
- 30.



adjuntos que representan distintos medios de fabricación de resistores, de acuerdo con este invento. Necesariamente, las figuras son solamente esquemáticas con espesores de películas muy exagerados y sin intención de representarlos a escala o escala relativa.

5. Con referencia a las figuras, un disco de silicio, base de sostén, por ejemplo, de 2,54 cm de diámetro y 0,25 cm de espesor, se limpia, se pule ópticamente y se oxida en una atmósfera oxidante adecuada -por ejemplo, de vapor u oxígeno- para formar en aquél una capa de óxido de alrededor de 1 micrón de espesor. A continuación se pulveriza una capa de tantalio sobre una cara del soporte o sostén, a una presión reducida, en una atmósfera, por ejemplo, de argón, de unos 30 micrones. Un espesor adecuado para esta capa, es de unos  $100 \text{ \AA}$  y, en la práctica, esta capa puede obtenerse por pulverización durante 1,5 a 2,5 minutos. En la misma atmósfera, y con el menor retraso posible -después de un retardo con preferencia no superior a pocos segundos- se deposita una segunda capa de níquel sobre el tantalio, por pulverización. Esta capa, en la práctica, tendrá de 500 a 2000  $\text{\AA}$  de espesor y podrá depositarse convenientemente en unos 5 minutos. La extensión de la difusión del níquel en el tantalio puede en estas condiciones alterarse, si se desea, elevando la temperatura del dispositivo para obtener el grado deseado de difusión. El dispositivo se coloca luego en una cámara de vacío, y se deposita por evaporación una tercera capa de aluminio
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.



sobre el níquel, a un espesor de por ejemplo, 5000 a 10000 Å, las figuras 1 y 2 son vistas perpendiculares entre sí que representan esquemáticamente el dispositivo en esta etapa de fabricación; 1 es el soporte o sostén de silicio oxidado, 2 la capa de tantalio, 3 la capa de níquel, y 4 la capa de aluminio.

Los depósitos de níquel y aluminio se retirarán luego excepto en las áreas de contacto deseadas C (ver figura 3), por cualquier proceso foto-resistente de eliminación por ataque, bien conocido, o sea proporcionando un material de revestimiento foto-resistente, exponiéndolo a la luz a través de una máscara o protector de forma adecuada, revelando para dejar el material resistente al ataque sobre las superficies C y atacando por un material de ataque adecuado, tal como ácido fosfórico para el aluminio y un material de ataque constituido por persulfato amónico en ácido nítrico y ácido clorhídrico para el níquel.

Otro procedimiento en general análogo de foto-resistencia y ataque, es el aplicado para eliminar el tantalio excepto en una tira estrecha R (ver figura 3) entre las superficies de contacto C. Un reactivo adecuado de ataque para el tantalio es una solución débil de ácido fluorhídrico y ácido nítrico, en ácido acético.

El modelo de ocultación o protección se elige de tal modo que las superficies de contacto prolongadas C (figura 3) por él protegidas, constituyen las conexiones a alguna otra parte de la combinación de circuitos, en la que ha de incluirse el resistor.



- El dispositivo se trata a continuación térmicamente con una temperatura de alrededor de 400 a 450°C, en una atmósfera de oxígeno. Esto oxida térmicamente la superficie de tantalio, estabiliza la estructura del resistor de tantalio, y "ajusta" su valor de resistencia, haciendo gradualmente superior la profundidad o espesor de la formación de óxido. Durante esta etapa del procedimiento, la resistencia del dispositivo se mide a intervalos y la etapa se termina cuando se consigue la resistencia deseada. Las figuras 3 y 4 son vistas esquemáticas perpendiculares entre sí del resistor terminado, con las capas de óxido sobre el aluminio y el tántalo indicadas en OA y OT respectivamente, en la figura 4.
- En el proceso anterior, el níquel se difunde en el tantalio y el efecto de ello es, a la vez, reducir el coeficiente de resistencia por temperatura y aumentar la estabilidad de la estructura de tantalio. Además, si el níquel se pulveriza sobre el tantalio sin un retraso suficientemente prolongado para que este último forme una capa de revestimiento de óxido, se obtiene un excelente contacto entre estos dos metales. (La formación de óxido, en este momento del proceso, sobre el tántalo, se opone a la obtención del buen contacto deseado). El níquel y el aluminio se difunden uno en otro proporcionando el buen contacto entre estos dos metales, y aunque puede formarse un óxido muy delgado sobre el níquel, el aluminio superpuesto por evaporación, es suficientemente reactivo para dar lugar a una reducción satisfactoria del óxido. Además,
- 5.
  - 10.
  - 15.
  - 20.
  - 25.
  - 30.



aunque el tratamiento térmico final en oxígeno produce un revestimiento de óxido sobre el aluminio éste constituye una capa auto-protectora e impide que el oxígeno penetre en el níquel y el tantalio, debajo de dicho aluminio.

- 5.
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.
- En una modificación que constituye un método preferido de fabricación, y se representa en las figuras 5 y 6 (que son cortes esquemáticos) primero se disponen los delgados depósitos 5 de aluminio en el soporte 1 donde han de dejarse las superficies de contacto. Estos depósitos se depositan por evaporación rápida sobre un soporte frío o enfriado, en un vacío de menos de  $10^{-5}$  torr. Si se obtienen de este modo, el ulterior pulverizado y ataque del tantalio no dará lugar al deterioro del aluminio previamente depositado, y se obtiene un buen contacto eléctrico dado que el tantalio reduce la superficie de óxido del aluminio. A continuación se pulveriza el tantalio 2 sobre el aluminio; sobre el tantalio se pulveriza o espolvorea una capa de níquel 3; y luego se dispone por evaporación una segunda capa 4 de aluminio. Las dos capas superiores (aluminio y níquel) se atacan químicamente para su eliminación<sup>en</sup> y cerca de las superficies de contacto, y el tantalio entre las superficies de contacto se elimina por ataque químico para dejar un resistor de tantalio (con algo de níquel difundido en él) de dimensiones deseadas entre los contactos. La capa superior 4 de aluminio y la capa de níquel se dejan permanecer con preferencia, después del ataque químico, prolongadas sobre los "pasos" formados por los bordes de los



- depósitos de aluminio 5, con objeto de conseguir una buena continuidad sobre los bordes relativamente delgados, de este modo obtenidos. Si los primeros depósitos de aluminio 5 se colocan correctamente del modo
5. antes descrito, no experimentarán deterioro durante el ulterior ataque químico del tantalio. Todo el resistor se trata por fin térmicamente en una atmósfera oxidante, y ésto hace que el níquel se difunda en el tantalio. La figura 5 representa el resultado del método
10. todo antes de las etapas de ataque químico, y la figura 6 muestra el resultado después de dichas etapas. Se observará, en la figura 6, que el soporte 1 con su aluminio inferior 5 se prolonga en ambos extremos más allá del resto del resistor, de tal modo que las partes
15. prolongadas del aluminio 5 son asequibles para realizar las conexiones al resistor.

- En otro método modificado, que se representa en la figura 7, se omite la capa superior 4 de aluminio, el método, por lo demás, es tal como se describe con referencia a las figuras 5 y 6, excepto que el níquel (que, en este método, es solamente una capa muy delgada) no necesita ataque químico separado, atacándose en una sola etapa con el tantalio sobre el cual se deposita. En la figura 7 los depósitos de aluminio
20. 5 se representan con bordes interiores biselados que, desde luego, pueden obtenerse por un procedimiento de ataque adecuado. Estos depósitos, claro está, podrían emplearse en el método de las figuras 5 y 6. El resistor final representado en la figura 7, es un resistor
25. continuo de tantalio mezclado con níquel. El procedi-
- 30.



- miento de la figura 7, tiene la valiosa ventaja de que las condiciones de pulverización del tantalio y del metal de mezcla o incorporación (níquel) pueden elegirse fácilmente de tal modo que el resistor puede hacerse de mejor estabilidad y de menor coeficiente de resistencia por temperatura, dado que estas condiciones pueden elegirse independientemente de las condiciones en que se forman los contactos.
- 5.

- N O T A -

10. Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarlo en la práctica, debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas, son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental.
15. También se hace constar que el invento corresponde a una solicitud de patente presentada en Inglaterra, con fecha 3 de diciembre de 1965, bajo el N° 51484/65, acogiéndose por lo tanto, a los beneficios que conceden los Convenios Internacionales en vigor, siendo lo que constituye la esencia del referido invento y por lo que se solicita Patente de Invención, por 20 años en España: "PERFECCIONAMIENTOS EN LA CONSTRUCCION DE MICRO-RESISTORES DE PELICULA DELGADA"; caracterizándose por lo siguiente:
- 20.
25. 1ª.- Perfeccionamientos en la construcción de micro-resistores de película delgada, caracterizados porque se deposita sobre una base de sostén aislante, una película delgada de tantalio mezclado con un metal o metales elegidos del grupo constituido por
30. níquel, cobre, plata, platino y paladio siendo tal el



grado de mezcla que se reduce a cero aproximadamente el coeficiente de resistencia por temperatura de la película mezclada.

5. 2ª.- Perfeccionamientos, según la reivindicación 1ª, caracterizados porque se deposita sobre una base de sostén aislante, una película delgada de tantalio que se mezcla con níquel, siendo tal el grado de mezcla, que se reduce a cero aproximadamente el coeficiente de resistencia por temperatura de la película mezclada.
- 10.

- 3ª.- Perfeccionamientos, según la reivindicación 1ª, caracterizados porque se deposita sobre una base de sostén, una película delgada de tantalio mezclado con un metal o metales elegidos del grupo constituido por molibdeno, iridio, rutenio y osmio, siendo tal el grado de la mezcla que reduce aproximadamente a cero el coeficiente de resistencia por temperatura de la película mezclada.
- 15.

- 4ª.- Perfeccionamientos, según cualquiera de las reivindicaciones 1ª a 3ª, caracterizados porque se disponen una serie de contactos en cada uno de ellos constituido por una capa de metal depositada sobre y difundida en una superficie de la película.
- 20.

- 5ª.- Perfeccionamientos, según las reivindicaciones 2ª y 4ª, caracterizados porque los contactos se constituyen con capas de aluminio depositadas sobre la parte superior del níquel.
- 25.

- 6ª.- Perfeccionamientos, según la reivindicación 2ª, caracterizados porque se disponen depósitos de aluminio por debajo del tantalio en y cerca de donde
- 30.



han de estar los contactos.

5. 7<sup>a</sup>.- Perfeccionamientos, según las reivindicaciones 1<sup>a</sup> a 6<sup>a</sup>, caracterizados porque la base de sostén es silicio oxidado en la superficie de apoyo del verdadero resistor.

10. 8<sup>a</sup>.- Perfeccionamientos, según las reivindicaciones 1<sup>a</sup> a 3<sup>a</sup>, caracterizados porque se pulveriza primero el tantalio sobre la base de sostén, en una atmósfera inerte, luego se pulveriza el metal de mezcla en una atmósfera inerte, y luego se oxida térmicamente.

15. 9<sup>a</sup>.- Perfeccionamientos, según las reivindicaciones 1<sup>a</sup> a 3<sup>a</sup>, caracterizados porque se pulveriza el tantalio y el metal de mezcla juntos, en una atmósfera inerte, y luego se oxida térmicamente.

20. 10<sup>a</sup>.- Perfeccionamientos, según la reivindicación 2<sup>a</sup>, caracterizados porque se pulveriza el tantalio sobre una base de sostén aislante, en una atmósfera inerte; se pulveriza níquel, en una atmósfera inerte sobre el tantalio; y luego se oxida térmicamente a una temperatura en la que el níquel se difunda en el tantalio.

25. 11<sup>a</sup>.- Perfeccionamientos, según la reivindicación 2<sup>a</sup>, caracterizados porque se pulverizan tantalio y níquel juntos, en una atmósfera inerte sobre una base de sostén aislante, y luego se oxida térmicamente.

30. 12<sup>a</sup>.- Perfeccionamientos, según las reivindicaciones anteriores, caracterizados porque incluyen las etapas de pulverizar una delgada capa de tantalio



5. sobre una cara de una base de sostén; de pulverizar una segunda capa delgada de níquel sobre dicha capa de tantalio; de depositar por evaporación una tercera capa delgada de aluminio sobre el níquel; de eliminar por ataque químico la capa de níquel, excepto en y junto a las superficies predeterminadas de contacto, en las que han de dejarse contactos; de eliminar por ataque químico superficies predeterminadas de la capa de tantalio que han quedado expuestas por
10. la eliminación por ataque químico de la capa de níquel, con objeto de dejar una parte de la capa de tantalio, de forma y dimensiones deseadas, prolongándose entre dichas superficies de contacto, y de oxidar térmicamente.
15. 13ª.- Perfeccionamientos, según las reivindicaciones 10ª y 11ª, caracterizados porque se deposita primero una delgada capa de aluminio por evaporación rápida sobre una base de sostén por lo menos fría, sometida a un buen vacío, en las superficies donde han
20. de disponerse los contactos, y antes de pulverizar el tantalio.
25. 14ª.- Perfeccionamientos, según la reivindicación 12ª, caracterizados porque primero se deposita una delgada capa de aluminio, sobre la base de sostén, en las superficies donde se precisan los contactos, y antes de pulverizar la capa de tantalio, prolongándose las capas de níquel y aluminio, que se depositan después de depositar la capa de tantalio sobre los pasos formados por la capa inferior de aluminio, para asegurar
30. la continuidad eléctrica entre los contactos del



tantalio.

15ª.- Perfeccionamientos, según las reivindicaciones 8ª a 14ª, caracterizados porque la oxidación se realiza mediante oxígeno seco.

5.

16ª.- "Perfeccionamientos en la construcción de micro-resistores de película delgada"; tal y como queda substancialmente descrito en la presente Memoria e ilustrado en los dibujos que se acompañan.

10.

Esta Memoria consta de dieciseis hojas, escritas a máquina por una sola cara.

Madrid,

THE MARCONI COMPANY LIMITED,

J. GOMEZ ACEBO Y MODET  
p. p. Firmado: F. Hernández Ruiz

2 DIC. 1906

FIG 1

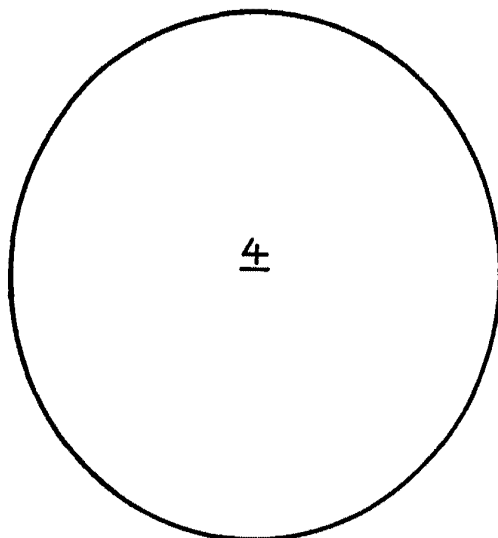


FIG 2

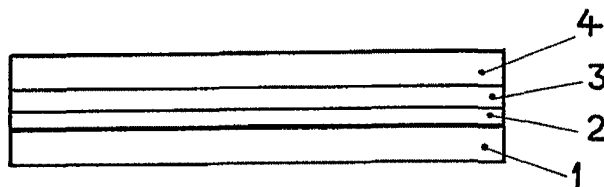


FIG 3

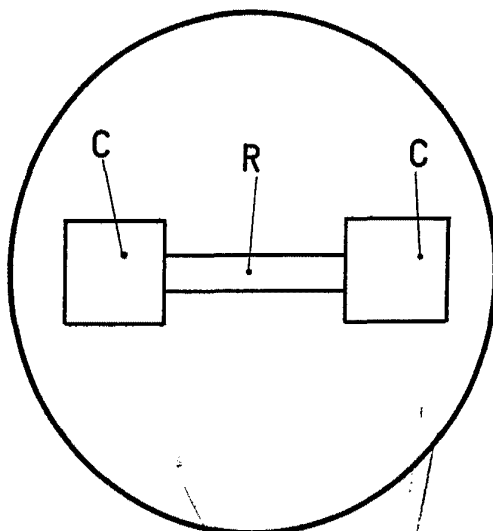
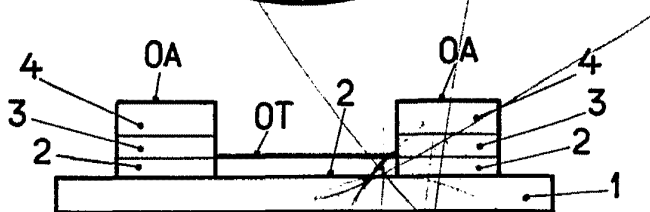


FIG 4



ESCALA VARIABLE

MADRID.  
THE MARCONI COMPANY LIMITED

J. GOMEZ AGUIRRE Y CA

P. O. Box 100, Madrid, Spain

2 DIC. 1906

2 DIC 1966

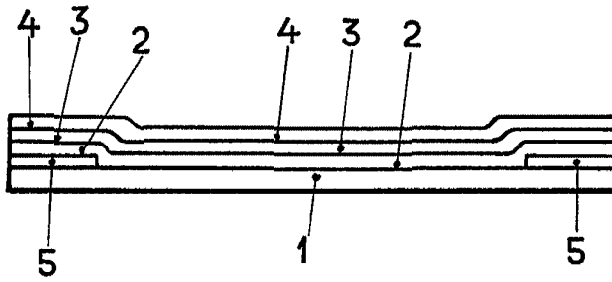


FIG 5

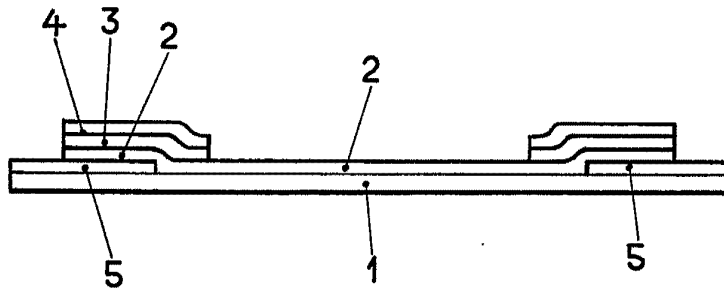


FIG 6

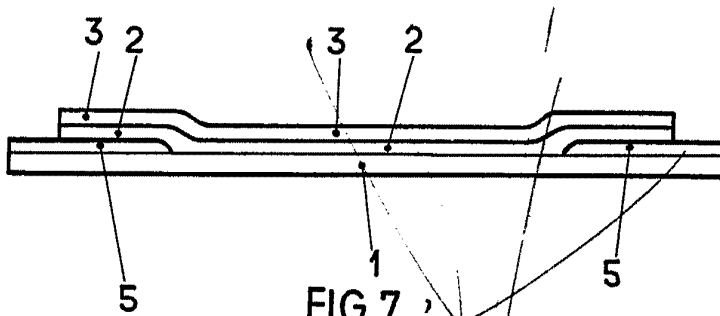


FIG 7

2 DIC. 1966

ESCALA VARIABLE

MADRID  
THE MARCONI COMPANY LIMITED  
J. GOMEZ AGRO Y PRODUCT

Dr. P. F. Fernández Retk