

IV.

328726 C. ALTMAN 2



328726

P A T E N T E D E I N V E N C I Ó N
=====

a favor de

WESTERN ELECTRIC COMPANY, INC. - de nacionalidad norteamericana -
domiciliada en n° 195, Broadway, NEW YORK, N. Y., 10007 (EE.UU.),

por :

"Perfeccionamientos en la formación de resistencias de película del-
gada".

-----:oOo:-----

M e m o r i a d e s c r i p t i v a .

Este invento se refiere a la formación de elementos resis-
tentes de película delgada, y más concretamente a los de tantalio
beta.

Esta patente está relacionada con la patente n° 325,438 so-
licitada el 31 de marzo de 1966 por la misma solicitante, la cual



se cita en la presente como referencia. El tantalio beta es un material recientemente descubierto, descrito y reivindicado en la citada solicitud, y de composición general como la de tantalio cúbico de masa centrada (tantalio normal), pero con estructura cristalina diferente.

En el sector de resistencias de película delgada, convienen mucho elementos resistentes estables a la temperatura y de gran resistividad específica.

La estabilidad a la temperatura se refiere al cambio de resistencia de un elemento resistente por efecto de una variación de temperatura. Si un elemento resistente tiene un coeficiente bajo de resistencia térmica, no fluctúa mucho esta propiedad con los cambios de temperatura.

La resistencia de un elemento resistente viene determinada por sus dimensiones físicas y su resistividad específica. Si un elemento resistente tiene una gran resistividad específica, se necesitan dimensiones físicas menores para una resistencia dada. Esto permite hacer aún más pequeños los circuitos de película delgada.

La investigación ha permitido descubrir que el tantalio beta, aún siendo en sustancia de igual composición que el tantalio normal, posee un coeficiente inesperadamente bajo de resistencia térmica y una gran resistividad específica.

En consecuencia, un objeto del invento es la provisión de un elemento resistente perfeccionado de película delgada.

Otro objeto del invento es la provisión de un elemento resistente de película delgada estable a la temperatura.

Otro objeto más de este invento es la provisión de un elemento resistente de capa delgada con gran resistividad específica.

Con estos y otros objetos, el invento concierne a la formación de elementos resistentes de película delgada que comprenden un

- 3 328726



substrato no conductor y una película delgada de tantalio beta aplicado sobre el mismo, configurándose dicha película delgada para obtener un trayecto de resistencia determinada entre sus extremos.

5 El invento se comprenderá mejor por la descripción que sigue, referida al dibujo anexo, en el cual indican :

La figura 1, una perspectiva de un elemento resistente de película delgada obtenido según el invento; y

La figura 2, una sección ampliada en perspectiva, por la línea 2-2 de la figura 1.

10 El tantalio beta se distingue muy bien del tantalio normal por su estructura cristalina, que puede observarse, por ejemplo, empleando técnicas de difracción de rayos X.

Una figura de difracción de rayos X para un material determinado se representa en notación convenida mediante una relación de espacios d en orden decreciente de magnitudes, habitualmente expresadas en unidades angström (Å). Cada espacio d en un material particular es la distancia en Å entre planos individuales de cristal de una serie de planos paralelos.

20 Como es bien sabido, el término "espacio d " se deriva de la ley de Bragg, $\lambda = 2d \sin \theta$, donde λ es la longitud de onda de la radiación reflejada por planos paralelos de cristal; θ , el ángulo de incidencia (ó de reflexión) de la radiación, y d , la distancia entre los planos paralelos de cristal.

25 Como cada material cristalino tiene una figura única de difracción de rayos X, comparando el de un material desconocido con los de materiales conocidos, por ejemplo, según se relacionan en listas publicadas de difracción de polvos, es posible identificar cualitativamente el material desconocido. Como el tantalio beta posee una figura única de difracción de rayos X, con esta técnica es posible su identificación positiva. En X-Ray Metallography, de A. Taylor,

30



publicado en 1961 por John Wiley & Sons Inc., págs. 154-158 y 160-161, se discuten figuras de difracción de rayos X y su utilidad como indicios singulares para identificar materiales.

5 La tabla I comprende todos los espacios \underline{d} que se han observado en tantalio beta.

T A B L A I

	$\underline{d\text{\AA}}$	$\underline{d\text{\AA}}$	$\underline{d\text{\AA}}$
	5,38	2,15	1,37
10	4,75	2,06	1,332
	2,80	1,96	1,29
	2,67	1,77	1,240
	2,62	1,59	1,210
	2,49	1,56	1,172
15	2,36	1,53	1,10
	2,32	1,46	1,03
	2,25	1,442	1,01
	2,21	1,405	

20 Los espacios \underline{d} de la tabla I son una compilación de los observados por diferentes técnicas. Todos ellos se pueden observar por mediciones directas en películas expuestas a rayos X difractados por una muestra de tantalio beta. Pueden emplearse diversas técnicas para exponer las películas de donde se toman directamente
25 medidas. Por ejemplo, la muestra se mantiene fija mientras se exponen las películas, ó se hace oscilar aquélla. Un gran número de los espacios \underline{d} relacionados se obtienen por difracción. Estudios del tantalio beta por difracción de electrones confirman también muchos de los espacios \underline{d} anotados en la tabla I.

30 En la tabla II se enumeran espacios \underline{d} que se estiman como



particularmente exactos, y se han confirmado mediante dos ó más técnicas distintas.

T A B L A II

	$\frac{\rho}{dA}$	$\frac{\rho}{dA}$	$\frac{\rho}{dA}$
5	5,38	2,15	1,240
	4,75	2,06	1,210
	2,67	1,77	1,172
	2,49	1,442	
10	2,36	1,405	
	2,32	1,332	

La patente n° 325,438 antes mencionada, compara la composición del tantalio beta con la del tantalio normal. Los resultados de tal comparación indican que no hay diferencia de composición general entre ambos tantalios. Sin embargo, la investigación ha revelado que el tantalio beta posee ciertas propiedades muy útiles, no presentes en el tantalio normal.

Por ejemplo, la resistividad específica del tantalio beta resulta ser casi una magnitud mayor que la del tantalio normal en masa, que es de unos 12 microhm-cm. En películas delgadas de tantalio normal, la resistividad específica es algo mayor que la del tantalio normal en masa, entre 24 y 50 microhm-cm. En cambio, las películas delgadas de tantalio beta tienen una resistividad específica no menor de 160 microhm-cm. Empleando las condiciones de sublimación descritas en la citada patente para depositar una película de tantalio beta en una máquina de vacío en cadena, la resistividad del tantalio beta depositado varía entre 160 y 280 microhm-cm. Pero se han observado valores mucho más altos en diferentes condiciones de sublimación.

Además, se ha descubierto que el tantalio beta tiene un coeficiente

328726

JUN



ficiente de resistencia a la temperatura mucho más bajo que el del tantalio normal. Éste, en masa, tiene un coeficiente de resistencia a la temperatura de + 0,0037 a + 0,0038 por °C, ó, en notación equivalente, de + 3700 a + 3800 ppm por °C. Empleando esta última notación, las películas delgadas de tantalio normal tienen un coeficiente de resistencia a la temperatura de + 500 a + 1000 ppm/°C. En cambio, el de las películas delgadas de tantalio beta varía entre + 100 y -100 ppm/°C.

En las figuras 1 y 2 se presenta un elemento resistente, designado en general por -11-, y que consta de un substrato no conductor -12- con líneas resistivas configuradas 13-15. El substrato no conductor -12- puede ser de vidrio, cerámica u otro material adecuado. Las líneas resistivas 13-15 presentan cualquier configuración; por ejemplo, la línea -13- es recta, mientras que son tortuosas las líneas -14- y -15-.

Como es bien sabido, la resistencia de un elemento resistente dado es función de las dimensiones físicas y la resistividad específica de su línea resistiva. Esta relación se puede expresar por la fórmula $R = \rho l / wt$, donde R es la resistencia, ρ la resistividad específica, l la longitud, t el espesor, y w la anchura de la línea resistiva.

Por ejemplo, la resistencia R de un elemento resistente de tantalio normal, con resistividad específica ρ de 50 microhm-cm, longitud l de 9 cm., espesor t de 2000 Å ($2,0 \times 10^{-5}$ cm), y anchura w de 0,015 cm, es de 1500 ohmios. En contraste, la resistencia R de un elemento resistente de tantalio beta con iguales dimensiones es de 6000 ohmios, con una resistencia específica ρ de 200 microhm-cm. En consecuencia, son mucho menores las dimensiones físicas de un elemento resistente de película delgada de tantalio beta con igual resistencia que otro similar de tantalio normal.

328726 21



Además los elementos resistentes de tantalio beta varían mucho menos de resistencia al fluctuar la temperatura. El cambio de resistencia (ΔR) se expresa por la fórmula $\Delta R = \alpha R \Delta T$, donde α es el coeficiente de resistencia térmica, R la resistencia a una temperatura arbitraria de base, y ΔT el cambio de temperatura a partir de la de base. Si ésta última se supone de 0 °C, ΔT es sencillamente la temperatura del elemento resistente.

Por ejemplo, el cambio de resistencia ΔR de un elemento resistente de 5000 ohmios de tantalio normal, con un coeficiente de resistencia α a la temperatura de + 500 ppm/°C, es de 250 ohmios para un cambio de temperatura ΔT de 100 °C. En contraste, el cambio de resistencia ΔR de un elemento resistente de 5000 ohmios de tantalio beta, con un coeficiente de resistencia α a la temperatura de + 100 ppm/°C, es de 50 ohmios para un cambio de temperatura ΔT de 100 °C. Es decir, que los elementos resistentes de película delgada de tantalio beta son mucho más estables a la temperatura que los de tantalio normal.

Como la resistencia de elementos resistentes es función de sus dimensiones físicas, es necesario configurar de modo adecuado una línea resistiva para obtener la resistencia que interesa. Una técnica muy apropiada para configurar una línea resistiva de tantalio beta comprende depositar una película continua de tantalio beta sobre un sustrato no conductor.

Las condiciones de sublimación se exponen en la patente ya mencionada n° 325,438, para depositar esa película continua de tantalio sobre un sustrato en una máquina de vacío en cadena. Las películas de tantalio beta depositadas son uniformes y adherentes, adecuadas para la manufactura de elementos resistentes.

El espesor de las películas continuas puede regularse por el tiempo que se expone un sustrato a un dispositivo de sublimación.



Para configurar una línea resistiva con una película continua del espesor adecuado, basta sólo adaptarlo a la longitud y la anchura deseadas a partir de la película continua. Esto es fácil por procedimientos corrientes de fotocorrosión.

5 Al producir esquemas de circuito, ó en este caso, configurar líneas resistivas, mediante fotocorrosión, se aplica a la película continua una emulsión ó protección fotosensible, que se calienta luego en estufa para que fragüe. A continuación se expone a la luz ultravioleta a través de una plantilla que es un negativo del esquema de circuito deseado. Las zonas exentas de protección se polimerizan con la luz ultravioleta, para que resistan el ataque de disolventes y ácidos; luego se sumerge la protección en un disolvente, que elimina el material no expuesto. La protección se calienta de nuevo para eliminar el disolvente que quede y endurecerla.

10 15 Aplicando a la película continua un ácido adecuado, las zonas protegidas por el revestimiento polimerizado se dejan sobre el substrato, y se eliminan las no protegidas. De este modo, con una película continua pueden formarse esquemas de circuito, ó, como en este caso, líneas resistivas configuradas.

20 25 Puede emplearse cualquier protección adecuada, como la KMER (Kodak metálica anticorrosiva) y la KPR (Kodak fotográfica). Una mezcla de silano y tolueno constituye un disolvente adecuado para uso con KMER y KPR. El tantalio beta se ataca fácilmente con una mezcla de ácidos nítrico y fluorhídrico, de igual modo que el tantalio normal.

30 Las dimensiones efectivas de un elemento resistente se pueden reducir también después de configurar una línea resistiva adecuada, convirtiendo una parte de ella en óxido. Un procedimiento adecuado de anodización se describe en la patente de EUA 3.148.129 y sirve para anodizar elementos resistentes de tantalio beta y para

328726

21 JUN.



fabricarlos de gran precisión.

Despues de configurar las líneas resistivas que interesan con la película continua, se depositan metales en el substrato a fin de completar el circuito y disponer zonas de contacto para aplicar conductores. Los metales empleados deben combinar buena adherencia, gran conductividad y resistencia a la oxidación atmosférica. Es típica la deposición de una aleación de níquel y cromo directamente en el substrato para obtener buena adherencia, y a continuación, una película de cobre que proporcione gran conductividad y soldabilidad. Finalmente, se agrega una película de oro, que protege contra la oxidación. Estos metales se pueden depositar sucesivamente por evaporación a través de una plantilla adecuadamente preparada.

Las placas de contacto 17-19 ilustran el modo de emplear esas zonas de metal. La placa de contacto -17-, por ejemplo, termina la línea resistiva -13-, y forma una zona a la cual se suelda un conductor -21-. Las placas de contacto -18- y -19- terminan las líneas resistivas -13- y -14-, y forman zonas adecuadas para fijar conductores -21- y conectar entre sí dichas líneas. Los entendidos en la materia comprenderán que es posible agrupar como mejor convenga las citadas líneas.

Tambien sirve cualquier técnica adecuada para producir líneas resistivas configuradas de tantalio normal cuando hayan de hacerse de tantalio beta. Por ejemplo, se puede depositar tantalio beta sobre un substrato a través de una plantilla que defina el diseño deseado; esto elimina la necesidad de quitar las porciones sobrantes de una película continua mediante fotocorrosión. Además, es posible depositar en una película continua placas de contacto y conexiones internas de circuito, y retirar despues por fotocorrosión el material sobrante.



328726

N O T A

Se reivindica como objeto de la presente patente :

5 1. - Perfeccionamientos en la formación de resistencias de película delgada, compuestos de un sustrato no conductor, un par de contactos espaciados, y un elemento resistente de película delgada aplicado sobre el sustrato y configurado para determinar una línea resistiva de valor determinado entre los contactos; caracterizados por hacer el citado elemento resistente de tantalio beta.

10 2. - Perfeccionamientos en la formación de resistencias de película delgada.

Esta memoria consta de diez páginas, escritas por una sola cara.

BARCELONA,

21 JUN. 1966

P. A.



FIG. 1

21

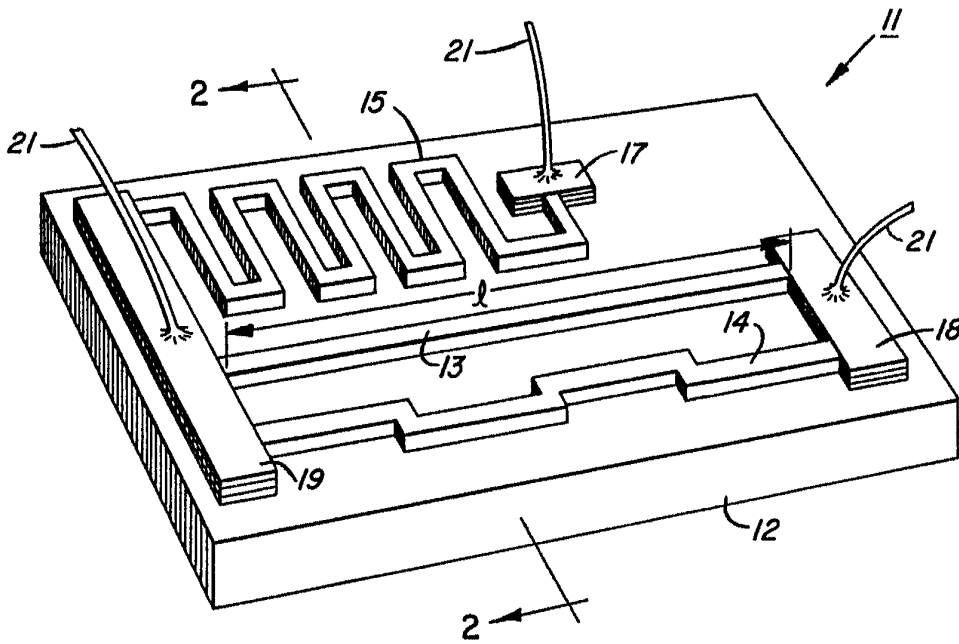
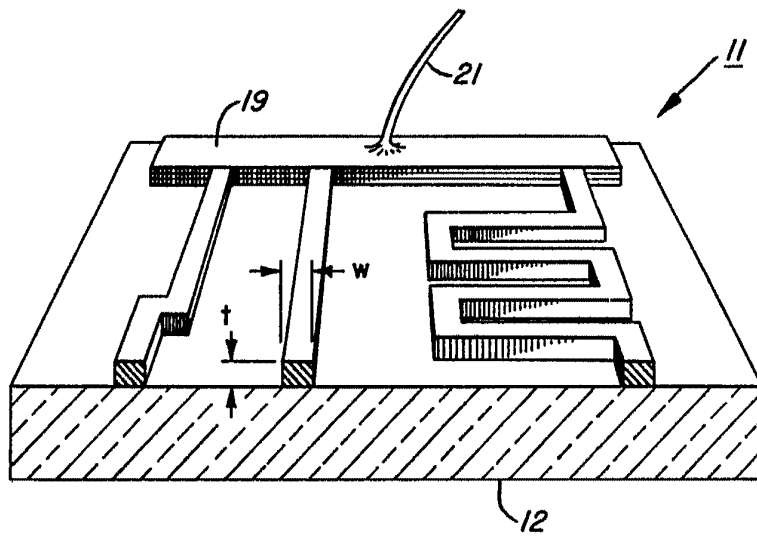


FIG. 2

328726



2.4.
2