

JE.

261288

20 S



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

a favor de

WESTERN ELECTRIC COMPANY, INCORPORATED, de nacionalidad norteamericana, domiciliada en NEW YORK (E.U.) 195 Broadway

por:

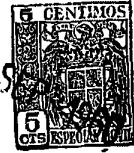
"Procedimiento para la fabricación de resistencias eléctricas de película metálica, de gran exactitud".

=====

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

Este invento se refiere a un método para fabricar resistencias de precisión, de película metálica.

Un método ampliamente utilizado para reducir el tamaño de aparatos eléctricos es el de substituir por los llamados circuitos impresos, las conexiones corrien-



tes.

Hasta ahora, las resistencias corrientes de circuitos impresos consistían en un despliegue de líneas paralelas conectadas en extremos alternos, para formar un circuito continuo. La configuración comprendía asimismo "barras de corto circuito" que servían para conectar líneas alternas, reduciendo de este modo la resistencia de la línea comprendida entre aquéllas. La resistencia se imprimía de manera que presentase una resistencia inferior al valor deseado, y el ajuste se obtenía cortando un número apropiado de las barras de corto circuito. Por la naturaleza de esta forma conocida de ajuste, las tolerancias de las resistencias así producidas eran del orden de $\pm 5\%$.

De conformidad con el presente método, se obtienen resistencias de película metálica con un margen de tolerancia de $\pm 1\%$. Una ventaja incidental del presente método es la formación de una película protectora por encima de la superficie de la resistencia, con lo que se descarta la variación subsiguiente de resistencia que podría sobrevenir de otro modo a causa de contaminación de la superficie de la resistencia.

La primera fase de la producción de la resistencia conforme al invento es el depósito de una delgada capa de un metal que forme película. Para este fin sirven metales como tantalio, titanio, circonio, hafnio, aluminio y niobio. La configuración y el espesor de la capa depositada se escogen de manera que la resistencia de ésta sea menor de la que interesa en definitiva. La capa depositada se anodiza luego electrolíticamente, para



convertir parte del espesor de la capa metálica en óxi-
do, con lo que aumenta la resistencia de la capa. La
anodización continúa hasta que la resistencia de la capa
metálica alcanza el valor deseado, según indique un dis-
positivo avisador continuo. El óxido formado en la su-
perficie de la capa durante la fase de anodización sir-
ve de revestimiento protector.

El invento se puede comprender más fácilmente
con referencia a los dibujos, en los cuales indican:

La figura 1, una planta de un substrato con una
capa de metal que forma película, depositado sobre el
mismo, conforme al método del invento, y

La figura 2, un esquema de un dispositivo so-
metido a tratamiento, y que muestra la anodización de
una capa o película de metal de acuerdo con el método
del invento.

Con relación a los dibujos, en la figura 1 se
expone un substrato -1-, compuesto de uno de los mate-
riales aislantes refractarios utilizados usualmente en
la construcción de tableros de circuitos impresos que
ha depositado en el mismo dos terminales -2A- y -2B- de
un metal electroconductor, como oro, plata o cobre, y
una capa -3- de un metal que forme película, como tan-
talo. Los terminales conductivos -2A- y -2B- no son
esenciales para la práctica de este invento; sin embar-
go, se han incluido en la descripción porque suelen usar-
se en la construcción de tableros de circuito impreso.
La configuración y el espesor de la capa de tantalio -3-
se escogen de modo que su resistencia, medida entre los
terminales -2A- y -2B-, sea menor del valor deseado. De



De conformidad con el método del invento, la resistencia de la capa -3- se aumenta por medio de anodización electrolítica.

5 La anodización de la capa -3- requiere ponerla en contacto con un electrolito adecuado. Para ello, sobre el substrato -1- se ponen tiras de cinta de galvanizar para cubrir la zona que abarcan las líneas de trazos de la figura 1. Luego se construye en la cinta un dique de material plástico adecuado, como cera de abejas para confinar el electrolito e impedir que toque los
10 terminales -2A- y -2B-. En la figura 2 se representa en esquema la fase de anodización.

15 La figura 2 muestra el substrato -1-, los terminales -2A- y -2B-, y una capa de tantalio -3-. También se señalan las paredes del dique, pero se omite la cinta de galvanizar, para simplificar la exposición. El electrolito -5-, contenido por las paredes -4-, puede ser cualquiera de los anodizantes usuales, por ejemplo, una solución compuesta de agua, etilenglicol y ácido oxálico. El cátodo -6-, que está sumergido en el electrolito -5-, se prefiere de tantalio o de platino. El circuito eléctrico que conecta el cátodo -6- y el terminal
20 -2B- comprende un manantial variable de corriente continua -7-, un interruptor -8- y un amperímetro -9- dispuestos como indica la figura 2. Un avisador o monitor -10- se halla conectado a los terminales -2A- y -2B-, y proporciona una indicación continua de la resistencia de la carga de tantalio -3-.

25 La anodización de la capa -3- se inicia cerrando el interruptor -8- y aplicando una tensión reducida



de corriente continua entre el cátodo -6- y la capa -3-. La superficie de esta capa en contacto con el electrolito -5- se convierte en óxido y el grado de esta conversión puede depender directamente de la tensión aplicada. La tensión de anodización se aumenta gradualmente, manteniendo baja la densidad de corriente, hasta que el monitor -10- avise que se ha alcanzado el valor de resistencia que interesa. Se abre entonces el interruptor -8-, y queda terminada la anodización.

La precisión de las resistencias producidas de conformidad con el presente invento se debe en gran medida a la relación lineal entre la tensión de anodización y el espesor de la película anodizada. En general, se convierten unos -7- a -10- angstroms de espesor de metal por unidad de tensión de anodización, y la vigilancia continua del método del invento elimina el efecto de variables tales como temperatura y concentración del electrolito.

La película de metal se puede depositar inicialmente por salpicadura o dispersión, o bien por evaporación en vacío. Como antes se ha dicho, la configuración y el espesor de la película se determinan por el valor definitivo de resistencia que interese. El espesor inicial de la película de metal depositada se prefiere de más de 350 angstroms. Este valor se basa en dos razones: primero, el espesor de metal subsiguiente a la anodización conviene que sea mayor de 100 angstroms, para asegurar la continuidad; y en segundo lugar, conviene oxidar al menos 250 angstroms, desde el punto de vista de la facilidad de operación.

20 SEP



No hay límite superior para el espesor inicial de la película en lo que atañe al procedimiento del invento; sirve cualquiera que se avenga a la resistencia definitiva que interesa. Sin embargo, en atención a la
5 diferencia del coeficiente de expansión térmica entre el substrato y la película, se fija un máximo aproximado de 25.000 angstroms.

El procedimiento de anodización empleado en el presente invento se rige por todos los factores generalmente hallados en los métodos de anodización corrientes.
10 Puede emplearse cualquiera de los electrolitos usuales, como solución diluída de ácido nítrico, ácido bórico, ácido acético o ácido cítrico. La anodización se inicia a tensión relativamente baja, de acuerdo con las técnicas usuales. La tensión se aumenta, manteniendo la densidad de corriente, con preferencia entre 0,2 y 5 miliamperios por centímetro cuadrado. El límite superior de
15 este margen predilecto se basa en el hecho de que valores más altos dan origen a efectos térmicos apreciables que no convienen. A densidades de corriente por debajo de 0,2 miliamperios por centímetro cuadrado, el proceso de anodización lleva una marcha demasiado lenta desde un punto de vista práctico. El límite superior de
20 tensión de anodización viene a ser de 400 voltios, porque tensiones más elevadas pueden introducir efectos secundarios nocivos, tales como centelleo y corrosión. A base de esta cifra máxima, y de un ritmo de conversión de 7 a 10 angstroms por voltio, pueden convertirse en
25 óxido unos 3.000 a 4.000 angstroms de espesor de película metálica de acuerdo con este invento.
30



El método del invento facilita la producción de tableros de circuito impreso, porque todos los componentes resistivos pueden depositarse a la vez, y ajustarlos luego uno por uno. Otra ventaja del presente método es que suprime la necesidad de un control riguroso de la fase de salpicadura o deposición, ya que la resistencia inicial de la capa no es un factor de importancia. La gran flexibilidad del método del invento se refleja en el hecho de que, partiendo de una capa de alrededor de 3.000 angstroms de espesor, es posible producir elementos cuya resistencia varía de un ohmio a varios megaohmios, y la configuración de la capa se elige conforme a la resistencia definitiva que interese.

En la tabla -1- se exponen datos obtenidos al poner en práctica el presente invento. La columna 1 indica la resistencia inicial de la película de metal depositada; la columna 2, la resistencia final deseada; la columna 3, las resistencias efectivas obtenidas por anodización; la columna 4, la tensión máxima de anodización necesaria, y la columna 5, la tolerancia o diferencia por 100 entre la resistencia efectiva y la resistencia deseada.

T A B L A I.

Ejemplo	Resistencia inicial (ohmios)	Resistencia final deseada (ohmios)	Resistencia efectiva (ohmios)	Tensión máxima de anodización (V)	Tolerancia -
25	119.51	2000	2014.2	140	+0.71
	98.13	1000	1003.9	146	+0.39
	100.38	1000	1004.5	144	+0.45
	106.73	1000	1001.6	135	+0.16
30	100.52	1000	1001.9	145	+0.19
	110.12	1000	1004.4	135	+0.44



La técnica empleada en cada uno de los ejemplos 1º a 6º fué la siguiente:

En un portaobjeto de microscopio se depositó una película de tantalio del orden de 1500 angstroms de espesor, según métodos de salpicadura o dispersión co-
5 rrientes. La película de tantalio se dispuso en el vidrio de modo que sus extremos estuvieran en contacto con terminales de oro previamente formados en el portaobjeto. En éste se aplicó cinta de galvanizar para formar un
10 rectángulo, de modo que substancialmente toda la capa de tantalio quedara expuesta dentro del rectángulo. Luego se levantó sobre la cinta un dique rectangular de cera de abejas de 0,2 cm. de altura aproximadamente.

En la zona represada se vertió un electrolito compuesto de una solución acuosa de ácido oxálico, al
15 5% en peso. Un cátodo de alambre de tantalio, un generador variable de corriente continua, un amperímetro y un avisador de resistencia se conectaron substancialmente como muestra la figura 2. Se aumentó la tensión de ano-
20 dización, manteniendo la densidad de corriente entre 0,4 y 1,2 miliamperios por centímetro cuadrado. La anodización se continuó hasta que el avisador indicó que se había llegado al valor final de resistencia.

Aunque en los ejemplos ilustrativos descritos
25 se emplearon un electrolito y un metal pelicularizable específicos, debe entenderse que el presente invento puede realizarse con cualquier metal de este género y empleando cualquier medio anodizante. Debe apreciarse que el esquema representado en la figura 2 para limitar
30 la zona de contacto del electrolito es simplemente ilus-



trativo, y que sirve cualquier método equivalente, como el uso de una mascarilla fotorresistente. Los entendidos en la materia pueden introducir variaciones en el procedimiento descrito sin apartarse del espíritu y alcance de este invento.

5

N O T A

Se reivindica como objeto de esta patente:

1) Procedimiento para la fabricación de resistencias eléctricas de película metálica, de gran exactitud, caracterizado por depositar sobre un substrato una capa de un metal que forme película, con una configuración tal que un circuito eléctrico a través de esta capa, en dirección transversal a su espesor, tiene una resistencia eléctrica inferior al valor final que ha de tener la resistencia, y reducir el espesor de la capa, por anodización electrolítica, hasta que la resistencia de tal circuito sea substancialmente igual a dicho valor, según indicación de un elemento avisador o monitor.

10

15

20

2) Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque la mencionada capa se compone esencialmente de un metal elegido del grupo formado por tantalio, titanio, aluminio, niobio, hafnio y circonio.

25

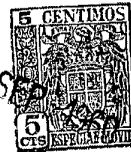
3) Procedimiento según la reivindicación 2, caracterizado porque dicha capa se compone esencialmente de tantalio.

4) Procedimiento para la fabricación de resistencias eléctricas de película metálica, de gran

- 10 -

261288

20



exactitud.

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

BARCELONA, 20 de Septiembre de 1960.

P. A.

McLure

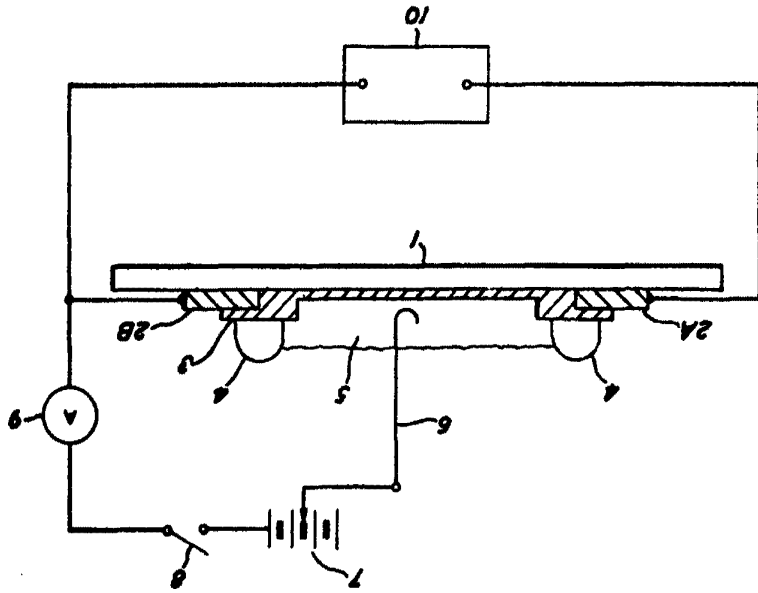


FIG. 2

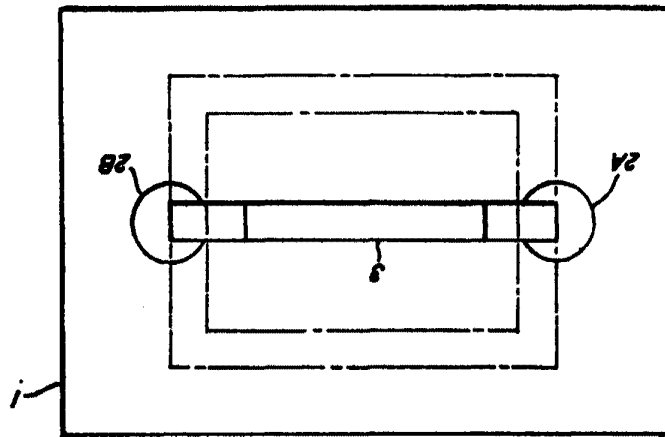


FIG. 1

261288



HOLA UNICA
Basches d. l. 1-24

WESTERN ELECTRIC CO., INC.

20 S