

20 MAY. 1963



1963

285146

MEMORIA DESCRIPTIVA

que se presenta para unir a la solicitud

de

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

formulada el 15 de febrero de 1963, con el nº 285.146

en

E S P A Ñ A

por VEINTE años

a nombre de INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION, entidad norteamericana, establecida en 590, Madison Avenue, Nueva York N.Y., Estados Unidos de América, por:

"UN METODO PARA DEPOSITAR DELGADAS REDES PELICULARES SOBRE UN SUBSTRATO".

Este invento se refiere a la técnica de deposición con vapor, y más particularmente a la deposición de redes de películas delgadas sin el empleo de máscaras.

El campo de los circuitos superenfriados (dispositivos criogénicos o superconductores) ha encontrado muchas aplicaciones nuevas en la tecnología de los computadores, y en numerosos casos el empleo de circuitos superenfriados con propiedades superconductoras ha demostrado ser más satisfactorio que los tubos de vacío, transistores, o dispositivos magnéticos corrientes. Uno

5

10



24

de los dispositivos superconductores básicos emplea-
dos en la construcción de computadores es el criotrón.
El criotrón es un dispositivo extremadamente pequeño,
barato y altamente digno de confianza. El funcionamien
to del criotrón está basado en la destrucción de la su-
perconductividad por un campo magnético, y la transi-
ción del elemento criotrón desde su estado superconduc-
tor a su estado no-superconductor (resistivo) provee
una acción de mando que encuentra amplio uso en los cir-
cuitos lógicos de los computadores digitales.

El elemento criotrón fué introducido originalmen-
te en forma de enrollamiento de alambre, pero se ha en-
contrado un uso más amplio para criotrones de película
delgada que pueden ser construídos por las técnicas de
deposición con vapor. Una descripción adicional de los
criotrones de película delgada se encuentra en la soli-
citud de Patente de EE.UU. de R.L. Garwin, no. de Serie
625.510, presentada el 30 de Noviembre de 1956 y trans-
ferida al cesionario del presente invento.

Una de las técnicas más corrientes empleadas para
la deposición de películas delgadas sobre substratos
es el procedimiento de evaporación. En este procedimien-
to, el substrato y el material fuente de formación de
la película se colocan en una campana de vidrio, cuya
presión interior se reduce a un vacío. El material
fuente se calienta entonces a una temperatura elevada
y se evapora, dando como resultado el material vapori-
zado que se dirige hacia el substrato la deposición de
una película delgada de material fuente sobre el subs-
trato. En los sistemas corrientes se coloca una máscara

285146



con forma entre la fuente y el substrato para definir la configuración del depósito sobre el substrato. El uso de máscaras con forma da lugar, sin embargo, algunas veces a que se deposite una película que no es de espesor y contenido de pureza uniformes, concentrándose las variaciones mayores en las partes marginales de la película. Esto ha llegado a conocerse ahora generalmente como problema del "efecto marginal".

Una solución al problema del "efecto marginal" se describe en la solicitud de Patente de EE.UU. de Behndt y otros, Nº de serie 855.451 presentada el 25 de noviembre de 1959 y transferida al cesionario de la presente solicitud. En esta solicitud al substrato a recubrir de un material tal como estaño se le provee primero de una monocapa de material de siembra, tal como plata. La plata se deposita a través de una máscara que define un diseño para formar lugares de nucleación en zonas escogidas, a continuación de lo cual se deposita después el material pelicular a través de una segunda máscara. Dado que el estaño tiene afinidad para la plata, "humedece" fácilmente la capa de plata y forma una película continua en cualquier sitio en que esté presente la plata. Bajo un control adecuado, esta película continua está presente solo donde se haya depositado la plata.

Con la creciente tendencia hacia la micro-miniaturización, el uso de las técnicas de deposición al vacío ha presentado problemas adicionales. La geometría de las máscaras con diseño no se realiza fácilmente cuando partes del circuito pueden tener una anchura

285146



5 media en términos de unas o más milésimas de unidades Anestrom. Aunque puede fabricarse la máscara con la rigidez y anchura de abertura necesarias, partes del material evaporado se adhiere a la máscara y alteran las dimensiones de la abertura. También, el empleo de máscaras, cuando se fabrican circuitos sobre un sustrato de gran superficie da por resultado el efecto de sombreado bien conocido que origina un espesor irregular en el material depositado y la distorsión de la configuración depositada debido a la dirección angular de las moléculas evaporadas que llegan a la máscara con diseño, la cual es de espesor finito.

10
15 Por lo tanto, es un objeto de este invento crear un método y aparato mejorados para la producción de redes peliculares delgadas.

Otro objeto del invento es la creación de un método y aparato para la producción de redes peliculares delgadas sin el uso de máscaras con diseño.

20 Un objeto adicional del invento es la creación de un método y aparato para producir redes peliculares delgadas por técnicas de deposición con vapor sin el uso de máscaras en las cuales se define el diseño sobre el sustrato por bombardeo iónico.

25 Un objeto todavía adicional del invento es la creación de un método y aparato para la producción de redes peliculares delgadas en los cuales se forma el diseño sobre el sustrato por un bombardeo con un haz iónico, mientras que la deposición deseada se efectúa por técnicas de evaporación.

30 Estas características se realizan según el pre-

3146



sente invento por la eliminación completa de máscaras de diseño en el procedimiento de deposición. Se provee una cámara de deposición, y esta cámara contiene un generador de haces iónicos, medios de deflexión para controlar según un diseño predeterminado la posición del haz iónico, una fuente usual de vapor metálico a depositar, y un substrato sobre el cual ha de hacerse el depósito. El generador iónico produce un haz iónico de un material de siembra el cual es dirigido sobre el substrato por los medios de deflexión para producir un diseño predeterminado sobre el substrato. La superficie del substrato bombardeada por el haz iónico contiene una capa monomolecular de la plata, la cual actúa como un lugar de nucleación para el vapor metálico, tal como estaño, a depositar. Después de haber sido trazado el diseño sobre el substrato, el substrato se expone a las moléculas evaporadas de la fuente de estaño. El estaño moja fácilmente la capa monomolecular de plata para formar un recubrimiento continuo uniforme sobre la misma. Las zonas del substrato que no contienen capa de siembra de plata no recibirán el depósito de estaño cuando se observen las condiciones adecuadas de presión, temperatura y velocidades de evaporación.

Los anteriores y otros objetos, características y ventajas del invento serán evidentes en la siguiente descripción, mas detallada, de una realización preferida del invento, como se ilustra en los dibujos adjuntos, en los cuales:

La figura 1 es una representación diagramática de una cámara de deposición construida según los

205243



principios del presente invento.

La figura 2 es una representación diagramática del generador iónico y del sistema de control utilizado en el presente invento, y

5 La figura 3 es una representación detallada de una parte marginal de un circuito depositado con la técnica del presente invento.

10 Los principios del presente invento serán explicados con referencia a los dibujos en los cuales la figura 1 es una representación diagramática de un sistema de deposición con vapor. La cámara de deposición, generalmente indicada por el número 1, se muestra en forma de una campana de vidrio. La cámara 1 está equipada con una bomba de vacío 3 para mantener el vacío deseado en el interior. Montado en la cámara 1 hay un generador de haces iónicos 5 que puede ser de construcción corriente como es bien conocida en la técnica. Un sistema de electrones de flexión se indica en general por el número 7, y estos electrodos son excitados y controlados por el circuito de control 9 situado exteriormente a la cámara de deposición 1.

15 Un plataforma 11, la cual está montada sobre una varilla giratoria 13 se utiliza para sostener el sustrato 15. Con la construcción ilustrada el sustrato puede exponerse al haz 17 procedente del generador de haces iónicos 5, mediante la rotación de la varilla 13 para disponer a la plataforma 11 en la posición mostrada en las líneas de puntos.

20 Un receptáculo 19, al que se conoce corrientemente como "navecilla", se apoya sobre la base de la cámara

4 31 146



1 por medio de los miembros 21 y 23, que pueden servir
también de electrodos para hacer pasar corriente a tra
vés del receptáculo 19 cuando el contenido del receptá
culo ha de ser evaporado. Las moléculas evaporadas del
5 material fuente situado en el receptáculo 19 pueden ser
interceptadas (y el substrato 15 protegido contra su
acción), por medio del obturador 25 el cual está monta
do sobre la varilla giratoria 27. La acción del obtura
dor es controlada desde el exterior de la cámara 1 por
10 medio de un botón moleteado 29.

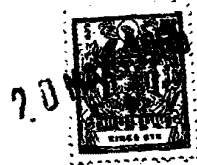
La figura 2 es un diagrama del generador del haz
iónico y de los electrodos de deflexión, que muestra su
relación con el substrato durante el proceso de "escri
tura" en el cual el substrato es bombardeado por el haz
15 iónico 17 para proveer lugares de nucleación en zonas
escogidas. Los electrodos de deflexión 7 se muestran
comprendiendo las placas de electrodo individuales 36
a 39 para formar un sistema de deflexión electrostáti
co. Los electrodos de placas son alimentados con tensio
20 nes variables desde los circuitos de control 9 mostra
dos en la figura 1 de acuerdo con un programa predeter
minado para efectuar la "escritura" del diseño deseado
sobre el substrato 15. El generador 5 del haz de iones
está alineado físicamente con el substrato 15 de tal
25 modo que el haz 17 no choca contra el substrato 15 en
ausencia de tensiones de control sobre las placas de
electrodo 36 a 39. Esta alineación particular es desea
ble puesto que están saliendo partículas neutras del
generador de iones. Estas partículas neutras no serán
30 afectadas por el sistema de deflexión y no chocarán

385140



5 contra el substrato 15 mientras el generador 5 del
 haz de iones esté apartado del substrato. Aunque se ha
 representado el sistema de deflexión como del tipo elec-
 trostático, se apreciará que pueden utilizarse otros ti-
10 pos, tales como los sistemas de deflexión magnética.
 Adicionalmente, un haz de electrones libres puede diri-
 girse simultáneamente hacia el substrato 15 para neu-
 tralizar la capa monoatómica de iones depositada sobre
 el mismo a fin de denegar cualquier efecto de carga es-
15 pecial.

 El substrato 15 se muestra con elemento de ba-
 rra de criotrón, tales como los representados en 40,
 41 y 42, depositados sobre el mismo. Se supondrá que
 el elemento de estaño es la capa superconductor a de-
15 positar en la presente realización del invento. Cuando se
 utiliza estaño, el vapor metálico producido en forma ioni-
 zada por el generador del haz iónico, 5, es de plata, co-
 bre u oro. Se escogen estos metales para la nucleación
 iónica puesto que el estaño tiene afinidad para ellos,
20 y son fácilmente "mojados" por el estaño. También pue-
 den usarse haces iónicos inertes de argón o xenón para
 nuclear películas de estaño o de otros materiales super-
 conductores. Los iones inertes de estos gases se pulve-
 rizan sobre la superficie del substrato y proporcionan
25 así una superficie basta en regiones predeterminadas.
 El criterio en la selección de materiales para su uso
 en el generador 5 del haz de iones es que la capa mo-
 noatómica subyacente reduzca la movilidad superficial
 del material vaporizado procedente de la navicilla 19
30 al proveer lugares preferenciales de nucleación para



los mismos.

5 Es posible depositar un material superconductor directamente sobre el substrato con un generador de haces iónicos, y sin empleo de una monocapa de material de siembra. Esto no ha demostrado ser satisfactorio en la práctica, sin embargo, por varias razones. A fin de depositar una capa superconductora del espesor deseado por bombardeo iónico, el tiempo necesario sería prohibido debido a la lenta acumulación de la densidad del diseño. También, las cargas especiales que se acumularían en la región entre la fuente de iones y el substrato y sobre el propio substrato, sino fuesen neutralizadas por una fuente de electrones libres, producirían inexactitudes indeseables en el proceso de "escritura". Además, estaría presente el "efecto marginal" antes mencionado.

15 El dispositivo de este invento no está sujeto a estas desventajas puesto que el generador de haces iónicos deposita solo una capa monoatómica, durante cuyo proceso no se acumula ninguna carga especial nociva. Además, puede utilizarse un haz iónico de espesor de un solo elemento para lograr la exactitud deseada en los circuitos microminiaturizados. Puesto que se utiliza un depósito nucleador debajo de los estratos superconductores, se eliminan los problemas del "efecto marginal".

20 La figura 3 muestra una vista detallada de una estructura superconductora, e ilustra en particular la formación del borde. En esta figura el substrato 15 fué recubierto de una capa monoatómica 45 de plata antes de la deposición de la capa 47 de estaño. La estructura

935146



5 cristalina del estaño tiene la forma de cristalitas
pequeñas 49 en la parte del depósito situada sobre la
capa de plata 45. En el borde de la capa de plata la
estructura cristalina del estaño adopta la forma de
grandes glóbulos que se hacen discontinuos y presen-
tan una alta impendencia a la corriente eléctrica. En
contraste, las pequeñas cristalitas 49 están muy jun-
tas y hacen buen contacto eléctrico de modo que la es-
tructura resultante es un buen conductor hasta el bor-
de mismo de la capa de plata 45, en cuyo punto se hace
disc. ntínua para presentar una interrupción del borde,
aguda y bien definida.

10 Se explicará ahora el funcionamiento del aparato
con referencia a la figura 1 de los dibujos. El subs-
trato 15 se coloca sobre la plataforma 11 en la posi-
ción de las líneas de puntos mostrada en la figura 1.
El vapor de plata en el generador de haces de iones 5 es
ionizado por bombardeo con electrones que han sido ace-
lerados por un potencial suficiente para comunicar la
energía necesaria para la ionización. Según pasan los
iones de plata a través de los electrodos de deflexión
7, el circuito de control 9 excita estos electrodos pa-
ra hacer que el haz 17 "escriba" según un diseño prede-
terminado sobre el substrato 15. La "escritura" tiene
la forma de una capa monoatómica de plata dispuesta en
un diseño deseado para que sirva de lugares de nucleación
para el estaño que va a ser depositado posteriormente.

25 Cuando ha sido trazado todo el diseño sobre el
substrato 15 por el haz iónico 17, se desexcita el cir-
cuito del haz y se acciona la varilla giratoria 13 para

285146



que mueva el substrato 15 a posición sobre el receptá-
culo 19, el cual contiene el estaño metálico a depositar.
El miembro obturador 25 se mantiene en la posición de lí-
neas de puntos mostrada, hasta que se desea empezar a
5 depositar el estaño sobre el substrato 15. Cuando el obturador 25 se mueve desde entre el substrato y el receptáculo 19, y el receptáculo 19 ha sido calentado a una temperatura suficiente para vaporizar el estaño, comienza la deposición. Se ha averiguado que se requieren temperatu-
ras del orden de 100° durante la deposición en los sis-
10 temas usuales para hacer que el estaño depositado en las zonas del substrato 15, que no fueron nucleadas, forme islas discontinuas. Si el trabajo se lleva a cabo en un sistema de ultra vacío alto a presiones de 10-9
3 torr (1 torr es el equivalente de 1 milímetro de presión de mercurio), pueden utilizarse velocidades de evaporación tan lentas como del orden de 50 Angstroms por segundo formando el estaño islas discontinuas de
15 hasta un espesor de varios miles de Angstroms sobre substratos de vidrio, cuarzo amorfo o cuarzo mono-cris-
20 talino, a la temperatura ambiente.

El procedimiento y aparato del presente invento producen dispositivos criogénicos peliculares delgados que tienen bordes agudos y están libres de los efectos perjudiciales asociados con el gradiente marginal. El
25 procedimiento es rápido y los problemas que surgen de la acumulación de cargas especiales entre la fuente de iones y el substrato, así como la acumulación de carga sobre el propio substrato, se eliminan. La geometría
30 del circuito puede mantenerse dentro de tolerancias



excepcionales debido al uso de un haz de un solo elemento en el procedimiento de nucleación.

5 Aunque el invento ha sido representado y descrito con referencia particular a una realización preferida, se comprenderá por los expertos en la técnica que pueden hacerse varios cambios de forma y detalles sin salirse del espíritu y alcance del invento.

10 Esta solicitud que corresponde a la presentada en E.U.A., el 27 de octubre de 1961, bajo el nº 148.148, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

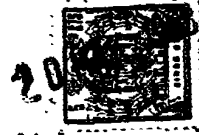
NOTA

15 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 siguientes:

20 1.- Un método para depositar delgadas redes pelliculares sobre un sustrato, que comprende las operaciones de bombardear dicho sustrato en un diseño predeterminado con iones de un primer metal y evaporar un segundo metal en presencia de dicho sustrato para dar un recubrimiento continuo solamente en las partes de dicho sustrato que fueron previamente bombardeadas.

25 2.- Un método para depositar delgadas redes pelliculares sobre un sustrato, que comprende las operaciones de nuclear selectivamente el sustrato con un haz de un solo elemento de iones de un primer metal y vaporizar un segundo metal en presencia de dicho sub-

285146



trato para dar un recubrimiento continuo de dicho segundo metal solamente sobre las partes nucleadas de dicho substrato.

5

3.- Un método de formar una delgada película de material en un diseño geométrico preciso sobre la superficie de un substrato situado dentro de una cámara evacuada, que comprende las operaciones de bombardear selectivamente dicha superficie del sustrato con iones de un primer metal para depositar sobre ella una capa monoatómica de dicho primer metal en dicho diseño geométrico, y evaporar termicamente un segundo metal sobre dicho substrato controlando tanto la presión dentro de dicha cámara como también la temperatura de dicho substrato de modo que dicho segundo metal se adhiera solamente a dicha capa monoatómica de dicho primer metal previamente depositada.

10

15

4.- Un método para depositar delgadas redes peliculares sobre un substrato.

20

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y con los fines que se han especificado.

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

25

Madrid,

20 MAY. 1963

Antonio de Encinas
 Director de Estudios

285146

RGW

285146

20

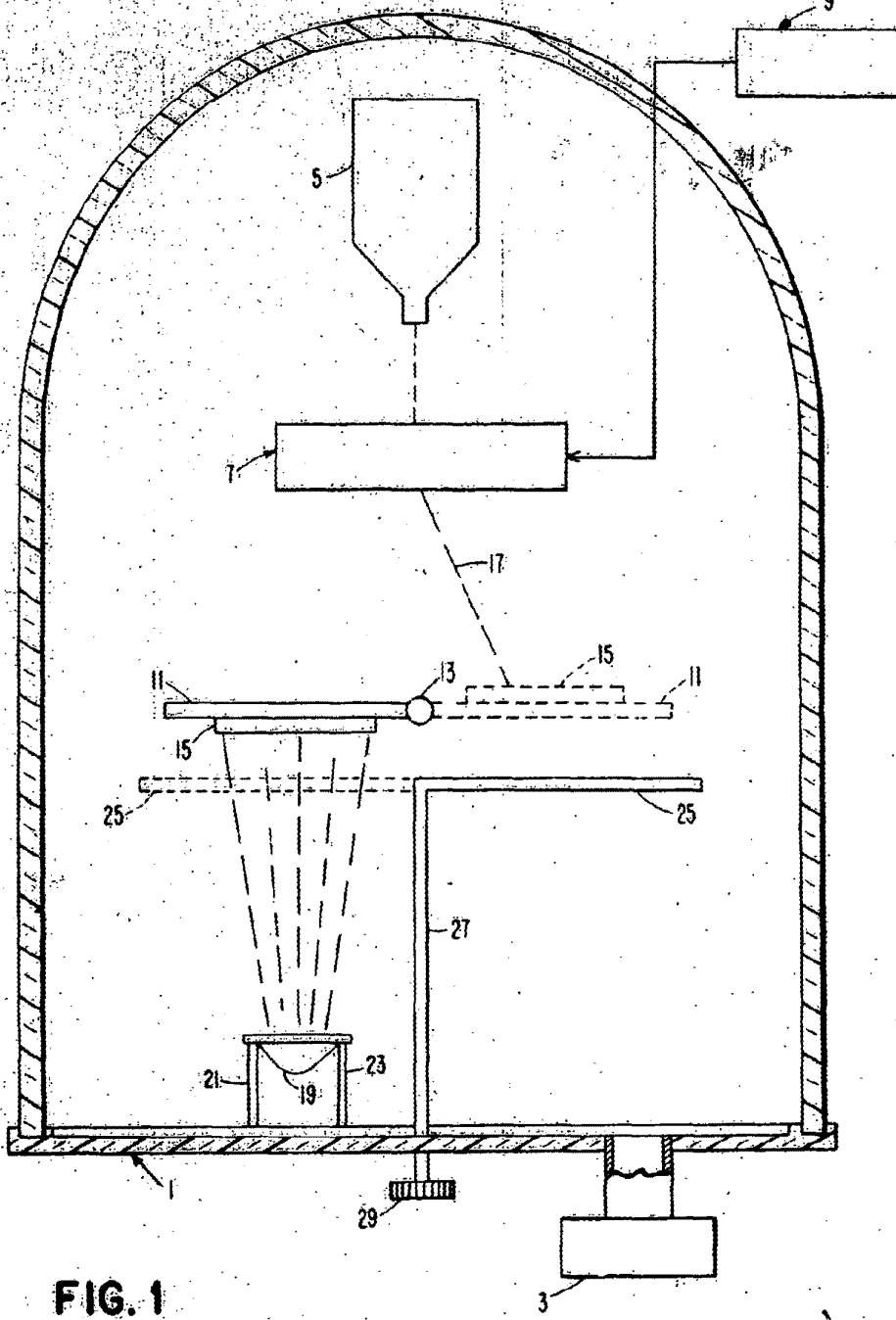


FIG. 1

Attested de Exatidão
Por [Signature]

124011

1959



285146

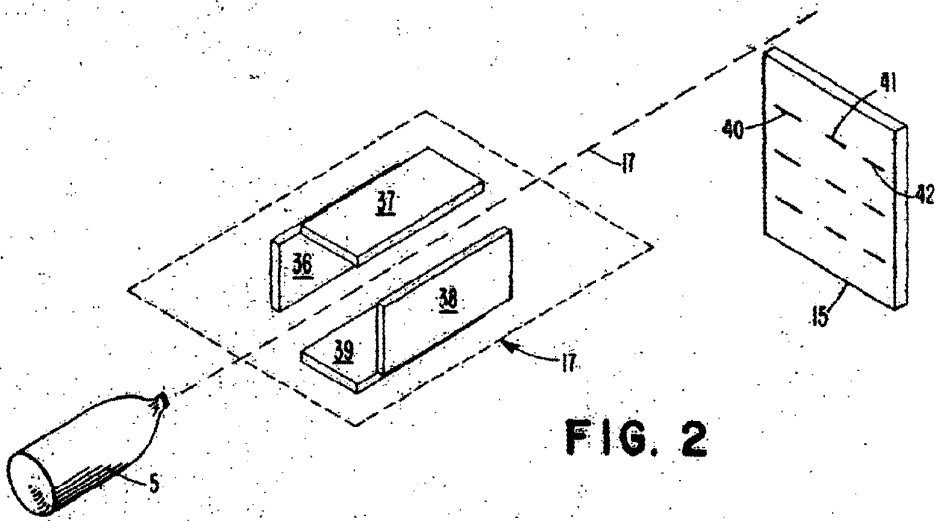


FIG. 2

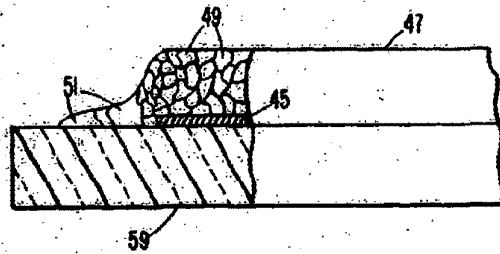


FIG. 3

Alfonsa de...
Pia...
[Handwritten signature]