

15 FEB. 1963

P = 23.568

Docket 10.433

REHECHA I



15 FEB

281797

MEMORIA DESCRIPTIVA

que se presenta para unir a la solicitud  
de

PATENTE DE INVENCION

formulada el 23 de octubre de 1962, con el nº 281.797

en

E S P A Ñ A

per 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 APARATO PARA PRODUCIR REDES DE PELICULA DELGADA"

---

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 ca-  
sos el empleo de circuitos superenfriados con propiedades su-  
perconductoras ha demostrado ser más satisfactorio que los tubes  
de vacío, transistores, o dispositivos magnéticos corrientes.

Uno de los dispositivos superconductores básicos empleados en

28179715



la construcción de computadores es el criotrón. El criotrón es un dispositivo extremadamente pequeño, barato y altamente digno de confianza. El funcionamiento del criotrón está basado en la destrucción de la superconductividad por un campo magnético, y la transición del elemento criotrón desde su estado superconductor a su estado no-superconductor (resistivo) provee una acción de mando que encuentra amplio uso en los circuitos lógicos de los computadores digitales.

El elemento criotrón fué introducido originalmente en forma de enrollamiento de alambre, pero se ha encontrado un uso más amplio para criotrones de película delgada que pueden ser construidos por las técnicas de deposición con vapor. Una descripción adicional de los criotrones de película delgada se encuentra en la solicitud de Patente de EE.UU. de R.L. Garwin, Nº de serie 625.510, presentada el 30 de Noviembre de 1956 y transferida 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 procedimiento, 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 vaporizado que se dirige hacia el substrato la deposición de una película delgada de material fuente sobre el substrato. En los sistemas corrientes se coloca una máscara 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,

281797



5 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".

10 Una solución al problema del "efecto marginal" se describe en la solicitud de Patente de EE.UU. de Behrndt 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 sustrato a recubrir de un material tal como estaño se le provee primer de una mono capa 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, "húmedece" fácilmente la capa de plata y forma una película continua en cualquier sitio en que esté presente la plata. Bajo control adecuado, esta película continua está presente solo  
15  
20 donde se haya depositado la plata.

25 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 medida en términos de una o más milésimas de unidades Anostrom. Aunque pueda fabricarse la máscara con la rigidez y anchura de abertura necesarias, partes del material evaporado se adhieren a la máscara y alteran las dimensiones de la abertura. También, el empleo de máscaras,  
30 cuando se fabrican circuitos sobre un sustrato de gran

281797 15



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.

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.

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 substrato por bombardeo iónico.

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 substrato por un bombardeo con un haz ionico, mientras que la deposición deseada se efectua por técnicas de evaporación.

Estas características se realizan según el presente 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 ionicos, 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 sub-

281797 15



45 trato 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 actua 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 subxtrato se expone a las moléculas evaporadas de la fuente de estaño. El estaño "moja" facilmente la capa monomolecular de plata para formar un recubrimiento contínuo uniforme sobre la misma. Las zonas de substrato que no contienen capa de siembra de plata no recibirán el deposito de estaño cuando se observen las condiciones adecuadas de presión, temperatura y velocidades de evaporación.

10

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

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

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

30 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

281797 15 FEB



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 electrodos de deflexión 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 posición 1.

Una 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.

Un receptáculo 19, al que se conoce corrientemente como "navecilla", se apoya sobre la base de la cámara 1 por medio de los miembros 21 y 23, que pueden servir también de electrodos para hacer pasar corriente a través del receptáculo 19 cuando el contenido del receptáculo ha de ser evaporado. Las moléculas evaporadas del material fuente situado en el receptáculo 19 pueden ser interceptadas (y el sustrato 15 protegido contra su acción), por medio del obturador 25 el cual está montado sobre la varilla giratoria 27. La acción del obturador es controlada desde el exterior de la cámara 1 por medio de un botón moleteado 29.

La figura 2 es una diagrama del generador del haz iónico y de los electrodos de deflexión, que muestra su relación con el sustrato durante el proceso de "escritura"

281797



en el cual el substrato es bombardeado por el haz 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 electrostático. Los electrodos de placas son alimentados con tensiones variables desde los circuitos de control 9 mostrados en la figura 1 de acuerdo con un programa predeterminado 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 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 deseable puesto que están saliendo partículas neutras del generador de iones. Estas partículas neutras no serán afectadas por el sistema de deflexión y no chocarán 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 electrostático, se apreciará que pueden utilizarse otros tipos, tales como los sistemas de deflexión magnética. Adicionalmente, un haz de electrones libres puede dirigirse simultáneamente hacia el substrato 15 para neutralizar la capa monoatómica de iones depositada sobre el mismo a fin de denegar cualquier efecto de carga espacial.

El substrato 15 se muestra con elementos de barrera 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 depositar en la presente realización del invento. Cuando se utiliza estaño, el vapor metálico producido en forma ionizada por el generador del

281797



15 FEB 1963

5 haz cónico, 5, es de plata, cobre u oro. Se escogen estos  
metales para la nucleación cónica puesto que el estaño tie-  
ne afinidad para ellos, y son fácilmente "mojados" por el  
estaño. También pueden usarse haces iónicos inertes de argón  
o xenón para nuclear películas de estaño o de otros materia-  
les superconductores. Los iones inertes de estos gases se  
pulverizan sobre la superficie del substrato y proporcionan  
así una superficie basta en regiones predeterminadas. El cri-  
terio en la selección de materiales para su uso en el gene-  
10 rador 5 del haz de iones es que la capa monoatómica subya-  
cente reduzca la movilidad superficial del material vapori-  
zado procedente de la navecilla 19 al proveer lugares pre-  
ferenciales de nucleación para los mismos.

15 Es posible depositar un material superconductor direc-  
tamente sobre el substrato con un generador de haces ionicos,  
y sin empleo de una monocapa de material de siembra. Esto no  
ha demostrado ser satisfactorio en la práctica, sin embar-  
go, por varias razones. A fin de depositar una capa super-  
conductora del espesor deseado por bombardeo iónico, el  
20 tiempo necesario sería prohibitivo debido a la lenta acumu-  
lación de la densidad del diseño. También, las cargas espa-  
ciales 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, produci-  
25 rían inexactitudes indeseables en el proceso de "escritura".  
Además, estaría presente el "efecto marginal" antes men-  
cionado.

30 El dispositivo de este invento no está sujeto a estas  
desventajas puesto que el generador de haces iónicos deposi-  
ta solo una capa monoatómica, durante cuyo proceso no se



acumula ninguna carga espacial nociva. Además, puede utilizar-  
se 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  
5 estratos superconductores, se eliminan los problemas del  
"efecto marginal".

La figura 3 muestra una vista detallada de una estruc-  
tura superconductora, e ilustra en particular la formación  
del borde. En esta figura el substrato 15 fué recubierto de  
10 una capa monoatómica 45 de plata antes de la deposición de  
la capa 47 de estaño. La estructura 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  
15 forma de grandes glóbulos que se hacen discontinuos y presen-  
tan una alta impedancia a la corriente eléctrica. En con-  
traste, las pequeñas cristalitas 49 están muy juntas y hacen  
buen contacto eléctrico de modo que la estructura resultante  
es un buen conductor hasta el borde mismo de la capa de plata  
20 45, en cuyo punto se hace discontinua para presentar una in-  
terrupción del borde, aguda y bien definida.

Se explicará ahora el funcionamiento del aparato con  
referencia a la figura 1 de los dibujos. El substrato 15 se  
coloca sobre la plataforma 11 en la posición de las líneas  
25 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 acelerados por un potencial suficiente  
para comunicar la energía necesaria para la ionización. Se-  
gún pasan los iones de plata a través de los electrodos de  
30 deflexión 7, el circuito de control 9 excita estos electrodos

281 797 15 FEB 1951



5 para hacer que el haz 17 "escriba" según un diseño predeter-  
minado sobre el substrato 15. La "escritura" tiene la forma  
de una capa monoatómica de plata dispuesta en un diseño de-  
seado para que sirva de lugares de nucleación para el esta-  
ño que va a ser depositado posteriormente.

10 Cuando ha sido trazado todo el diseño sobre el subs-  
trato 15 por el haz cónico 17, se desexcita el circuito del  
haz y se acciona la varilla giratoria 13 para que mueva el  
substrato 15 a posición sobre el receptáculo 19, el cual  
15 contiene el estaño metálico a depositar. El miembro obturador  
25 se mantiene en la posición de líneas de puntos mostrada,  
hasta que se desea empezar a 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  
20 sido calentado a una temperatura suficiente para vaporizar  
el estaño, comienza la deposición. Se ha averiguado que se  
requieren temperaturas del orden de 100° durante la depo-  
sición en los sistemas usuales para hacer que el estaño de-  
positado en las zonas del substrato 15, que no fueron nu-  
cleadas, forme islas discontinuas. Si el trabajo se lleva a  
cabo en un sistema de ultra vacío alto a presiones de 10-9  
torr (1 torr es el equivalente de 1 milímetro de presión  
de mercurio), pueden utilizarse velocidades de evapora-  
ción tan lentas como del orden de 50 angstroms por segundo  
25 formando el estaño islas discontinuas de hasta un espesor  
de varios miles de Angstroms sobre substratos de vidrio,  
cuarzo amorfo o cuarzo mono-cristalino, a la temperatura  
ambiente.

30 El procedimiento y aparato del presente invento pro-  
ducen dispositivos criogénicos pelliculares delgados que

281797 15F



5 tienen bordes agudos y están libres de los efectos perjudiciales asociados con el gradiente marginal. El procedimiento es rápido y los problemas que surgen de la acumulación de cargas espaciales entre la fuente de iones y el sustrato, así como la acumulación de carga sobre el propio sustrato, se eliminan. La geometría del circuito puede mantenerse dentro de tolerancias excepcionales debido al uso de un haz de un solo elemento en el procedimiento de nucleación.

10 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.

15 Esta solicitud que corresponde a la presentada en E.U.A., con fecha 27 de Octubre de 1.961, bajo el número 148.148, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

20

#### N O T A

25 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:

30 1º.- Un aparato para producir redes de película delgada que comprende la combinación que incluye un manantial de iones, medios de desviación para dirigir los iones a encima de un sustrato para depositarlos según un diseño predeterminado y medios para depositar un metal sobre el

281797



1963

substrato.

5 2º.- Un aparato para producir redes de película delgada, que comprende la combinación que incluye una cámara de depósito, un substrato montado dentro de dicha cámara, medios generadores de un haz de iones montados dentro de dicha cámara, medios de desviación montados dentro de dicha cámara para controlar la posición del haz de iones y medios para suministrar un vapor metálico a dicho substrato.

10 3º.- Un aparato para producir redes de película delgada, que comprende la combinación que incluye un manantial de iones de un primer metal, medios de desviación para dirigir los iones a encima de un substrato para depositarlos en un diseño predeterminado y medios para depositar un segundo metal sobre dicho substrato en coextensión con los iones de dicho primer metal.

15 4º.- Un aparato para producir redes de película delgada, que comprende la combinación que incluye una cámara de depósito, un substrato montado dentro de dicha cámara, un primer medio generado de un haz de iones metálicos, montados dentro de dicha cámara, medios de desviación montados dentro de dicha cámara para controlar la posición del haz de iones, y medios para suministrar un vapor de un segundo manantial metálico a dicho substrato.

20 5º.- Un aparato para producir redes de película delgada, que comprende la combinación que incluye una cámara de depósito, un substrato montado dentro de dicha cámara, medios generadores de un haz de iones de plata montados dentro de dicha cámara, medios de desviación montados dentro de dicha cámara para dirigir el haz de iones de plata en un diseño predeterminado a lo largo de dicho substrato, y medios para suministrar un vapor de estaño a dicho

281797 15



substrato, con lo cual dicho vapor de estaño es depositado coextensivamente con dichos iones de plata para producir una delgada red pelicular exenta de gradientes en los bordes.

5 62.- Un aparato para producir delgadas redes peli-  
lares sobre un substrato situado dentro de una cámara eva-  
cuada, que comprende medios para formar una capa monoatómica  
en un diseño geométrico sobre dicho substrato, que incluyen  
un manantial de iones y medios desviadores para dirigir iones  
10 desde dicho manantial de iones a encima de dicho substrato en  
dicho diseño geométrico, medios para suministrar un vapor me-  
tálico a dicho substrato y medios que pueden funcionar simul-  
táneamente con dichos medios suministradores para gobernar  
tanto la temperatura de dicho substrato como la presión dentro  
de dicha cámara evacuada para formar una película metálica  
15 continua y uniforme de dicho vapor sobre dicho substrato so-  
lamente sobre dicho diseño geométrico determinado por dicha  
capa monoatómica.

72.- Un aparato para producir redes de película delgada.

20 Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede  
representado en los dibujos que se acompaña y para los fines  
que se han especificado.

281797

15 FEB 1963



Esta Memoria consta de catorce hojas escritas a máquina  
por una sola de sus caras,

Madrid,

15 FEB. 1963

P.A.

Alberto de Elzabara  
Phy. Botán.

281797

24 NOV 1957

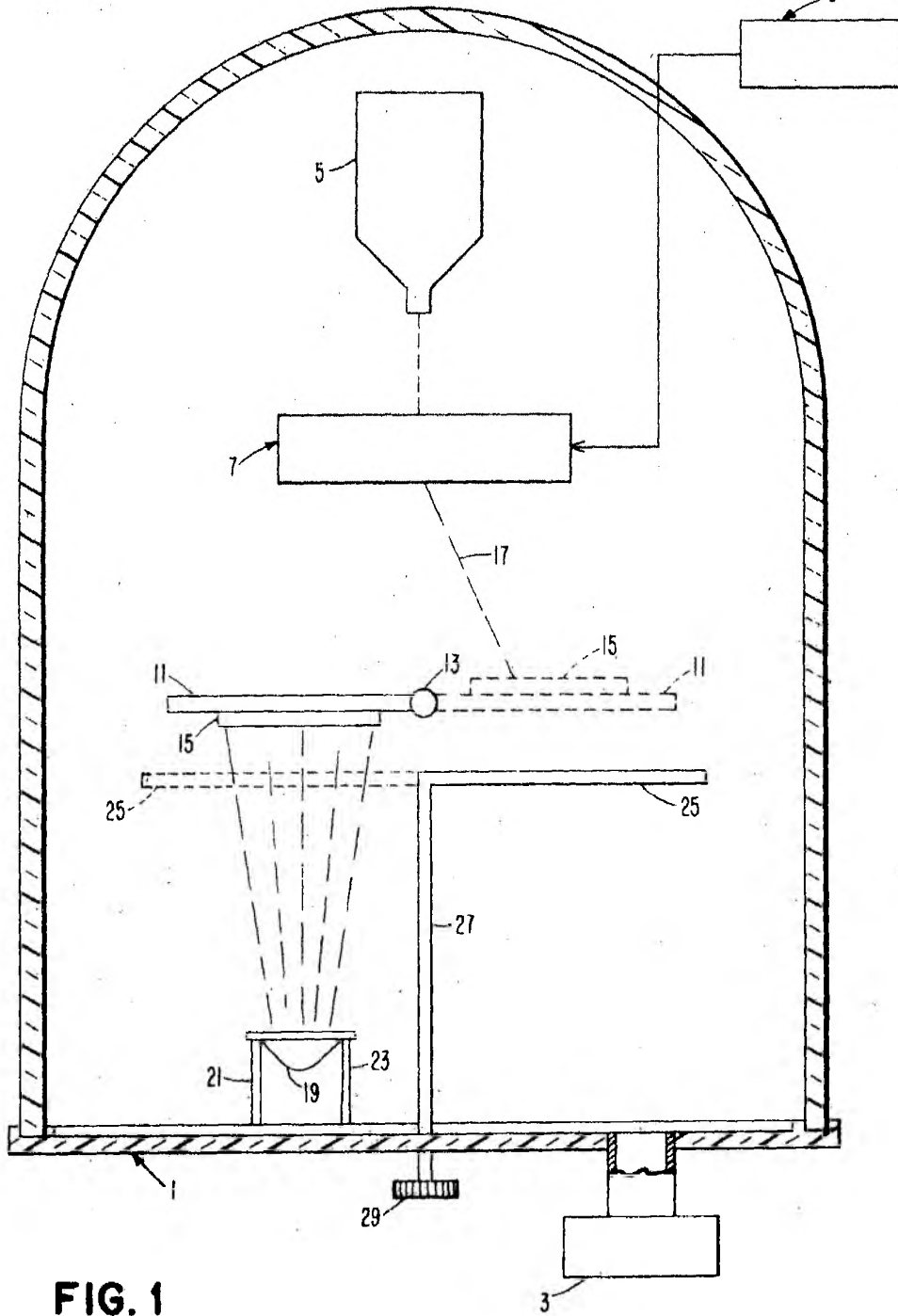


FIG. 1

Alberto de Elzaburu  
Per Foch



281797

281797

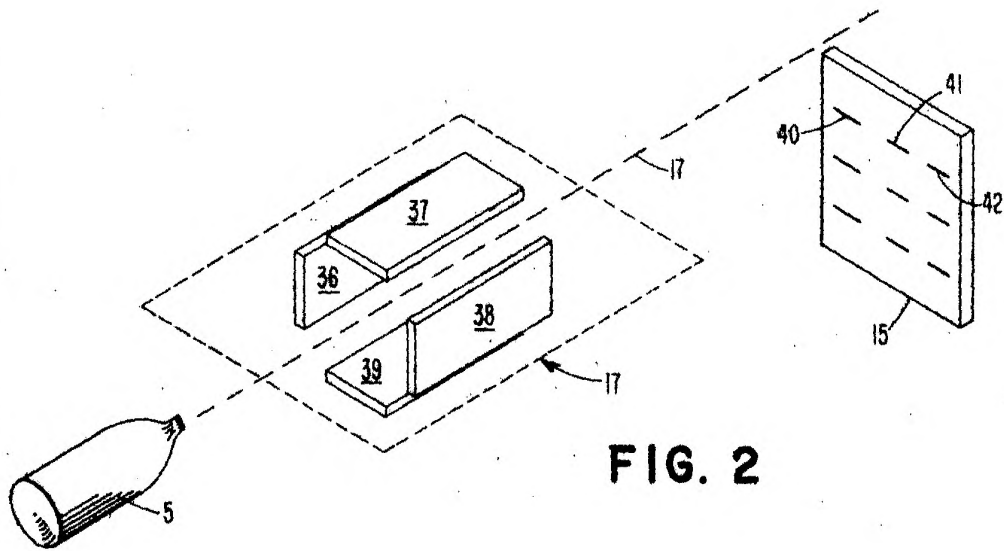


FIG. 2

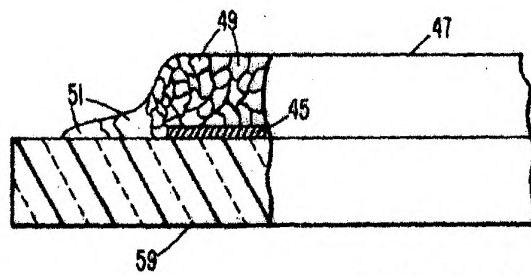


FIG. 3

*Alberto de Elzaburo*  
Per Fodor