

S/Ref.: A-897
N/Ref.: O.G.17.785/ms.

365612



PATENTE DE INVENCION

SECCION TECNICA
CLASIFICACION I. P. C.
CLASE C-23 H-01
SUBCLASE C 4

MEMORIA DESCRIPTIVA

Sobre:

"METODO Y APARATO PARA REESTRUCTURAR UN MATERIAL ORIGINAL FUNDIDO".

Solicitante: ISOFILM INTERNATIONAL, entidad norteamericana,
con domicilio en 20131 Bahama. CHATSWORTH, California, (U.S.A.).

Inventores: Mr. Leonard Frank Roman y
Mr. George Hamilton Elliott.



- La presente invención se relaciona con aparatos y métodos para reestructurar materiales y más particularmente con perfeccionadas técnicas de depósito a un vacío ultraelevado y con medios de manipulación de materiales para reestructurar capas monoatómicas coherentes de materiales no conductores y semiconductores. Se establecen medios para depositar múltiples y delgadas capas de materiales semiconductores "predopados", adecuados para su aplicación en dispositivos activos y asociados componentes electrónicos.
- 5.
10. Han surgido dificultades y problemas cuando se emplean equipo y métodos convencionales de depósito al vapor, puesto que tal equipo convencional no puede proporcionar un ambiente limpio ni mantener la pureza del material vaporizado en el grado requerido para un trabajo en película delgada semiconductor activa, porque las técnicas de galvanización iónica no funcionan al nivel de un vacío ultraelevado. Otro problema surgido en la práctica convencional consiste en el hecho de que el blanco se carga eléctricamente y repele el flujo de iones cargados de la nube iónica. Si el blanco es simplemente ligado a tierra, como se hace en la práctica convencional, fluye corriente en la película fresca, disrumpiendo el campo de cristalización, lo que puede disrumpir la estructura. Con los sistemas convencionales surgen muchos otros problemas.
- 15.
- 20.
25. En consecuencia, estas dificultades y problemas encontrados con el equipo convencional se evitan de acuerdo con la presente invención, que proporciona un nuevo método y aparato para generar una nube de vapor creada a partir de un material original y que subsiguientemente forma una capa reestructurada y coherente de este material sobre
- 30.



un sustrato. A tal fin, el aparato incluye una cámara de vacío que incorpora un blanco de sustrato o montura encerrada en un extremo de aquélla y un nuevo soporte para el material original en el otro extremo de la misma. El soporte para el material original está adaptado para contener material original de diferentes características de conductividad y está desplazablemente dispuesto dentro de la cámara de vacío para someter material original seleccionado a un nuevo medio calentador para crear un intenso calor local sobre la superficie del material original seleccionado. El medio calentador genera una corriente electrónica de envoltura cónica en virtud de lo cual el número de electrones generados es superior al que de otro modo puede producirse y que no obstaculiza la formación de la nube de vapor. La corriente electrónica cónica es enfocada sobre la superficie del material original a vaporizar, de manera que se cree un calor intenso para formar una masa fundida y su resultante nube de vapor. Sobre esta nube actúa un ionizador que crea eléctricamente una nube de iones del material original vaporizado. El ionizador configura la nube iónica y la descarga en una zona de transporte dentro de la cámara de vacío para efectuar el transporte de iones desde la nube de ellos al sustrato. Para neutralizar el sustrato y su miembro sustentador contra una excesiva positivización, se dispone una fuente electrónica que suministre al blanco y al soporte con electrones para contrarrestar el efecto de la nube iónica positivamente cargada.

Un aspecto característico de esta invención reside en la incorporación de un electroimán toroide en el



- aparato, que proporciona un campo magnético uniforme a través y alrededor del eje central de la cámara de vacío. Este campo confina y configura el plasma iónico en la porción de ionizador de pistola de la unidad, facilitando -
5. así el mantenimiento de la presión de la nube al nivel de ionización. El campo es mantenido también uniformemente en la zona del blanco, lo que ayuda a los sustratos cristalinos no reactivos de una manera que facilita la creación de estructuras uniformes y coherentes sustancialmente paralelas a la superficie de tales sustratos.
- 10.

- Esta invención utiliza grandes cantidades de energía para aplicar la película a los sustratos, consiguiendo así una película que se adhiere tenazmente a la superficie de los sustratos limpios. Un importante aspecto de esta
15. invención consiste en la posibilidad de depositar grandes cantidades de material con elevadísima energía y varios ángulo de contacto con la superficie de los sustratos y normalmente a ella, lográndose así una película que no se asemeja a una "escarcha", sino que es una estructura de materiales de máxima densidad, homogénea y coherente, entre
20. cuyos materiales se incluyen unos semiconductores, conductores y resistivos. No es insólito el formar estructuras con este proceso que sean coherentes en toda la superficie del sustrato.

25. Otro objeto de la presente invención es el de proporcionar un nuevo crisol para mantener material original fundido a elevadas temperaturas, tales como por -- ejemplo de 1700°C, sin efectuar una difusión entre dicho material original y el del crisol ni contaminar por si mismo al primero.
- 30.



Los aspectos de la presente invención que se consideran nuevos son detalladamente expuestos en las adjuntas reivindicaciones. La invención, tanto en lo que respecta a su organización como a su modo de operación, junto con otros objetos y ventajas de la misma, podrán entenderse mejor con referencia a la siguiente descripción, efectuada en relación con los adjuntos dibujos, en los cuales:

10. La figura 1ª es una vista en sección transversal de un típico producto eléctrico dotado de un conjunto ordenado de zonas reestructuradas y coherentes de material aplicado a un sustrato que ha sido fabricado de acuerdo con el método y aparato de la presente invención.

15. La figura 2ª es una vista fragmentaria y muy ampliada de una porción del producto eléctrico mostrado en la figura 1ª, que ilustra el aspecto de la zona de material reestructurado, que se ha aplicado a una superficie de sustrato diminutamente irregular dotada de imperfecciones superficiales.

20. La figura 3ª es una vista esquemática de una forma del nuevo aparato empleado para practicar el nuevo método de la presente invención, que ilustra medios para crear una nube iónica de una fuente de material, medios para transportar iones de la citada nube dentro del aparato y medios para controlar la dirección del conjunto atómico de material reestructurado durante la reestructuración del material sobre la superficie del sustrato.

25. La figura 4ª es una vista esquemática y ampliada de los medios generadores de la nube iónica ilustrados en la figura 3ª, destinados a crear tal nube, inclu-

30.



yendo medios de bombardeo electrónico para crear un intenso calor local para la vaporización del material original.

5. La figura 5ª es una vista en alzado lateral de una versión del nuevo aparato esquemáticamente ilustrado en la figura 3ª.

La figura 6ª es una vista en planta superior parcial del aparato, tomada en la dirección de las flechas 6-6 de la figura 5ª.

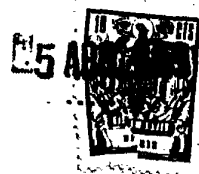
10. La figura 7ª es una vista en sección ampliada de la cámara de vacío incorporada en el aparato mostrado en la figura 5ª, que ilustra los medios para generar y transmitir la nube iónica vaporizada de material.

15. La figura 8ª es una vista fragmentaria y ampliada, en sección, de la fuente electrónica destinada a bombardear el material original empleado en el medio generador de la nube iónica que se muestra en la figura 7ª.

20. La figura 9ª es una vista en sección del aparato mostrado en la figura 7ª, tomada en la dirección de las flechas 9-9 de la misma y que ilustra una forma de medio para contener diferentes tipos de material original durante la vaporización.

25. La figura 10ª es una vista en sección transversal del aparato ilustrado en la figura 7ª, tomada en la dirección de las flechas 10-10 de la misma e ilustrando el área de blanco sobre la que se sustentan los sustratos durante la reestructuración del material original transportado sobre ella.

30. La figura 11ª es una vista en perspectiva de la fuente electrónica destinada a bombardear el material original ilustrado en la figura 7ª.



La figura 12 es una vista en perspectiva ampliada, parcialmente en sección, de la fuente electrónica mostrada en las figuras 7ª y 11ª.

- Con referencia a la figura 1ª, se ilustra un
5. producto semiconductor típico fabricado de acuerdo con la presente invención, en la dirección general de la flecha 10. El producto semiconductor puede presentar cualquier forma deseada, que sea adecuada para su uso en la industria electrónica, de manera que el producto
10. pueda ser útil en varias aplicaciones, tales como transistores, rectificadores, pilas solares, diodos, convertidores y generadores termoléctricos, etc. Se entenderá que, aunque el producto y el procedimiento a describir - específicamente aquí son sólo ejemplificativos e ilustran y especifican una capa de un tipo solamente de material semiconductor, concretamente silicio, pueden emplearse capas y tipos adicionales de material semiconductor. Asimismo, se hará referencia solamente a ionización positiva y correspondientes polaridades potenciales.
15. Por consiguiente, un aspecto adicional de la presente invención consiste en el procedimiento y aparato para la obtención de un conjunto ordenado, homogéneo, no amorfo ni anómalo, de capas, zonas o películas de material reestructurado, incluyendo material semiconductor de todos
20. los tipos de conductividades, metales y no metales, y - de valencias positivas o negativas.
- 25.

El producto semiconductor 10 se ilustra como consistente en un material básico 11, tal como de cuarzo cristalino por ejemplo, que tiene una superficie que presenta un elevado pulimento y limpieza, sobre la que se

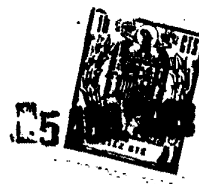
30.



5. aplica una delgada capa o zona de material semiconductor reestructurado 13, tal como silicio por ejemplo. El producto ilustrado en la figura 1ª está grandemente ampliado, en el cual el material básico de cuarzo puede tener un espesor típico de 10 milésimas de pulgada. La capa de silicio 13 representa un conjunto ordenado de material reestructurado que tiene un espesor del orden de 10^3 angstroms. La estructura de cuarzo proporciona lo que puede considerarse, y a lo que se hace aquí referencia, como sustrato, reestructurándose sobre él, el material de silicio.

15. La figura 2ª es una vista fragmentaria y más ampliada de la interfase existente entre la capa de silicio 13 y el cuarzo 11. La superficie del cuarzo presenta algunas dislocaciones o imperfecciones irregulares y diminutas, que son extremadamente difíciles de llenar o cubrir empleando técnicas de depósito convencionales. Sin embargo, utilizando el procedimiento de la presente invención, la capa de silicio 13 no sólo cubre estas imperfecciones y entrantes diminutos, sino que además enlaza sustancialmente tales irregularidades en la superficie expuestas del cuarzo.

20. Con referencia ahora a la figura 3ª, se ilustra en ella esquemáticamente el nuevo aparato de reestructuración de la estructura cristalina de un material original sobre la superficie del sustrato de acuerdo con la presente invención. En general, como se indica anteriormente, el procedimiento básico de la presente invención se practica dentro de un elevado vacío y comprende las tres operaciones ampliamente designadas por generación de iones del material original a depositar, transporte



- de tales iones al sustrato para su depósito sobre él y cristalización o reestructuración del material original sobre el sustrato de acuerdo con las predeterminadas dimensiones, naturaleza y características del desarrollo cristalino deseado. Se emplea una cámara de vacío 15 -
5. que es apropiadamente sellada y purgada de aire a un alto grado de vacío. Se sitúa un ionizador 16 en el extremo inferior o fondo de la cámara de vacío 15, que se emplea para configurar y ionizar la nube de vapor creada a
10. partir del material original. Todavía dentro de la cámara de vacío y situado inmediatamente debajo del ionizador 16, se dispone un crisol 17 destinado a contener una cantidad de material original 17' que ha de reestructu-
15. rarse sobre el sustrato compuesto 11 y 13 sostenido sobre un miembro de soporte inclinable 18 situado en la parte superior de la cámara de vacío 15. Preferiblemente, el miembro de soporte y el sustrato, a los que puede hacerse referencia también por blanco, se disponen coaxialmente con el crisol 17 en relación fija y espaciada con el mismo.
20. Se dispone también exteriormente una fuente de campo electromagnético alrededor de la parte superior de la cámara de vacío, comprendiendo un anillo electroimán toroide 19 coaxialmente dispuesto con relación a la cámara de vacío y al crisol 17. Los devanados del campo electromagnético
25. y una fuente de energía de corriente continua 20 para aquellos se sitúan exteriormente a la cámara de vacío, así como el propio electroimán. Puede hacerse referencia a un área definida entre líneas discontinuas divergentes 21 extendidas entre el ionizador 16 y el blanco 18, por área
30. o zona de transporte iónico, para los fines de la inven-



ción.

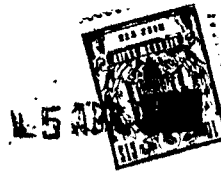
Dispuestos entre el ionizador 16 y el crisol — 17, hay unos medios para fundir el material original contenido por el crisol 17, y en el presente caso tales medios incluyen una pistola electrónica 22 dotada de la capacidad de generar un haz electrónico cónicamente configurado, de manera que el vértice del haz converja en el centro de la superficie del material original contenido por el crisol 17. La pistola electrónica incluye también medios enfocadores representados por las bobinas 23 para ajustar electromagnéticamente el haz electrónico en forma de cono, de manera que se produzca un máximo bombardeo de electrones en el centro del material original.

Se forma del material original fundido una nube de vapor representada por el número 24, que se origina en la porción inferior de la cámara de vacío inmediatamente debajo del crisol. La nube de vapor es ulteriormente tratada por el ionizador 16 para proporcionar una nube iónica 25. Se emplea una pantalla electrostáticamente cargada 26 que rodea a la zona de transporte 21, para efectuar el transporte de los iones positivos desde la nube iónica formada y configurada 25, a través de la zona de transporte 21, hasta el blanco 18. Como quiera que el blanco asume rápidamente una condición de polaridad positiva al depositarse sobre él los iones positivos, un aspecto de la presente invención incluye una fuente electrónica 27 destinada a suministrar electrones al blanco para efectuar su neutralización de polaridad.

El imán 19 presenta la forma de un gran toroide y el sustrato y el blanco 18 están situados en el cen-



- tro de aquél, en un campo magnético esencialmente uniforme, indicado por los número 28, que identifican varias líneas representativas del campo magnético generado por el electroimán. Preferiblemente, el electroimán estará compuesto de cobre, teniendo aproximadamente mil vueltas de alambre enrollado alrededor del exterior de aquél y que ha sido revestido con un adecuado compuesto epoxílico para sellar y proteger los devanados. Los devanados del electroimán 19 se acoplan a la adecuada fuente de energía 20, de manera que resulte un imán para corriente continua, por ejemplo, que proporcione un nivel de densidad de flujo de unos 50 gauss en el centro del toroide, con un resultante aproximado de 15 ó 20 gauss producidos en la zona del ionizador 16.
5. A través de la base de la cámara de vacío se dispone un conducto 29 convenientemente colocado, para su comunicación con el interior de la cámara citada, de manera que pueda acomodarse una conexión con una bomba de vacío convencional (no mostrada) para la evacuación de la citada cámara de vacío 15.
10. El funcionamiento del aparato ilustrado en su conjunto en la figura 3ª puede describirse como sigue: inicialmente, se evacúa la cámara de vacío 15 a una presión extremadamente baja, a la que se hace referencia por elevado vacío, siendo tal presión del orden de 10^{-10} Ng (pulgadas de mercurio) o incluso menor. Los principales objetos de tal elevado vacío son los de reducir al mínimo las colisiones de los iones libres con cualesquiera partículas del gas ambiente al atravesar los iones la zona de transporte 21, reducir al mínimo los contaminadores en -
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.



- el depósito de la capa de película y evitar cualquier descarga de corona debida a la presencia de cualesquiera partículas de gas extrañas dentro del campo de elevado potencial utilizado. Tras alcanzar el deseado vacío dentro de la
5. cámara 15, se suministra voltaje a la pistola electrónica 22 desde una adecuada fuente 30, de manera que el bombardeo electrónico del material original 17' contenido dentro del crisol 17 cause una rápida fusión. El voltaje suministrado desde una fuente 32 es proporcionado a las bobinas
10. electromagnéticas 23 enfocadoras del haz electrónico, para ajustar este haz electrónico cónico de manera que el material original sea eficiente y rápidamente calentado al punto de vaporización. Al elevarse la temperatura del material original por el intenso calor local creado por el bombardeo electrónico desde la pistola citada, el material
15. original se fundirá y formará la nube de vapor 24 a partir de la masa fundida de dicho material original. Los detalles relativos a la nueva pistola electrónica y a los medios enfocadores del haz electrónico para la misma, se expondrán más adelante. El continuado calentamiento del material original y de la nube de vapor 24 procedente de la masa fundida de material original, causa la liberación de
20. átomos, indicados en su conjunto por los puntos de la figura 3 contenidos dentro de la nube 24. Algunos de los átomos son ionizados por efecto del bombardeo electrónico. En este momento, la mayoría de los átomos no tiene ninguna carga particular ni orientación ni dirección preferida de desplazamiento, sino que simplemente se dispersan de acuerdo con una distribución irregular. Tal distribución
25. irregular es algo afectada por la liberación continua de
- 30.



5 ABR 1953

átomos adicionales de la nube de vapor, con la acompañante presión de vapor, causando así la congregación de átomos algo hacia el exterior de la nube.

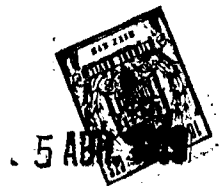
- Los átomos contenidos dentro de la nube de vapor 24 son ionizados por el ionizador 16, el cual recibe su potencial ionizador de una adecuada fuente de voltaje ionizador 33. En otras palabras, de acuerdo con la teoría conocida, el ionizador 16 extraerá un electrón de cada uno de los átomos contenidos en la nube 24, que es -
5. afectado por el campo de ionización del ionizador. Cada uno de los iones tendrá una carga positiva debido a la ausencia del electrón. Teniendo una carga positiva, cada uno de los iones será repelido por el potencial positivo del ionizador y desplazado hacia el centro de la nube ionizada. Empleando el procedimiento continuo de retirada de electrones por el ionizador de la nube 24, se creará una nube de iones 25 configurada. En ausencia de toda fuerza externa, la nube de iones será forzada al extremo inferior de la zona de transporte 21 próxima al ionizador. El gradiente de voltaje impulsará a algunos iones de nuevo hacia la masa fundida y los átomos que son devueltos se reemplazan por otros nuevos, de manera que se forma la nube. El efecto del gradiente de voltaje y de los acompañantes campos magnéticos es el de retener a la nube de manera que sólo se permita su expansión hacia arriba desde el ionizador, en la dirección deseada.
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.

Ahora bien, tras la energización de una fuente de voltaje de corriente continua de elevado potencial 34, se aplica un potencial negativo del orden de 50.000 voltios aproximadamente, a la pantalla de carga 26, de mane-

30.



ra que se establece un gradiente de potencial del campo electrostático a través de la zona de transporte 21, que se extiende desde el ionizador 16, entre la pantalla de carga anular 26 y el blanco 18 situado en la parte superior de la zona de transporte. La pantalla de carga se hace negativa con relación al ionizador, de manera que los iones de la nube 25, que han rebasado al ionizador 16 debido a las presiones del número constantemente creciente de iones presentes en la nube iónica formada dentro del campo de transporte, sean rápidamente desplazados a través de la zona de transporte 21 hacia la pantalla de carga, debido a la fuerza de atracción de la pantalla relativa y negativamente cargada 26 sobre los iones positivamente cargados. La "fuerza de atracción" es simplemente otra forma de expresión del efecto del gradiente de potencial del campo electrostático establecido por la pantalla de carga y el ionizador a través del campo de transporte 21. Más específicamente, el gradiente de potencial electrostático presente en el espacio comprendido entre el ionizador 16 y la porción inferior de reducido diámetro de la pantalla de carga en las proximidades de la nube iónica, determina la iniciación del movimiento iónico y establece este movimiento en una dirección deseada. La porción superior o la mayor parte de la pantalla mantiene un potencial igual hasta el blanco, de manera que los iones en movimiento no deceleren. Como quiera que un vacío ultraelevado es el mejor aislador conocido, el voltaje o tensión límite no constituye ningún problema. Asimismo, pocos iones alcanzarán sustancialmente la pantalla de carga.. Además, la velocidad de los iones



en desplazamiento es ajustable aproximadamente a 10^4 - 10^6 metros por segundo.

- Deberá tenerse en cuenta que el campo magnético del electroimán toroide 19 está situado a lo largo de toda la zona de transporte 21, de tal manera que las líneas de flujo 28 se extienden sustancialmente normales al blanco 18 y paralelas al eje vertical central de la cámara de vacío. Los iones no tratarán de cruzar esas líneas al desplazarse hacia el blanco. Una descripción más detallada del campo magnético y del aparato para su generación se ofrecerá en relación con la figura 7. Las líneas de flujo del campo magnético son normales a la superficie del sustrato sobre el que se depositará una película o varias. La combinación de las tensiones magnetostáticas y electrostáticas favorece una distribución y orientación muy uniformes de los iones al aproximarse al sustrato 18. La fuente electrónica 27 precarga el blanco a cierto valor ligeramente más negativo que la pantalla de carga. Por ejemplo, puede emplearse un potencial negativo del orden de 60.000 voltios. Esto corta efectivamente la fuente electrónica. Al interrumpirse esta fuente electrónica, se depositan iones sobre el blanco. Al alcanzar al sustrato 18, cada uno de los iones transportados ganará un electrón suministrado por el blanco del sustrato y queda así descargado o neutralizado, volviendo a su estado de valencia atómica original. De este modo, los iones habrán vuelto a su condición de átomos, anteriormente designada por la porción punteada que se incluye en la envoltura 24 y habrán sido simplemente transportados desde la nube atómica del material original fundido y vaporizado 17' a su contacto
5.
10.
15.
20.
25.
30.

5 ABR. 1952



con la superficie del sustrato 18, ignorando por el momento el efecto de la energía cinética comunicada a los átomos debido a su velocidad de transporte. Después del depósito inicial de iones, la polaridad del blanco del sustrato se torna positiva, lo que reactiva a la fuente electrónica 27 para suministrar electrones adicionales al blanco. De lo contrario no podrían conseguirse fácilmente ulteriores depósitos.

- 5.
10. Se emplea una fuente de voltaje electrónico 35 para suministrar electrones adicionales al blanco y a su soporte a través de una fuente electrónica de filamento anular 27, al objeto de conseguir el efecto neutralizador. En el momento del impacto con el sustrato, los iones y los átomos inmediatamente descargados poseerán todavía su calor de vaporización. Este calor se perderá por radiación directa. Es de destacar y se entenderá que la magnitud del potencial de transporte suministrado por la fuente 34 y la pantalla 26 se limita a un valor suficiente para asegurarse de que los iones incidentes no reboten o abandonen de otro modo la superficie del sustrato tras su propio impacto o, una vez depositados, tras el impacto de iones subsiguientes. Sin embargo, antes de depositar la resultante película o capa, los iones pueden emplearse para limpiar o preparar de otro modo la superficie del sustrato mediante incidencia sobre ella, si se desea.
- 15.
- 20.
- 25.

30. Los átomos neutralizados que forman la capa sobre el sustrato empezarán inmediatamente a formar una estructura de energía mínima sobre la superficie de dicho sustrato. Tras neutralizarse, los átomos neutro situados



- en la superficie del sustrato no serán ya afectados por el campo electrostático del potencial de transporte. Normalmente, los átomos neutros tendrán una orientación y distribución irregulares entre sí; sin embargo, las líneas paralelas de flujo 28 que se extienden normalmente a la dirección deseada de desarrollo cristalino establecida por el electroimán 19, alterarán esta orientación y distribución irregulares de una manera acorde con la presente invención
5. Las líneas 28 de flujo magnético obligarán a los átomos -
10. neutros a adoptar una distribución en forma de película plana sobre la superficie del sustrato. Es decir, toda tendencia irregular de los átomos neutros a apilarse unos sobre otros o a buscar de otro modo un nivel representado por una configuración distinta a la de un espesor de película uniforme, será eliminada. De acuerdo con sus momentos magnéticos nucleares, cada uno de los átomos neutros tenderá a alinearse en dirección relacionada con las líneas de flujo unidireccionales del campo magnético. Cada uno de los átomos neutros consigue una orientación ali-
15. gerada de tensión con relación a cada uno de los otros - átomos neutros de la película. Tal orientación permite un subsiguiente desarrollo estructurado de acuerdo con el bien conocido depósito ordenado y preferido de átomos dentro de un cristal.
- 20.
25. Con referencia ahora a la figura 4ª, se ofrecerá una descripción más detallada del soporte 17 del material original, de la fuente de calentamiento electrónico 22 y del ionizador 26. Una extremada pureza de la masa fundida es un requisito básico en la función del material
30. original, especialmente silicio, para la producción de -



- cristales semiconductores. El uso de crisoles introduce el peligro de contaminación en la masa fundida desde el material del crisol. Un método para conjurar este peligro se describe en la patente estadounidense nº. 3.051.555,
5. consistente en proporcionar un crisol construido de material de cobre de un punto de fusión situado por debajo - del correspondiente a la masa fundida. El cuerpo del crisol se reviste en su interior con una capa o revestimiento del silicio más puro. Se pone en circulación un agente refrigerante a través del cuerpo del crisol para enfriarlo.
 10. Sin embargo, no se consiguen resultados completamente satisfactorios empleando este método, debido a la temperatura extremadamente elevada que se requiere para vaporizar silicio como material original a cualquier ritmo apreciable.
 15. Por ejemplo, se requiere una temperatura de 1700°C. aproximadamente para vaporizar silicio destinado a cualesquiera aplicaciones prácticas que empleen métodos de desarrollo cristalino. Bajo tales condiciones, se ha observado que el material del cuerpo del crisol, particularmente cobre, se difunde con el borde del revestimiento de silicio.
 20. En las zonas de contacto entre el silicio y el cobre existe un nivel de temperaturas de 800 a 1000°C. aproximadamente, lo que representa el nivel de difusión para el silicio, de manera que se difundirá lentamente cobre desde el sumidor de calor del crisol hacia el material original de silicio objeto de vaporización. Asimismo, bajo tales condiciones de elevadas temperaturas, el revestimiento de silicio, tanto si se trata de silicio puro como de un óxido de silicio, tiene tendencia a decolorarse, lo -
 25. cual afecta adversamente a la concentración de calor en
 - 30.

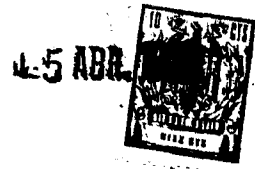
5 ABR. 

el centro del material original cuando éste se mantiene en un crisol. Como el silicio es transparente al calor, el calor creado en el punto de vaporización es transmitido a la superficie del crisol que contiene al material original donde el calor debe ser reflejado de nuevo a la masa fundida, lo que complementa la creación de calor en el punto de vaporización. Sin embargo, la superficie decorada o revestimiento que separa al crisol del material original no reflejará eficientemente el calor transmitido y por consiguiente se producirá una pérdida de calor en el punto de vaporización, donde es más deseable crear un máximo calor. Se requiere una forma ópticamente correcta del crisol para obtener eficientemente una temperatura máxima.

Estos problemas son vencidos por el nuevo crisol de la presente invención, en la que se muestra una versión de crisol para fundir silicio, representada por el número 17, que indica un cuerpo de crisol de cobre provisto de un revestimiento de cromo 36 pulimentado y galvanizado, dispuesto dentro de un hueco semiesférico. 37. El material 17' de la fuente de silicio se asienta dentro del revestimiento de cromo semiesférico 36 y preferiblemente tiene una superficie continua relativamente plana 38 que presenta su centro sobre el eje vertical mayor de la cámara de vacío. El crisol 17 se mantiene a una temperatura relativamente fría, preferiblemente inferior a 350°C, utilizando una nueva técnica de acoplamiento térmico que permite el desplazamiento de las fuentes bajo la pistola y su intercambio con otras fuentes sin conductos de agua flexibles o complicado dispositivo de fuelle. La energía térmica se acopla a un gran sumidor de calor de cobre refrigerado



- por agua, que está ranurado para su igualación a los crisoles de cobre. Un contacto de cobre a presión extremadamente elevada transfiere eficazmente el exceso de energía térmica al refrigerante acuoso. El contacto a elevadísima presión se consigue utilizando la dilatación térmica del crisol contra las muescas del sumidor, mucho más frías. Cuando el crisol se enfría por debajo de 150°C, puede desplazarse fácilmente debajo de la pistola y colocarse en su posición un nuevo material original mediante un simple mecanismo accionador externo. Debido a la superficie reflejada ofrecida por el revestimiento de cromo, el material original de silicio tiene un gradiente térmico que se extiende desde el revestimiento hasta la zona fundida en el centro de la superficie 38. Como quiera que el crisol es semiesférico, el gradiente térmico en todas direcciones actuará como la línea de enfoque hacia el centro de la esfera en la zona de fusión. Preferiblemente, el diámetro semiesférico ilustrado representa 2-3/4 pulgadas. Dirigiendo un haz electrónico de elevada intensidad desde la fuente de calentamiento 22 en el centro de la superficie del material original, se crea un intenso calor local a la temperatura deseada, para fundir dicho material original para su vaporización. La ventaja de usar el sumidor de calor semiesférico con un revestimiento correspondientemente configurado, reside en el hecho de que se construye un calentador óptico además del calentador electrónico, en virtud de lo cual la energía que se irradia hacia la superficie pulimentada de la capa de cromo 36 es reflejada de nuevo al punto de calor local situado en el centro superficial del material original, para facilitar la creación del in-
- 5.
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.



tenso calor local necesario para efectuar la vaporización del material original.

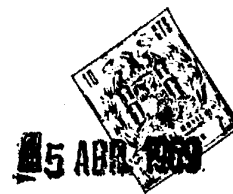
5. El medio calentador se ilustra esquemáticamente en la figura 4ª y con mayor detalle en las vistas ilustradas en las figuras 8ª, 11ª y 12ª. Aunque se han empleado en el pasado fuentes electrónicas tales como pistolas electrónicas para suministrar una corriente de electrones a un material original en un esfuerzo de creación de un intenso calor local, tales medios de la técnica anterior han tropezado con varios problemas. Uno de tales dispositivos convencionales se describe en la patente estadounidense nº. 2.754.259. Para crear un calor suficiente para vaporizar materiales de elevadas temperaturas de fusión, tales como silico, a un ritmo elevado, por ejemplo, un solo haz electrónico es incapaz de suministrar suficientes electrones al punto central de la superficie del material original - para crear suficiente calor localizado que no sólo funda el material, sino que además produzca su vaporización. Asimismo, el haz electrónico ha de pasar a través de la
10. nube vaporizada para alcanzar el material original, lo -- que afecta adversamente a la generación y control de la - nube iónica. En algunos casos, tal como se describe en la patente estadounidense nº 3.235.647, se ha proporcionado complicados medios y mecanismos para desviar o incurvar el
15. haz electrónico alrededor de la nube de vapor creada, al objeto de evitar estos efectos adversos. Sin embargo, ta les esquemas complican grandemente el foco y pueden dece- lerar la corriente de electrones, lo que inhibe además la creación de un intenso calor localizado. Estos problemas
20. se evitan mediante el empleo del medio calentador electró
- 25.
- 30.



- nico incorporado en la presente invención, que incluye una pistola electrónica toroide 22 que rodea al material original 17' y dirige un haz electrónico de forma cónica hacia el centro de dicho material. La pistola
5. electrónica se dispone coaxialmente con el eje vertical central de la cámara de vacío e incluye un filamento circular o anular 39, preferiblemente compuesto de torio, tungsteno o similares, del que salen los electrones. Como se ve en la figura 8ª, el filamento va montado sobre
10. unos soportes eléctricamente aislantes 39'. El vértice del haz electrónico cónico está dirigido hacia el centro del material original para crear un intenso calor local en dicho punto. Para conseguir la forma cónica y la total configuración del haz electrónico, la pistola electró-
15. nica emplea un electrodo configurador de campo alrededor del filamento y los dos electrodos de aceleración espaciados y colocados para dirigir el haz y suministrarle energía. Todos los electrodos son de forma toroidal y se destinan a formar los campos eléctricos del ionizador de vapor y de los medios generadores de plasma. Utilizando es-
20. te diseño, más los campos magnetostáticos de bajo nivel, puede mantenerse una densa nube de plasma y confinarse - dentro de un ambiente de vacío ultraelevado. La energía para la pistola electrónica deriva de una adecuada fuente de voltaje 30 que puede aplicar aproximadamente 3500 wa-
25. tios, lo cual es suficiente para vaporizar el material original de silicio, por ejemplo a unos 2000 watos. Por consiguiente, unos 1500 watos pueden considerarse como cantidad extra que puede emplearse para iniciar más acelerada-
30. mente la evaporación del material original. La pistola -



- electrónica es sometida a un potencial negativo del orden de 6000 voltios, manteniéndose el material a un potencial de tierra, de manera que se obtenga una aceleración total de 6000 voltios. La primera placa aceleradora 41 se mantiene a un potencial negativo de 5900 voltios, mientras que la segunda placa aceleradora 42 se mantiene al potencial de tierra. Una porción 43 pendiente de un recipiente 44 que forma parte del ionizador, es dotada de 300 voltios positivos, que facilitan el enfoque del haz electrónico a su configuración cónica. Preferiblemente, el ángulo del haz electrónico es del orden de 30 a 37° en el vértice. El ionizador 16 incluye además una placa 45 que se dispone en relación fija y espaciada respecto al recipiente 44.
5. En el espacio comprendido entre la placa superior 45 del ionizador y el recipiente 44 del mismo, se dispone una bobina electromagnética toroidal 46 que constituye el medio de enfoque 23 que se emplea para enfocar el vértice del haz electrónico cónicamente configurado en un punto central de la superficie del material original. Aunque el haz electrónico se dirige al centro del material electrostáticamente, existe la presencia de un campo magnético variable que es parte del campo generado por el electroimán toroidal 19. En las proximidades de la pistola electrónica y del material original se encuentra presente una energía de campo de 15 gaussess aproximadamente, cuando se hallan presentes aproximadamente 50 gaussess en el área del blanco. Este campo magnético tiene un efecto adverso sobre el haz electrónico cónico, que hace que éste sea impulsado hacia abajo, de modo que su vértice se produ
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.



5. ciría normalmente por debajo de la superficie del material original, El haz electrónico que fue primeramente enfocado en el centro, será desviado con un ángulo mayor hacia abajo y esparcirá su efecto hacia el exterior sobre la superficie del material original, lo cual es indeseable. Por consiguiente necesario redirigir el haz electrónico de nuevo hacia arriba, de manera que su vértice choque con el centro del material original. Para producir tal efecto de redirección, se emplea el electroimán toroidal 46. El campo magnético generado por esta bobina, representado por los números 47, está en ángulo recto con el campo generado por el electroimán toroidal grande 19 en las inmediatas proximidades del filamento 39 y por consiguiente su dirección hará que el haz electrónico se desplace hacia arriba en lugar de hacerlo hacia abajo. Equilibrando este campo magnético contra todo ajuste particular del electroimán 19 productor del campo variable, el haz electrónico puede dirigirse de nuevo al centro del material original. Así, se obtiene un enfoque variable para el haz electrónico cónicamente configurado, por medio del imán de enfoque 46. Se indicará particularmente que el campo magnético de la bobina de enfoque opera sobre el haz electrónico casi inmediatamente después de la emisión de los electrones desde el filamento 39 en un área adyacente al mismo, antes de cualquier efecto acelerador producido por el acelerador de dos etapas. El campo magnético determina también el que el material original vaporizado sea retenido o configurado en el paso central que comunica al material original con la porción inferior de la zona de transporte 21. El efecto de retención del vapor ha
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.



ce que éste se configure como columna, que es transportada ascendentemente. El campo electromagnético producido por la bobina 46 mantiene al material ionizado en un lugar confinado, de manera que este material no se cantamine por -

5. bombardeo de la superficie de la pistola electrónica.

Con referencia ahora a la figura 5ª, se ilustra una vista en alzado lateral del aparato de la presente invención, en la que la cámara de vacío 15 va montada sobre una base 49 sustentada sobre un adecuado suelo 51. La base 49 está provista de varios conductos y tuberías que comunican la cámara de vacío exteriormente a la base y que son necesarios para efectuar un vacío ultraelevado dentro de la cámara 26. Situada alrededor de la periferia inferior de la base 49, hay una serie de imanes 50 que se emplean en un sistema de vacío convencional. Adecuadamente sostenida alrededor de la cámara de vacío 15, se dispone una pantalla protectora o rejilla 52 que ofrece protección en el caso de rotura de la porción de vidrio de la citada cámara. Los accesorios 53 retienen a la rejilla 52 en posición alrededor de la cámara 15. Dispuesto alrededor de la cámara de vacío y en relación coaxial con ella, el electroimán toroidal 19 es sustentado por los puntales 54 y 55. El ajuste vertical del electroimán hacia arriba y abajo puede efectuarse mediante rotación de los accesorios 56, que operan sobre postes fileteados 57 sostenidos por pilares básicos 58, respectivamente. Situado junto al aparato, se dispone un panel de control 60 que muestra una serie de adecuados calibradores, diales, botones, equipo de registro y similares. Un aspecto característico de la cámara de vacío de la presente invención consiste en el hecho de

10.

15.

20.

25.

30.



que aquélla no está configurada de acuerdo con la habitual cámara de forma acampanada, sino que incluye una tapa o cubierta plana y desmontable 61, que se asienta alrededor de la periferia superior de la cámara 15. De esta manera, la

5. tapa 61 puede retirarse de la pared anular sustentadora de la cámara, de manera que pueda trabajarse sobre los diversos elementos y componentes contenidos en el interior de dicha cámara y los sustratos puedan disponerse sobre el soporte del blanco. La cubierta o tapa 61 está provista de una serie de pasos cubiertos 62 extendidos a través de ella y --

10. que pueden emplearse para montar y contener una variedad de configuraciones de blancos, si se desea.

La figura 6ª ilustra más claramente la cubierta o tapa 61 incluyendo al conducto cubierto 62 mediante el cual pueden contenerse blancos u otras estructuras dentro

15. de la cámara de vacío.

Con referencia ahora a la figura 7ª, se ilustra la base 49 sustentando a un miembro de montaje 63 que sostiene a los diversos elementos contenidos en el interior de la cámara de vacío 15. Inmediatamente sostenido sobre la montura 63, se encuentra el crisol 17, que está fijado a una placa desplazable 64 que se desliza sobre una base 65 del crisol. La base y la placa desplazable 64 se mantienen en posición por medio de soportes laterales 66 que

20. se disponen a lados opuestos de la base y la placa e incluyen unos rebordes 67 proyectados hacia el interior para sostener a la placa desplazable mientras se desliza --

25. rectilíneamente sobre la base 65. El crisol 17 se describirá con mayor detalle con referencia a la figura 9ª.

30. Las placas aceleradoras 41 y 42 de dos etapas -



penden de los soportes eléctricamente aislantes 68, que están sujetos al recipiente 44 del ionizador 16. Este ionizador 16 y por consiguiente la pistola electrónica 22, se sostienen sobre la montura 63 por medio de soportes aislantes 70 que no solo sostienen al ionizador y a la pistola electrónica en relación fija y espaciada respecto al crisol, sino que además mantienen al ionizador y a la pistola en relación coaxial con el crisol y el eje vertical central de la cámara de vacío 15. El recipiente 44 del ionizador se mantiene estacionariamente por medio de soportes 71 que se sujetan por un extremo a la periferia exterior de la pared vertical 69 del recipiente y se acoplan desprendiblemente por el otro extremo al de los soportes 70 mediante sujetadores 72. La porción inferior de la pantalla de carga 26, que es de reducido diámetro y que se representa por el número 73, está situado en relación espaciada y fija respecto a la pared vertical del recipiente del ionizador y su extremo periférico inferior está situado por debajo de un labio ondulado 74 de la pared del recipiente. Tal disposición proporciona un paso anular entre la superficie interna de la porción inferior 73 de la pantalla de carga y el labio ondulado 74 del recipiente 44. Por este medio, y cuando se aplican los voltajes anteriormente mencionados a la pantalla de carga y al ionizador, existen unos gradientes de potenciales electrostáticos acelerantes, que siguen el esquema general de las líneas discontinuas representadas por el número 75. Debido a este gradiente de potencial, los iones presentes en la nube 25 serán conducidos a través de la zona de transporte 21 en dirección del blanco 18.



La porción inferior 73 puede fijarse a la porción mayor de la pantalla de carga por cualquier medio adecuado; sin embargo, es de destacar que la pantalla de carga 26 está sostenida dentro de la cámara de vacío 15 por medio de

5. soportes aislantes 76 que están montados sobre otros soportes 78 sostenidos en la pared de la base 49 mediante las monturas 80. Situada encima de la pantalla de carga 26, la fuente electrónica 27 está sustentada sobre aquélla mediante los soportes 81. Estos soportes aislan adecuadamente el filamento de la fuente electrónica 27 respecto a la

10. pantalla de carga 26. Es de destacar que la fuente electrónica 27 es de configuración anular, de manera que el electrón puede considerarse una pistola electrónica toroidal cuya emisión de electrones está dirigida al blanco 18 sobre el que está montado el sustrato 11. Montada también encima de la pantalla de carga y abarcando a la fuente --

15. electrónica 21, se encuentra una cúpula 82 en la que hay una abertura 83 en la que está situado el blanco 18. Aunque se ilustra una sola lámina o capa de material de sustrato 11, se entenderá que puede sujetarse y mantenerse --

20. adecuadamente una serie de virutas, láminas, etc., de sustrato, mediante el lado inferior del blanco 18, según se desee.

Un aspecto característico de la presente invención reside en el hecho de que el blanco 18 puede orientarse dentro de la abertura 83 en cualquier medida deseada por

25. medio de un accesorio de junta universal 84 que acopla el blanco 18 a un árbol de montaje 85. El árbol de montaje se proyecta a través del paso central dispuesto en la tapa o cubierta 61 y termina en una cubierta 62 de sellado

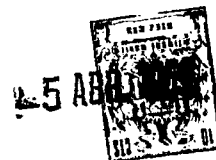
30.



5. del vacío. De esta manera, una vez que ha comenzado el desarrollo ordenado del conjunto de átomos en una dirección deseada, orientada por el campo magnético del imán toroidal 19, puede colocarse de nuevo el blanco con un ángulo diferente respecto a la dirección de desplazamiento de los iones, con lo que continuará el desarrollo ininterrumpido del conjunto coherente.

10. Para aumentar el sistema de vacío, se ilustra un elemento calentador 86 dispuesto por debajo de la montura 63. Asimismo, se muestra un recipiente cónico 87 montado sobre el lado inferior de la montura 63, que puede servir de extractor en la separación de contaminadores durante el bombeo realizado por el sistema de vacío.

15. Con referencia ahora a la figura 9ª, se muestra el crisol 17 montado sobre la placa deslizante 64, en una posición tal que el crisol es coaxial respecto al eje vertical central de la cámara de vacío. El crisol 17 puede emplearse para taladrar un tipo de material semiconductor, tal como el N por ejemplo, pudiéndose emplear inicialmente átomos de este material original para construir un conjunto ordenadamente coherente de material reestructurado sobre la superficie del sustrato. Sin embargo, un aspecto de la invención consiste en el hecho de que puede reestructurarse un segundo depósito de otro material original, tal como material del tipo P, empleando otro crisol 90 -
20. sostenido sobre la placa desplazable 64. Tras el deslizamiento de la placa 64, el crisol 17 será desviado de su posición original, pudiéndose desplazar el crisol 90 al -
25. punto anteriormente ocupado por el crisol 17. La placa
30. 64 puede deslizarse sobre la base 65 mediante una varilla



- alternativamente desplazable 91, que se fija a la placa 64 y que puede pasar a través de la pared de la base 49, de manera que un operario pueda cambiar la posición del crisol desde el exterior de la cámara de vacío sin necesidad de interrumpir éste último. La varilla 91 puede presentar la forma de un tornillo de avance o bien puede accionarse desde un dispositivo de leva. Por consiguiente, el dispositivo de crisoles sumidores de calor está constituido por dos crisoles independientes 17 y 90, cada uno de cuyos crisoles puede contener un diferente material original. En un caso, por ejemplo, el crisol 17 podría ser de silicio del tipo N y el otro crisol 90 podría contener un silicio del tipo P. Si se desea, el material original contenido en el crisol sobre el que no se está actuando puede cubrirse con una adecuada tapa opuesta por algún material altamente refractario, tal como molibdeno, tántalo, tungsteno o similares, de manera que la tapa no se funda. Por consiguiente, sólo puede exponerse en un momento determinado un solo material original para su calentamiento y vaporización mediante la fuente electrónica 22.
- 5.
- 10.
- 15.
- 20.

- Con referencia a la figura 10^a, se muestra más claramente el lado inferior del blanco 18, que ilustra la sustancial área superficial expuesta por el aparato de la presente invención, sobre la que puede dirigirse el depósito a vapor a fin de proporcionar un conjunto coherente y ordenado de material reestructurado. Se entenderá que la montura del blanco puede ser adaptable para montar una serie de sustratos sobre los que pueda depositarse el material reestructurado o bien la montura del blan-
- 25.
- 30.



- co puede contener fácilmente un solo blanco de sustrato de sustancial área superficial. Asimismo, si se desea, pueden emplearse varias formas y configuraciones de máscara por delante de la superficie del sustrato en que tiene lugar el depósito, que pueden utilizarse para situar áreas selectivas sobre la superficie del sustrato, en las que se pretende aplicar el depósito.
- 5.

- A la vista de lo que antecede, se observará que el aparato y método de la presente invención generan una nube de vapor creada a partir de un material original y que subsiguientemente forman una capa coherente y reestructurada de este material sobre un sustrato para constituir un producto eléctrico. Se emplean materiales originales de diferentes características de conductividad, de manera que puedan reestructurarse capas o películas múltiples de tal material sobre la superficie del sustrato. El lapso medio de tiempo para el depósito de tal capa -- reestructurada deberá ser del orden de 1 a 2 minutos para un determinado material original. Inmediatamente después, puede vaporizarse, ionizarse y transportarse otro material original para su depósito sobre el producto, -- aproximadamente en el mismo espacio de tiempo. Esto puede conseguirse sin interrumpir el vacío de la correspondiente cámara y sin necesidad de operaciones adicionales para descontaminar la cámara citada.
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.

- La coherencia estructural conseguida por el material depositado es función del carácter superficial del sustrato y de la intensidad del campo magnetostático presente en la superficie del sustrato, así como de la energía térmica presente o suministrada por los iones que lle-
- 30.



gan. Cuando la energía y fuerzas reestructuradoras son llevadas a un grado óptimo para determinados materiales, puede mantenerse la coherencia en el grado requerido para dispositivos semiconductores activos. En muchos casos, el requisito del campo reestructurador magnetostático es inversamente proporcional a la cristalinidad de la superficie que se deposita y a la correspondencia estructural del depósito.

Aunque se han mostrado y descrito versiones particulares de la presente invención, los expertos en la materia comprenderán que pueden efectuarse cambios y modificaciones sin apartarse de la invención en sus aspectos más amplios y por consiguiente se pretende en las adjuntas reivindicaciones abarcar todos los cambios y modificaciones citados que entren en el verdadero espíritu y ámbito de esta invención.

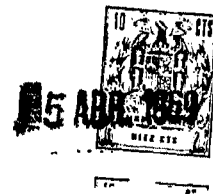
El solicitante se reserva el derecho de introducir en la presente invención cuantos perfeccionamientos sobre la misma puedan derivarse, mediante la solicitud de los correspondientes Certificados de Adición en la forma señalada por la Ley.

NOTA

La Patente de Invención, que se solicita por veinte años, para España, de acuerdo con la vigente legislación, deberá recaer sobre: "MÉTODO Y APARATO PARA REESTRUCTURAR UN MATERIAL ORIGINAL FUNDIDO", según las características esenciales de las siguientes:

REIVINDICACIONES

1º.- Método para reestructurar un material original fundido, desde un estado de vapor ionizado a un es-



- tado sólido en forma de capa atómica sustancialmente coherente, densa y consolidada, del material original sobre la superficie de un sustrato, cuyo método comprende las operaciones de generar un campo magnético dotado de líneas magnéticas de flujo extendidas alrededor de la superficie del sustrato y el material original fundido; generar iones del material original fundido a depositar sobre la superficie del sustrato; y formar la capa atómica coherente de material original en estado sólido mientras se encuentra bajo la continuada influencia del campo magnético adaptado para controlar la dirección del depósito de material original ionizado.
- 5.
- 10.

2ª.- Método para reestructurar un material original fundido, según la reivindicación 1ª, en el que la citada operación de formación incluye a la de neutralización de los iones antes, durante e inmediatamente después del depósito, de manera que los iones sean devueltos a su estado de valencia atómica original, con el resultado de un conjunto atómico coherente y reestructurado del material original - denso y consolidado.

15.

3ª.- Método para reestructurar un material original fundido, según la reivindicación 1ª, en el que dicha operación de generación de un campo magnético incluye la sujeción de la superficie del sustrato a un nivel sustancialmente mayor de flujo magnético que el nivel de flujo magnético generado en el material original fundido.

20.

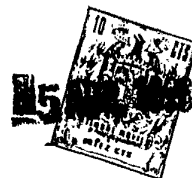
25.

4ª.- Método para reestructurar un material original fundido, según la reivindicación 1ª, en el que dicho estado de vapor se establece y actúa sobre él mediante las operaciones de vaporización del citado material original en un ambiente de vacío ultraelevado, para producir una nube

30.



- de vapor de material original atomizado; ionización del material original atomizado para proporcionar una nube iónica configurada y confinada; el transporte de los iones incorporados en la nube iónica al sustrato; y en el que dicho campo magnético es generado de manera que sea uniforme en el área del sustrato que tiene dichas líneas de flujo magnético extendidas normalmente a la superficie del sustrato para dirigir el depósito ordenado de los átomos ionizados en una orientación preferida.
- 5.
10. 5^a.- Método para reestructurar un material original fundido, según la reivindicación 3^a, que incluye la operación de repetir subsiguientemente las anteriores operaciones para formar un segundo conjunto atómico reestructurado y coherente sobre el primer conjunto.
15. 6^a.- Método para reestructurar un material original fundido, según la reivindicación 5^a, que incluye la formación del segundo conjunto de material original con diferentes características de conductividad eléctrica respecto a las del material original empleado para reestructurar el primer conjunto, a fin de producir múltiples capas sobre el sustrato.
- 20.
25. 7^a.- Método para reestructurar un material original fundido, según la reivindicación 4^a, en el que dicha operación de vaporización incluye el calentamiento del material original mediante emisión de electrones que siguen un esquema cónico desde una fuente electrónica toroidal; y el enfoque de la emisión electrónica cónica de manera que se concentre el bombardeo electrónico en un punto central de la superficie del material original para crear un intenso calor local sin obstaculizar la formación de la nube iónica.
- 30.



nica.

5. 8ª.- Método para reestructurar un material original fundido, según la reivindicación 7ª, en el que la citada operación de vaporización incluye además el mantenimiento del material original que se calienta en un crisol de pared semiesférica que opera como calentador óptico, en virtud de lo cual el calor irradiado desde el punto central sobre la superficie del material original es reflejado por la pared semiesférica al punto central para aumentar el calentamiento del material por dicha operación de calentamiento por emisión electrónica.
- 10.

15. 9ª.- Método para reestructurar un material original fundido, según la reivindicación 7ª, en el que la citada operación de enfoque incluye la generación de un campo magnético toroidal que rodee a la nube de vapor para efectuar la configuración y confinación de la nube iónica formada.

20. 10ª.- Método para reestructurar un material original fundido, según la reivindicación 9ª, en el que dicha operación de vaporización incluye además el enfriamiento de la porción de material original dispuesta entre el punto central de su superficie y la pared semiesférica, manteniendo una circulación constante de fluido a través del soporte del crisol, eficaz para reducir la temperatura del cuerpo del crisol.
- 25.

30. 11ª.- Método para reestructurar un material original fundido, según la reivindicación 2ª, en el que dicha operación de neutralización incluye el suministro de una cantidad de electrones al sustrato antes del depósito de los iones sobre el mismo, de manera que el sustrato asuma



un potencial más negativo que la nube iónica.

5. 12ª.- Método para reestructurar un material original fundido, según la reivindicación 4ª, en el que dicha operación de transporte incluye el establecimiento de un gradiente de potencial electrostático efectivo para iniciar y acelerar el movimiento de los iones en una dirección preferida hacia el sustrato, siendo además efectivo para mantener la velocidad de los iones a través del ambiente de vacío ultraelevado.

10. 13ª.- Método para reestructurar un material original fundido, según la reivindicación 5ª, que incluye las operaciones de suministrar electrones adicionales al sustrato como preparación para el subsiguiente depósito del segundo conjunto atómico citado, reestructurado y coherente, del material original.

15. 14ª.- Aparato para reestructurar un material original fundido, desde un estado de vapor ionizado a un estado sólido en forma de capa atómica sustancialmente coherente del material original sobre la superficie de un sustrato, cuyo aparato comprende un calentador para mantener el material original en estado fundido y producir una nube de vapor de material original atomizado; un ionizador adyacente a la nube de vapor para ionizar el material original atomizado y proporcionar una nube iónica; medios de transporte electrostáticos dispuestos en relación fija y espaciada con dicho ionizador para mover los iones de la nube iónica hacia el sustrato; medios electromagnéticos funcionalmente dispuestos con relación a los citados medios electrostáticos para generar un campo magnético en el área del sustrato y del citado ionizador al objeto de efectuar el depósito -

20.

25.

30.

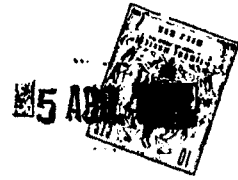


ordenado de los átomos ionizados en una preferida orientación de conjunto; y medios neutralizadores adyacentes al sustrato para neutralizar los iones depositados y formar la capa en estado sólido del material original.

5. 15ª.- Aparato para reestructurar un material original fundido, según la reivindicación 14ª, en el que dichos medios neutralizadores se disponen entre el sustrato y el mencionado ionizador.

10. 16ª.- Aparato para reestructurar un material original fundido, según la reivindicación 14ª, en el que dichos medios electromagnéticos generan un campo magnético sustancialmente mayor en el área del sustrato respecto al generado en el área del mencionado ionizador.

15. 17ª.- Aparato para reestructurar un material original fundido, según la reivindicación 14ª, en el que dicho sustrato está situado dentro de una cámara de vacío, los referidos medios de transporte electrostático incluyen medios para establecer un gradiente de potencial electrostático entre el referido ionizador y el sustrato para acelerar y controlar la dirección de desplazamiento en los átomos ionizados; los mencionados medios neutralizadores están adaptados para suministrar una cantidad de electrones a dicho sustrato; y los referidos medios electromagnéticos están coaxialmente dispuestos con relación al citado ionizador y a los
20. medios de transporte electrostático para generar un campo magnético en el área del sustrato que tiene líneas de flujo magnético extendidas normalmente a la superficie de dicho sustrato para controlar la dirección del depósito de
25. átomos ionizados en una preferida orientación ordenada sobre la superficie del mencionado sustrato en ángulo recto
30.

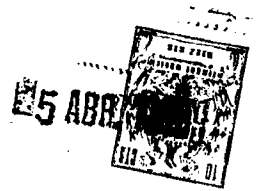


con las líneas de flujo magnético para formar un conjunto atómico reestructurado y coherente del material original sobre la superficie de aquel sustrato.

5. 18ª.- Aparato para reestructurar un material original fundido, según la reivindicación 14ª, en el que dicho calentador destinado a producir la nube de vapor incluye una fuente electrónica toroidal coaxialmente dispuesta alrededor del material original y adaptada para emitir un haz electrónico cónico dirigido al centro de la superficie del material original expuesto a dicha fuente electrónica toroidal; y un
10. segundo electroimán se dispone coaxialmente alrededor de la mencionada fuente electrónica toroidal para enfocar al haz electrónico cónico de manera que concentre el bombardeo electrónico en el centro de la superficie del material original para crear un intenso calor local efectivo para fundir y vaporizar una porción del material original sin obstaculizar la formación de la nube iónica.
- 15.

20. 19ª.- Aparato para reestructurar un material original fundido, según la reivindicación 18ª, en el que el citado calentador destinado a producir la nube de vapor incluye además un calentador óptico provisto de una pared semiesférica en la que se mantiene el material original, en virtud de lo cual el calor irradiado en el centro de la superficie de dicho material original es reflejado por
25. la citada pared semiesférica al punto central de la superficie del material original para aumentar el calentamiento del material proporcionado por dicha fuente electrónica toroidal.

30. 20ª.- Aparato para reestructurar un material original fundido, según la reivindicación 17ª, en el que los



- citados medios electrostáticos incluyen una pantalla de carga circular que tiene una porción inferior circular de diámetro reducido, estando situada la mencionada porción inferior de la pantalla de carga en relación fija y espaciada respecto a dicho ionizador, de manera que se defina un paso anular entre ellos, incluyendo también los citados medios electrostáticos y el referido ionizador fuentes de voltaje independientemente acopladas a la mencionada pantalla de carga y al ionizador, respectivamente, que funcionan estableciendo el mencionado gradiente de potencial de control direccional, acelerativo y electrostático, en virtud de lo cual dicho gradiente de potencial es concentrado dentro del referido paso anular entre la pantalla de carga y el ionizador desde el que se extiende el referido gradiente de potencial hacia el sustrato.
5. respecto a dicho ionizador, de manera que se defina un paso anular entre ellos, incluyendo también los citados medios electrostáticos y el referido ionizador fuentes de voltaje independientemente acopladas a la mencionada pantalla de carga y al ionizador, respectivamente, que funcionan estableciendo el mencionado gradiente de potencial de control direccional, acelerativo y electrostático, en virtud de lo cual dicho gradiente de potencial es concentrado dentro del referido paso anular entre la pantalla de carga y el ionizador desde el que se extiende el referido gradiente de potencial hacia el sustrato.
10. estableciendo el mencionado gradiente de potencial de control direccional, acelerativo y electrostático, en virtud de lo cual dicho gradiente de potencial es concentrado dentro del referido paso anular entre la pantalla de carga y el ionizador desde el que se extiende el referido gradiente de potencial hacia el sustrato.
15. de potencial hacia el sustrato.

21ª.- Aparato para reestructurar un material original fundido, según la reivindicación 18ª, en el que dichos medios destinados a suministrar una cantidad de electrones al mencionado sustrato incluyen una segunda fuente electrónica toroidal dispuesta en relación fija y espaciada respecto al extremo de los medios electrostáticos, frente a su extremo adyacente al ionizador, de manera que el sustrato asuma un potencial más negativo que los átomos ionizados.

25. 22ª.- Aparato para reestructurar un material original fundido, según la reivindicación 18ª, en el que los segundos medios electromagnéticos citados establecen un campo magnético transversal, unitario y toroidal en la trayectoria del mencionado haz electrónico, proporcionando líneas magnéticas de fuerza de controlable dirección

30. do líneas magnéticas de fuerza de controlable dirección



de orientación, que se extienden alrededor de dicha fuente electrónica para enfocar el haz de electrones sobre la superficie del material original.

5. 23^a.- Aparato para reestructurar un material original fundido, según la reivindicación 22^a, en el que dicho campo magnético transversal unitario y toroidal define un paso central que circunda a la nube de vapor para efectuar la configuración y confinamiento de la nube iónica.
10. 24^a.- Aparato para reestructurar un material original fundido, según la reivindicación 19^a, en el que dicho calentador óptico incluye un revestimiento de cromo galvanizado que sigue el contorno de la citada pared semiesférica y separa dicha pared del referido material original.
15. 25^a.- Aparato para reestructurar un material original fundido, según la reivindicación 24^a, en el que el citado calentador óptico incluye medios para enfriar el referido revestimiento de cromo durante el calentamiento de una porción del material original a una temperatura inferior a la de fusión del revestimiento de cromo e inferior a la temperatura de la masa fundida de material original, manteniendo así al revestimiento de cromo del calentador óptico en estado solidificado y evitando la fusión del material original en dicho revestimiento de cromo.
20. 26^a.- Aparato para reestructurar un material original fundido, según la reivindicación 14^a, en el que los citados medios electromagnéticos presentan la forma de un toroide que define una abertura central en la que se sitúa el sustrato, extendiéndose la superficie de éste sustancialmente en el mismo plano horizontal que dichos me--
- 25.
- 30.

5 ABR.



dios electromagnéticos.

5. 27ª.- Aparato para reestructurar un material original fundido, según la reivindicación 14ª, que incluye - medios para montar a los medios electromagnéticos en una atmósfera externa a la cámara de vacío.

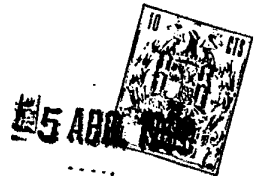
28ª.- Aparato para reestructurar un material original fundido, según la reivindicación 14ª, en el que el material original está compuesto de silicio.

10. 29ª.- Aparato para reestructurar un material original fundido; según la reivindicación 14ª, que incluye un par de crisoles para contener material original de dos tipos de conductividad diferentes; y medios accionadores funcionalmente conectados al citado par de crisoles para situar selectivamente cualquier crisol del referido par, de manera que el centro superficial del material original contenido en él se extienda sustancialmente a lo largo del eje vertical central del aparato en alineamiento coaxial con dicho calentador.

20. 30ª.- Aparato para reestructurar un material original fundido, en el que se incluye un crisol para contener un material original del que ha de fundirse y vaporizarse una porción, cuyo crisol comprende un cuerpo formado de un material que es eléctrica y térmicamente de buena conductividad, adaptado para su funcionamiento como -
25. elemento de un circuito eléctrico; teniendo dicho cuerpo del crisol un hueco semiesférico formado en él; un feves-
timiento de cromo dispuesto en el referido hueco semiesférico, que separa el cuerpo del crisol del material original; medios para sustentar el cuerpo del crisol; y
30. medios para recircular un refrigerante a través de los me-



5. medios de sustentación del cuerpo del crisol durante la fusión del material original a una temperatura inferior a la de fusión del citado cuerpo del crisol, para ofrecer un entrelazamiento térmico entre el referido cuerpo y los medios de sustentación mencionados, e inferior a la temperatura de la masa fundida de material original, en virtud de lo cual se mantiene el revestimiento de cromo en estado solidificado y se evita la fusión de la citada masa al referido revestimiento de cromo.
10. 31^a.- Aparato para reestructurar un material original fundido, según la reivindicación 30, en el que dicho revestimiento de cromo es utilizable como calentador óptico mediante el cual el calor de la masa fundida del material original situada en el centro superficial de aquél es reflejado al centro de la superficie para aumentar el calentamiento del material original, de manera que la masa fundida de material original situada en el centro de la superficie sea contenida por material original relativamente sólido -
15. dispuesto entre la masa fundida de material original y el revestimiento de cromo citado.
20. 32^a.- Aparato para reestructurar un material original fundido, en el que se incluye la combinación de un calentador de fuente electrónica y un crisol para calentar controlablemente la superficie de un material original dispuesto en dicho crisol, que comprende un filamento de alambre anular coaxialmente dispuesto en relación fija y espaciada respecto al material original y que tiene un diámetro superior al de este material original; y una fuente de voltaje eléctricamente conectada a dicho filamento de alambre,
25. utilizable para efectuar la emisión continua de un haz elec
- 30.



trónico cónicamente configurado, que converge en el centro del material original, de manera que el bombardeo electrónico cree un intenso punto de calentamiento localizado en el centro superficial del material original para crear una nube de vapor.

5.

33ª.- Aparato para reestructurar un material original fundido, según la reivindicación 32ª, que incluye además, combinadamente, medios enfocadores y ionizadores electromagnéticos para establecer un campo magnético utilizable para proporcionar líneas magnéticas de fuerza destinadas a enfocar el haz electrónico sobre la superficie del material original y para ionizar la nube de vapor.

10.

34ª.- Aparato para reestructurar un material original fundido, en el que se incluye una pistola electrónica que comprende un medio toroidal de emisión de electrones que incluye un elemento en forma de alambre, medios de suministro de voltaje eléctricamente conectados al citado elemento utilizable para efectuar la emisión continua de un haz electrónico configurado de manera sustancialmente cónica que converge en un vértice; un medio acelerador - electrostático de dos etapas para controlar la dirección y configuración de la emisión electrónica; y medios electromagnéticos coaxiales con dicho elemento emisor para enfocar el referido haz cónico de electrones.

15.

20.

35ª.- "METODO Y APARATO PARA REESTRUCTURAR UN MATERIAL ORIGINAL FUNDIDO".

25.

Según queda sustancialmente descrito en la pre

.../...

5 ABR. 1969



sente Memoria Descriptiva, que consta de cuarenta y cuatro, hojas, escritas a máquina por una sola cara y acompañada de dibujos.

Madrid, 5 de Abril de 1969.

ISOFILM INTERNATIONAL.

P.P.

FRANCISCO GARCIA CASTERHO
P. P.

Firmado: M.^a Dolores Jorquera



FIG. 1

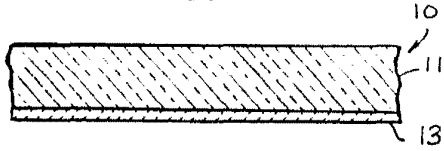


FIG. 2

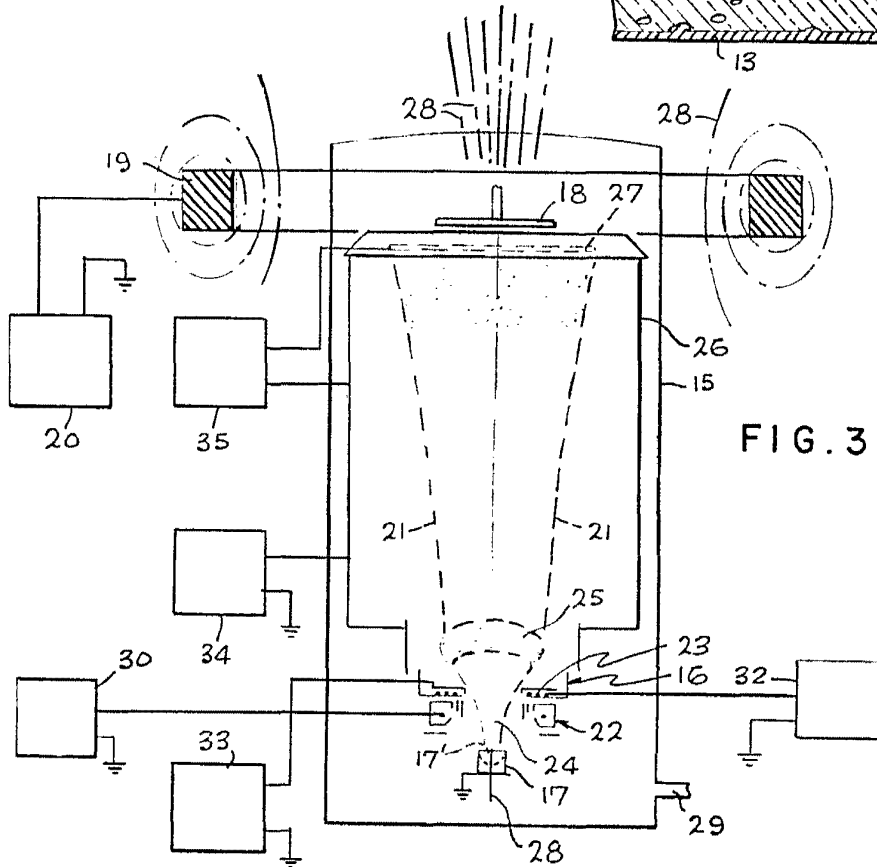
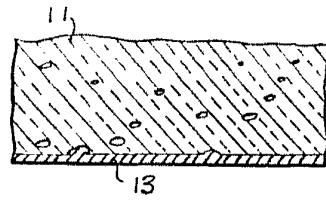
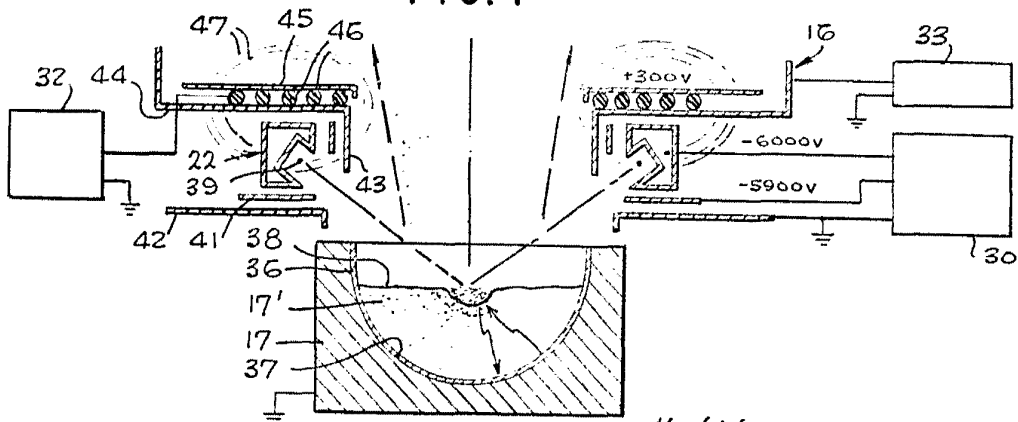


FIG. 3

FIG. 4



Escala variable

Madrid,
ISOFILM INTERNATIONAL
P.P.

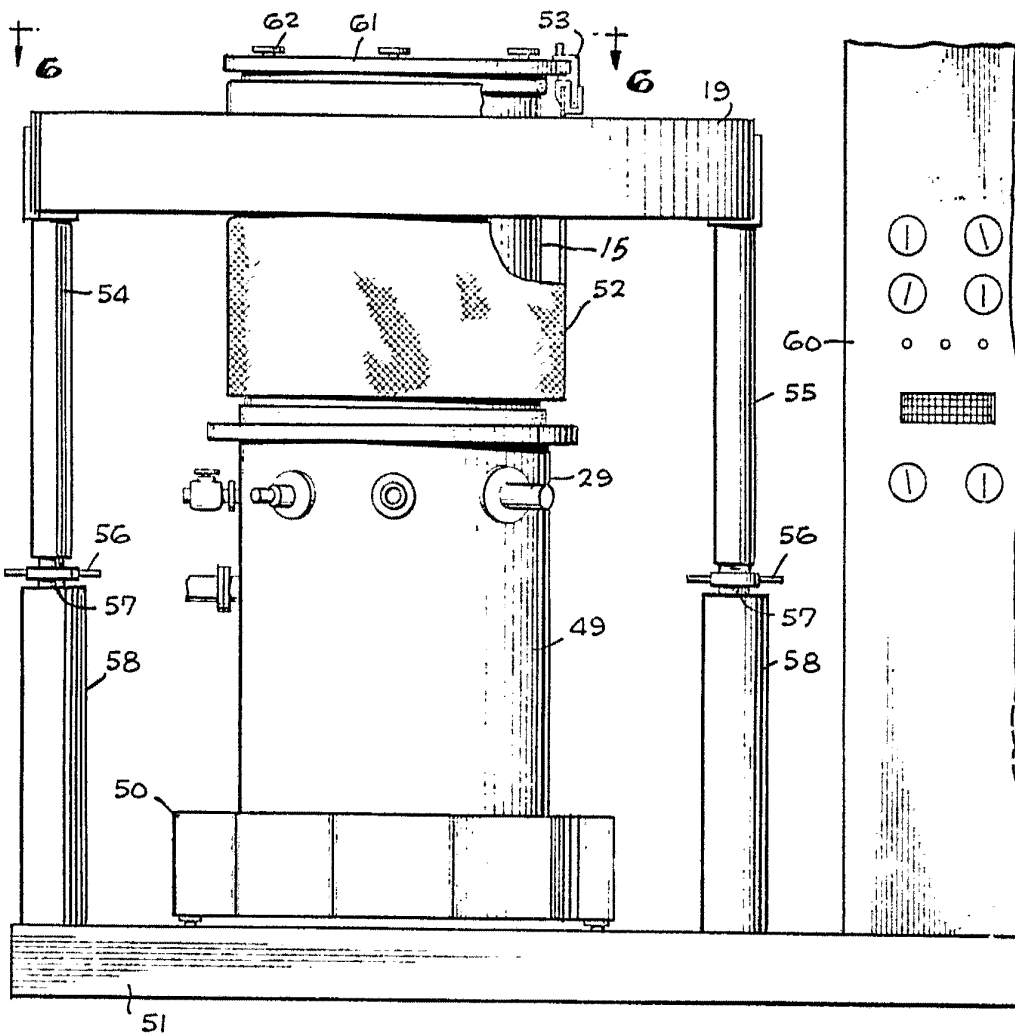


FIG. 5

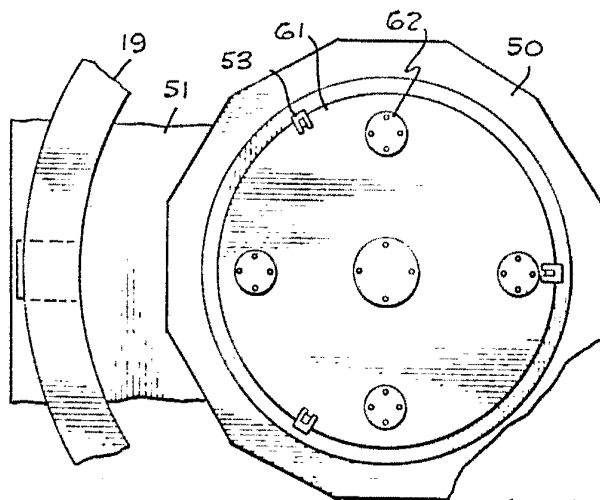


FIG. 6

Madrid.
ISOFILM INTERNATIONAL
P. P.

Escala variable

FIG. 7

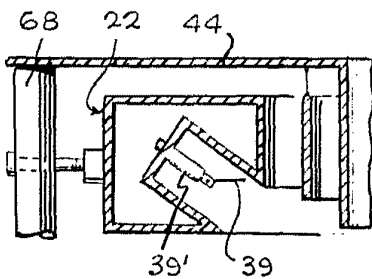
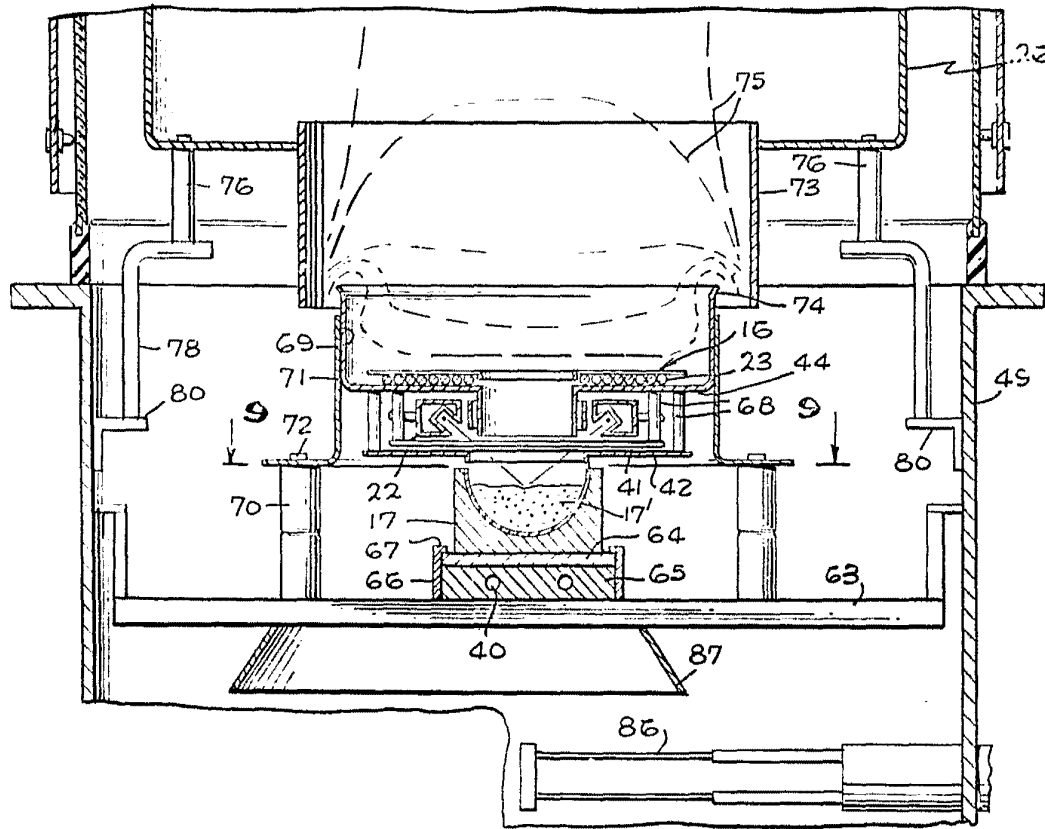
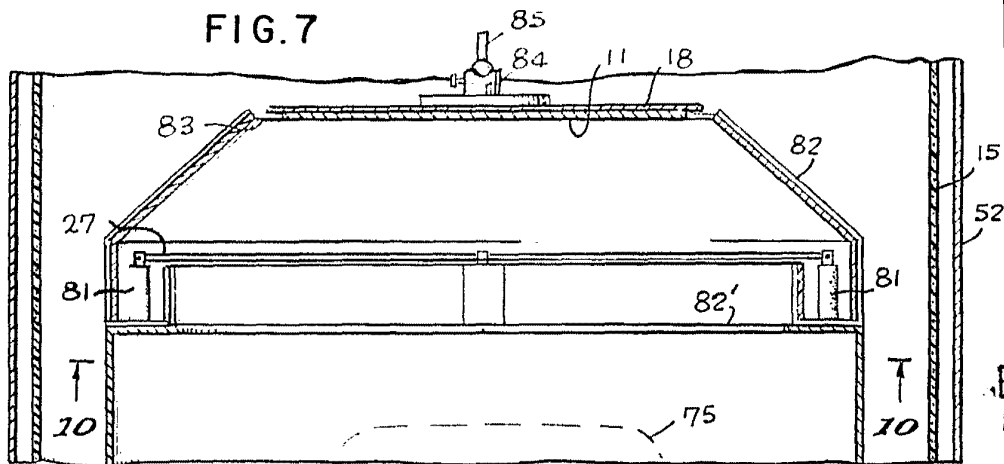


FIG. 8

Madrid,

ISOFILM INTERNATIONAL
P. P.

Escala variable

[Handwritten signature and date]
 1973

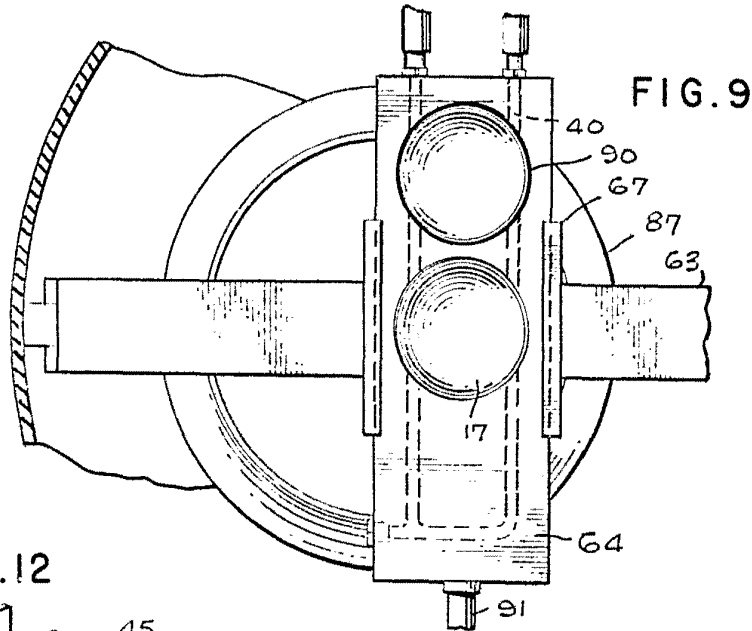


FIG. 9

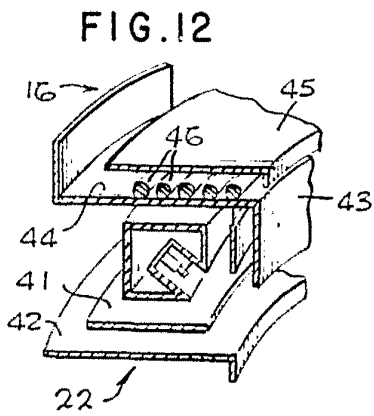


FIG. 12

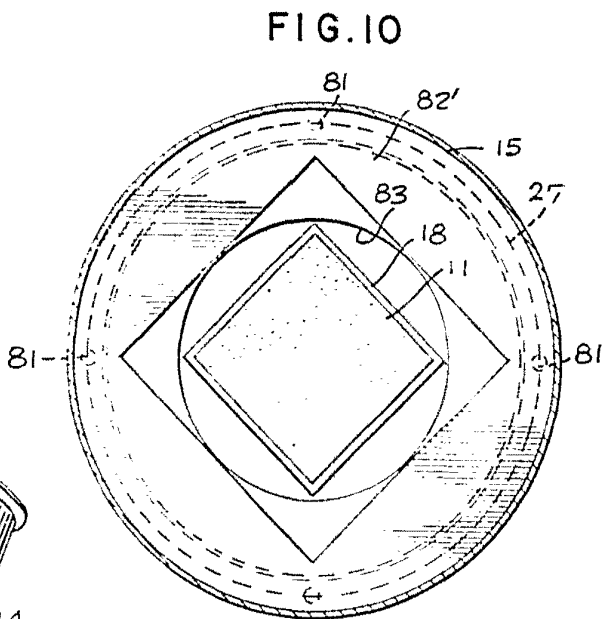


FIG. 10

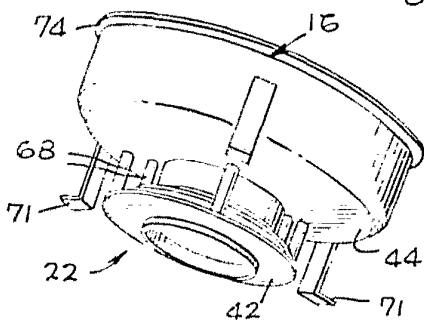


FIG. 11

Madrid,
 ISOFILM INTERNATIONAL
 P.P.

Escala variable

