

348706



P A T E N T E D E I N V E N C I Ó N

a favor de

WESTERN ELECTRIC COMPANY, INCORPORATED - de nacionalidad norteamericana - domiciliada en 195, Broadway, NEW YORK (EE.UU.),

por :

"Método y aparato para calentar y/o revestir artículos".

-----:000:-----

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

La presente invención se refiere a un método y un aparato para calentar y/o revestir artículos, y en particular, para depositar epitaxialmente capas de mate-



Al aplicar una capa epitaxial de silicio sobre placas de silicio, la producción a escala comercial exige que el depósito sea uniforme. Antes, los reactores epitaxiales eran incapaces de tratar grandes cantidades de placas de silicio efectuando la deposición de un modo uniforme.

Por consiguiente, un objeto del invento es la provisión de un método y un aparato nuevos y perfeccionados para calentar y/o revestir de modo uniforme grandes cantidades de artículos.

Un objeto concreto de este invento es la provisión de un método y un aparato nuevos y perfeccionados para la producción uniforme de depósitos epitaxiales en grandes series de placas semiconductoras.

Estos y otros objetos se consiguen, de acuerdo con ciertas peculiaridades del invento, disponiendo un tambor cilíndrico hueco capaz de alojar en su superficie interna varios artículos, tales como placas semiconductoras. El tambor se hace de un material que facilite su calentamiento por inducción, como grafito. Puede tener una serie de cavidades en su superficie interna con caras planas inclinadas un pequeño ángulo agudo (por ejemplo 3°) respecto al eje principal, para contacto con placas planas. Las cavidades se pueden orientar circularmente en una o más filas. El tambor se hace girar dentro de una campana. Un vapor para la aplicación de un depósito epitaxial de material semiconductor sobre las placas puede comprender un gas portador como hidrógeno, saturado con un haluro del semiconductor



de que se trata, como tetracloruro de silicio.

Se emplean medios para hacer girar el tambor hueco alrededor de su eje vertical durante la deposición.

5 Una bobina de inducción rodea la campana para calentar inductivamente el tambor. El aparato se cubre con un blindaje de Faraday, para prevenir interferencias electrostáticas molestas.

De conformidad con otros pormenores del invento, se pueden calentar y/o revestir artículos (como placas
10 semiconductoras) con un material adecuado (por ejemplo aplicando epitaxialmente depósitos a los mismos) mediante impulsión centrífuga de los artículos contra la superficie de un soporte calentado por inducción, a fin de que el soporte los caliente por conducción. Los artículos
15 pueden ser aplicados contra las superficies inclinadas de las cavidades internas correspondientes de un tambor giratorio hueco, que se hace girar con su eje principal orientado en dirección vertical, a fin de que la fuerza centrífuga haga más estrecho el contacto de
20 los artículos con el tambor. Éste se halla cubierto por una campana, e inductivamente calentado desde fuera de ella para calentar los artículos por conducción. La campana está encerrada en un blindaje de Faraday, y sube y baja por una guía para que un operador pueda retirar los
25 artículos calentados y/o revestidos del tambor y reemplazarlos por otros con igual objeto. El vapor, por ejemplo, hidrógeno saturado con tetracloruro de silicio, que se emplea para revestir los artículos, se dirige a lo largo del eje principal hacia la campana, y se dispersa de mo-



do que afecte uniformemente a las superficies expuestas de las placas.

5 Se apreciará mejor el invento por la siguiente descripción detallada, con referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales indican :

La figura 1, presenta un alzado parcialmente seccionado de un aparato de deposición que comprende un portapiezas conforme al invento.

10 La figura 2, una perspectiva en sección de una parte del portapiezas de la figura 1, de acuerdo con la forma específica de realización del invento, mostrando cómo está dispuesta la placa dentro de la cavidad del mismo.

15 La figura 3, una sección lateral del portapiezas, por la línea 3-3 de la figura 2.

La figura 4, un alzado de otro portapiezas distinto, adecuado para uso con la forma del invento expuesta en la figura 1.

20 La figura 5, una perspectiva en sección de una cavidad del portapiezas de la figura 4, mostrando cómo encaja una placa en su interior.

25 En los dibujos, y particularmente en las figuras 1, 2 y 3, la forma ilustrada del invento corresponde a un método y un aparato para calentar y/o revestir artículos, el cual comprende, por ejemplo, la deposición epitaxial de capas semiconductoras sobre una pluralidad de placas de silicio -10-, una de las cuales se expone en la figura 2. Una placa típica puede medir de 2'5 a 3'17 cm de diámetro y de 0'140 a 0'165 mm de espesor.



El aparato comprende un reactor epitaxial -11- de gran capacidad, como se indica en la figura 1, el cual tiene una base o caja -12- sobre la cual se ajusta una campana -13- hecha de un material inerte y termostable, como cuarzo. Dentro de la campana -13- una placa horizontal giratoria de base -14- preferentemente de cuarzo, sustenta un portapiezas -16- en forma de tambor hueco, que presenta unas cavidades inclinadas -17- (figuras 1 y 2) cada una de las cuales aloja una de las placas -10-. En la forma de realización de la figura 1, el tambor -16- comprende varias piezas anulares amovibles, como anillos -15- hechos de un material como grafito, calentables por inducción. Según muestra la figura 3, una cavidad -17- comprende una cara plana -18- inclinada según un pequeño ángulo ϕ , respecto a la vertical, preferiblemente de menos de 15° y ventajosamente alrededor de 3° . Cada una de las cavidades -17- tiene una pared -19- en "U" alrededor de la cara -18- formando un encaje para alojar las placas de silicio -10-. Dentro de orificios -22- se insertan espaciadores -21- en torno de los rebordes de los anillos de grafito -15- a fin de reunir éstos como un sólo tambor -16-, según se aprecia en la figura 1.

La placa de soporte -14- está fijada a un extremo de un tubo sustentador -23- de cuarzo. El otro extremo de este tubo está acoplado a un extremo rebordeado -24- de un árbol hueco -26-, el cual puede girar dentro de un cojinete -27- que ajusta herméticamente dentro de la caja -12-. Un tubo de cuarzo -28- para gas, concéntrico al árbol -26- se extiende desde debajo del centro



del tambor -16- a lo largo de su eje principal, bajando por el tubo -23- y el árbol hueco -26-, hasta una admisión -29- por donde entra gas en la campana -13- del reactor -11-.

5 Una bomba de vacío -31- está acoplada a la caja -12- para extraer el aire de la campana -13-. Una rueda dentada cilíndrica -34- calada en el árbol hueco -26- engrana con otra -36- fijada en un árbol impulsor -37-. Un motor -38- exterior al reactor -11- está acoplado al árbol -37- mediante un acoplador magnético, a fin de hacer
10 girar el tambor portapiezas -16-.

 Varias piezas horizontales de cuarzo -40- están orientadas entre la base -12- y la placa giratoria de soporte -14- para reflejar calor hacia el tambor -16- de modo que el gradiente de temperatura en todo el tambor
15 -16- se mantiene relativamente uniforme.

 Una bobina calefactora por inducción -41-, concéntrica a los anillos de grafito -15- rodea en círculo la periferia externa de la campana. Se aplica energía de radiofrecuencia a la bobina -41- a fin de calentar
20 por inducción los anillos -15-. En consecuencia, las placas -10- alojadas en las cavidades -17- pueden calentarse por conducción desde el tambor -16-. Como ejemplo, los anillos de grafito pueden calentarse mediante energía de radiofrecuencia de alrededor de 100 Kilowatios y
25 a una frecuencia de 10 kilohertzios. Un blindaje de Faraday -42- refrigerado por un líquido, como agua, rodea la bobina de inducción -41- para limitar cualquier interferencia molesta causada por las radiaciones emitidas



a consecuencia de la energía suministrada a la bobina de inducción -41-. El blindaje de Faraday -42- sirve también para atenuar el calor radiante que sale del reactor, a fin de que no sea incómoda la zona de trabajo.

5 El blindaje de Faraday -42-, la bobina de inducción -41- y la campana -13- se unen por medio de una abrazadera -43- para poderlos subir y bajar juntos por guías adecuadas -44-;

10 En la sección en perspectiva de un anillo -15- según la figura 2, la cavidad -17- comprende una cara plana -18- inclinada en pequeño ángulo agudo ϕ respecto al eje principal, (por ejemplo de 3 grados), con una pared -19- en "U" bordeando la cara -18- para formar un receptáculo de capacidad suficiente para alojar una placa -10-. Como muestra la figura 3, la cara -18- está
15 inclinada, para retener la placa -10- tanto en reposo como al aplicar fuerza centrífuga en dirección radial.

En una variante, cada uno de los anillos -15- tiene una sola hilera de cavidades -17- en torno de su
20 periferia interna, para alojar varias placas -10-, veinte por ejemplo. Se pueden apilar varios anillos -15- para formar un solo tambor -16-, como se expone en la figura 1, de modo que con cinco anillos es posible tratar cien placas a la vez.

25 Para la ejecución del método, al principio, la campana -13-, la bobina de inducción -41- y el blindaje de Faraday -42- se elevan conjuntamente por las guías -44-. Cada uno de los anillos de grafito -15- que forman el tambor -16- puede ser fácilmente retirado por un ope-



rador para insertar cómodamente las placas semiconductoras -10- dentro de cada cavidad -17- de los anillos -15-. El anillo -15- inferior encaja en espaciadores -21- acoplados a la placa de base -14-. Cada anillo sucesivo
5 -15- encaja en espaciadores -21- similares, que se insertan en agujeros correspondientes -22- del anillo precedente.

En lugar de retirar uno o varios anillos, insertar en ellos las placas y colocar de nuevo los anillos
10 sobre la placa de base, un operador puede poner las placas de silicio -10- en las cavidades -17- de los anillos -15- directamente, sin retirar éstos.

Después, la campana -13-, la bobina -41- de radio frecuencia y el blindaje de Faraday se bajan a su sitio
15 por las guías -44- para que la campana -13- entre en íntimo contacto con la base -12-. Se hace funcionar la bomba de vacío -31- para retirar el aire de la campana -13- y se introduce luego un gas inerte, como nitrógeno o helio, a presión atmosférica. A continuación se su-
20 ministra energía de radio frecuencia a la bobina de inducción -41-, para calentar por inducción los anillos de grafito -15- mientras se introduce hidrógeno en la campana -13- creando un ambiente adecuado para la deposición epitaxial. Entretanto, a través del blindaje de
25 Faraday -42- fluye un líquido apropiado, como agua, para limitar un posible exceso del calor radiado. A continuación se pone en marcha el motor, para hacer girar los anillos como una unidad, mediante el acoplador magnético -39- y las ruedas dentadas -36- y -34-. La velo-



cidad típica del motor para hacer girar los anillos -15-
es de unas 10 a 200 rpm.

5 Por la admisión -29- se introduce un gas porta-
dor, como hidrógeno, saturado con un haluro del semicon-
ductor de que se trata, por ejemplo, una mezcla de te-
tracloruro de silicio a 1 %. El vapor se dispersa por el
tubo de cuarzo -28- para gas, que no gira.

10 Un ciclo completo de deposición comprende dos ho-
ras para calentar, estabilizar y depositar. El tiempo re-
querido para producir depósitos epitaxiales de 7 a 14 mi-
cras es relativamente corto, y el ritmo de deposición de
una micra por minuto.

15 La figura 4, muestra una variante de portapiezas
que puede ser calentado por inducción y que se denomina
en adelante "susceptor". El susceptor -50- es una uni-
dad integral, en forma de tambor hueco con cavidades -51-
(figura 5) internas, para alojar varias placas semicon-
ductoras -10-. Las cavidades -51- están orientadas en
varias filas -52- a -57- cada una con cavidades -51- a
20 distancias iguales en la periferia interna del susceptor
-50-. Por ejemplo, en la figura 4, seis filas de veinte
cavidades contienen un total de 120 placas, para trata-
miento simultáneo.

25 La figura 5, ilustra una cavidad circular para
alojar una placa -10-. La cavidad circular -51- presenta
una configuración posible entre varias; otra puede ser la
-17- en "U", expuesta en la figura 2. La cavidad -51- de
la figura 5, está inclinada de modo análogo en ángulo agu-
do pequeño respecto al eje principal, por ejemplo 3°.



El susceptor -50- se puede cargar con placas -10-
sin retirarlo de su placa de base. Un susceptor construi-
do con cavidades de 15° de inclinación, produjo en el en-
sayo depósitos no tan uniformes como los de susceptores
5 con cavidades de 3° de inclinación.

En un funcionamiento industrial preferido, se ma-
niobra dos reactores epitaxiales adyacentes con mando
eléctrico común, de modo que mientras se tratan placas
en uno, puede cargarse y descargarse el otro.

10 Aunque se han descrito aquí con detalle varias
formas concretas de realización del invento, es obvio
que pueden modificarse de diversos modos sin apartarse del
espíritu y alcance del invento. En particular, si bien
el invento es muy ventajoso para la deposición epitaxial
15 de capas sobre placas semiconductoras, puede servir asi-
mismo para depositar capas sobre artículos, y/o para ca-
lentarlos en general.

El término "tambor" empleado en las reivindicacio-
nes debe considerarse tanto de una pieza como de varias,
20 según queda explicado.

N O T A
=====

Se reivindica como objeto de la presente patente:

25 1. - Método para calentar y/o revestir artículos,
como una placa semiconductoras, mediante descomposición
técnica de un gas adecuado en contacto con el artículo,
que comprende las fases de colocar el artículo sobre un
soporte giratorio y de calentarlo por conducción a tra-



vés del soporte; caracterizado porque los artículos se colocan sustancialmente paralelos al eje de rotación del soporte y a cierta distancia del mismo; se impulsan radialmente en el sentido de separarlos del eje, por la fuerza centrífuga producida mediante la rotación del soporte; se mantienen los artículos en esa posición gracias a la disposición de partes adecuadas en el soporte con las que los artículos establecen contacto por influjo de la fuerza centrífuga durante la rotación del soporte, y se calienta el soporte para calentar los artículos por conducción.

2. - Aparato para la aplicación del método de la reivindicación anterior, el cual comprende un soporte para recibir los artículos que hayan de calentarse, giratorio alrededor de un eje central, y hecho de un material termoconductor, y medios para calentar el soporte a fin de calentar por conducción los artículos situados en el soporte; caracterizado porque el soporte comprende medios receptores para retener los artículos en un plano sustancialmente paralelo al eje central de rotación y a cierta distancia del mismo, de modo que, al girar el soporte, la fuerza centrífuga pone los artículos en contacto con los medios receptores, para ser calentados por conducción a través del soporte.

3. - Aparato según la reivindicación 2, caracterizado porque los medios receptores de los artículos comprenden varias cavidades o receptáculos separados dispuestos en torno del eje central de rotación.

4. - Aparato según la reivindicación 3, caracte-



rizado porque los medios receptores de los artículos están dispuestos de manera que los artículos quedan inclinados en ángulo agudo con el eje de rotación.

5 5. - Aparato según la reivindicación 4, caracterizado porque dicho ángulo está comprendido entre 3° y 15° .

10 6. - Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 2, 3, 4 ó 5, caracterizado porque el soporte comprende un borde periférico para retener los artículos mientras se hace girar el soporte.

15 7. - Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 2, 3, 4 ó 5, caracterizado porque el soporte tiene la forma de un tambor hueco vertical, y dichos medios receptores de los artículos están dispuestos en al menos una fila a intervalos a lo largo de la cara interna del tambor.

20 8. - Aparato según la reivindicación 7, caracterizado porque el tambor se compone de una pluralidad de anillos amovibles apilados, cada anillo con una fila de cavidades o receptáculos a lo largo de su cara interna.

 9. - Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 8, caracterizado porque el soporte giratorio se hace de un material capaz de ser calentado por inducción, como grafito.

25 10. - Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 9, caracterizado porque los medios calefactores comprenden una bobina de inducción de radiofrecuencia para calentar el soporte.

 11. - Aparato según cualquiera de las reivindi-



5 caciones 2 a 10, caracterizado porque, para poder depositar un revestimiento sobre un artículo, como mediante incremento epitaxial, comprende además una cubierta y medios para introducir y hacer circular un compuesto gaseoso, al que quedan expuestos los artículos mientras giran y se calientan.

12. - Método y aparato para calentar y/o revestir artículos.

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

BARCELONA, 15 diciembre 1967.

P. A.

Briody 2

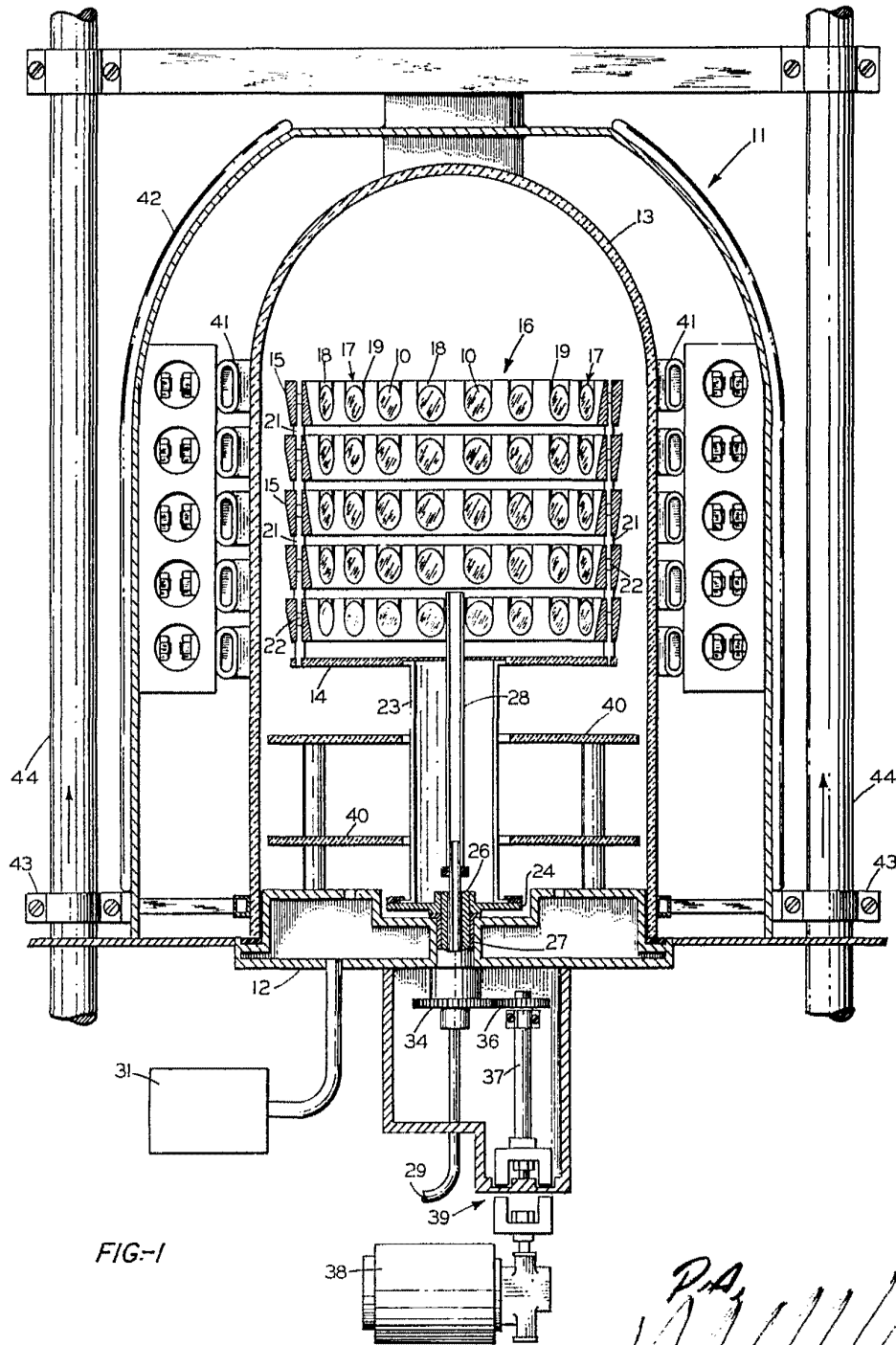


FIG-1

P.A.

Briody 2

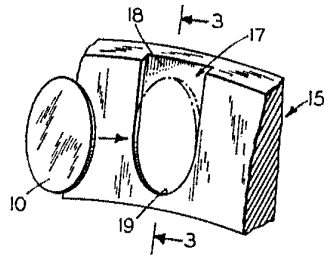


FIG-2

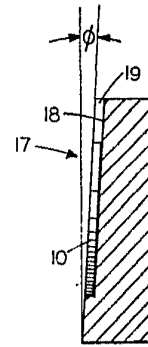


FIG-3

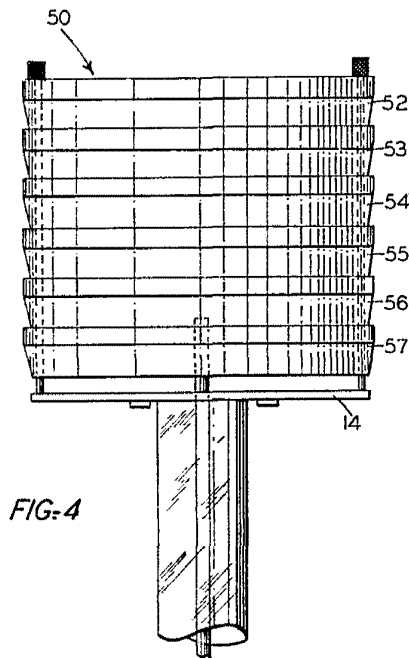


FIG-4

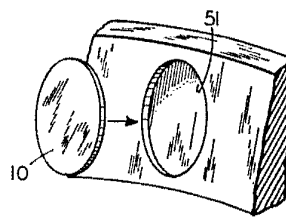


FIG-5

D.H.
[Handwritten scribbles]