

mc/

Caso: R.R. Moest I

273662



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

=====

a favor de

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

por:

" Procedimiento para formar sobre un substrato semiconduc-
tivo una película semiconductoria epitaxil "

=====:oOo:=====

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

El presente invento se refiere a un procedimiento
original para formar películas epitaxiales de arseniuro de

19 JUN



278662

galio y de fosforo de galio.

5 Las películas epitaxiales de semiconductores sobre superficies semiconductoras o conductoras, han suscitado recientemente interés en la fabricación de diversos aparatos semiconductores, en particular de transistores más eficaces, que proporcionen una respuesta de frecuencia más alta.

10 La formación de estas películas epitaxiales de compuestos de los grupos III-V ha tropezado con dificultades, en parte a causa del problema de regular las reacciones simultáneas de dos elementos. En consecuencia, las técnicas ya conocidas, eficaces para cultivar películas epitaxiales de germanio y silicio apenas sirven cuando se aplican al arseniuro de galio y al fosforo de galio.

15 Se ha comprobado ahora que existe un proceso de formación de estas películas, eficaz y práctico, dentro de condiciones rigurosamente prescritas de temperatura y de composición de la atmósfera en que se efectúa la reacción. Si la atmósfera consiste esencialmente en un gas de haluro de hidrógeno, se produce una reacción eficaz y fácil de regular entre el gas y un material que proporcione arseniuro de galio o fosforo de galio, en fase de vapor. Este producto se transmite, por efecto de una diferencia de temperatura, al substrato semiconductor sobre el cual se va formando la película deseada. La formación de esta película es perfectamente regulable, en cuanto a resistividad y espesor, y muestra un alto grado de uniformidad y perfección del cristal.

30 La siguiente descripción, son formas específicas de ejecución, se refiere en parte al dibujo adjunto, que re-

278662



presenta un esquema de aparato adecuado para la práctica del invento.

El aparato se expone como un ejemplo apropiado para cultivar películas epitaxiales de arseniuro de galio o de fosfuro de galio por el procedimiento original de este invento. La figura representa un manguito de Kovar (marca registrada) -10- que contiene la cámara de reacción -11- y está encerrado en el horno -12-. La cámara de reacción es una ampolla de cuarzo retenida en su sitio por una guardación de lana de cuarzo -13-. El manguito de Kovar, además de servir de soporte, mantiene una distribución uniforme de temperatura en la cámara de cuarzo -11-. Se utilizan tapones de amianto -14- para ocluir la cámara de cuarzo en el horno. Dentro de la cámara de cuarzo se disponen el substrato semiconductor -15- sobre el que se ha de formar la película, y el material -16- generador de arseniuro de galio o de fosfuro de galio. Junto al substrato -15-, por fuera de la cámara de cuarzo, hay un colector de calor -17-, en este caso un alambre de plata, que por conducción mantiene el substrato a una temperatura más baja que la del sistema circundante. El alambre de plata tiene un glóbulo de 3 x 3 mm. en el extremo contiguo al substrato, para formar en ese punto una capacidad calorífica mayor. El otro extremo del alambre, por fuera del horno, puede sumergirse en un baño frío (por ejemplo, hielo seco), para obtener un transporte térmico eficaz. Las temperaturas de diversos puntos del sistema se pueden observar por medios corrientes (no representados), como pirómetros ópticos o pares termoelectrónicos. La forma física de la cámara de reacción no es rigurosa. Han resultado ade-

278502
19 JUN 1954



cuadas las siguientes medidas: longitud total, 5-7 cm.; volumen, 4-6 cc.; diámetro externo, 12 mm.; diámetro interno, 9 mm. Una distancia apropiada entre el generador y la chapa de substrato es la de 4-6 cm.

5 El proceso de transporte se regula dentro de temperaturas rigurosamente fijadas. Para arseniuro de galio, la del generador se mantiene en un margen de 550-1200°C., y con preferencia de 600-750°C. El substrato semiconductor correspondiente se mantiene a 500-1150°C., y mejor a 550-700°C. Al elegir temperaturas dentro de estos límites, es esencial mantener una diferencia de temperatura entre el generador y el substrato; esta diferencia ha de ser por lo menos de 10°C. para lograr un ritmo razonable de formación de la película. Deben evitarse diferencias de 10
15 más de 100°C., porque afectan desfavorablemente a la formación de la película y a la perfección del cristal. El margen preferido de esta diferencia de temperatura es de 20-50°C. Para fosfuro de galio, la temperatura adecuada del material generador es de 750-1200°C, con preferencia 20 de 800-950°C. El substrato debe mantenerse a 650-1100°C., y mejor a 700-850°C. La diferencia de temperatura requerida para fosfuro de galio es algo mayor que para el arseniuro de galio, en parte a causa de la menor presión del vapor de sus productos de reacción a las temperaturas de 25 régimen. Una diferencia de 80-120°C. da los resultados preferidos.

30 El procedimiento de este invento se presta para la formación de películas epitaxiales de uno u otro tipo de conductividad y de cualquier tipo corriente de resistividad. Las películas epitaxiales, dentro del alcance de esta



278632

exposición, son aquellas que presentan la misma estructura cristalina y orientación del sustrato y quedan perfectamente unidas en la superficie de contacto. Generalmente tienen un espesor de 1-30 micras.

5 Las siguientes formas concretas de realización servirán para ilustrar el procedimiento del invento.

EJEMPLO 1º

10 Una película de GaAs se formó sobre un sustrato de GaAs, siguiendo la técnica ya bosquejada, en las siguientes condiciones de trabajo:

Substrato: GaAs; conductividad N; impurezas de S.

Dimensiones del sustrato: 32 mm² x 0,2 mm.

Atmósfera: HCl a presión inicial de 240 mm. de Hg.

Período: 10 minutos.

15 Temperatura del sustrato: 638°C.

Temperatura del material generador: 700°C.

Diferencia de temperatura entre el generador y el sustrato: 62°C.

20 Espesor de película en la superficie expuesta del sustrato: 4 micras.

Conductividad de la película: Tipo N.

EJEMPLO 2º

25 Se formó una película de GaAs sobre un sustrato de Ge, en las siguientes condiciones:

Substrato: Ge; conductividad P; orientación (111).

Material generador: GaAs; conductividad N; policristalino.

Dimensiones del sustrato: 32 mm² x 0,2 mm.

Atmósfera: HCl a presión inicial de 240 mm. de Hg.

Temperatura del sustrato: 655°C.



27002

Temperatura del generador: 695°C.

Diferencia de temperatura entre el generador y el substrato: 40°C.

5 Espesor de película en la superficie expuesta del substrato: 15 micras.

Conductividad de la película: tipo N.

EJEMPLO 3º

Formación de películas de GaAs sobre substratos de GaP en las siguientes condiciones:

10 Substrato: GaP; conductividad N; orientación (111).

Material generador: GaAs; conductividad P.

Dimensiones del substrato: 40 mm² x 0,23 mm.

Atmósfera: HCl a presión inicial de 240 mm. de Hg.

Temperatura del substrato: 650°C.

15 Temperatura del material generador: 700°C.

Diferencia de temperatura entre el substrato y el generador: 50°C.

Período: 30 minutos.

Espesor de la película: 5,1 micras.

20 Conductividad de la película: tipo P.

EJEMPLO 4º

Este ejemplo ilustra la adaptación del procedimiento del invento a la formación de películas de GaP sobre substratos semiconductivos. Se formó una película de GaP sobre un substrato de GaAs, en las siguientes condiciones:

25 Substrato: GaAs; conductividad P; impurezas de Zn; orientación (111).

Material generador: GaP; conductividad N; impurezas de S; policristalino.

30 Dimensiones del substrato: 40 mm² x 0,23 mm.



Atmósfera: HCl a presión inicial de 240 mm. de Hg.

Período: 10 minutos.

274332

Temperatura del substrato: 760°C.

Temperatura del material generador: 880°C.

5 Diferencia de temperatura entre el generador y el substrato: 120°C.

Espesor de la película: 23,7 micras.

Conductividad de la película: tipo N.

10 Se han empleado diversas condiciones de trabajo para formar películas epitaxiales de arseniuro de galio y fosforo de galio. Por ejemplo, han resultado satisfactorias orientaciones tales como (100) y (110), por presentar un amplio margen de presiones y resistividades de régimen.

-----: N O T A :-----

15 Se reivindica como objeto de esta patente:

20 1.- Procedimiento para formar sobre un substrato semiconductor, una película semiconductiva epitaxil, de arseniuro de galio o fosforo de galio; caracterizado porque se calienta un material generador, constituido esencialmente por el compuesto semiconductor que ha de formar la película, en una atmósfera constituida en substancia por un haluro de hidrógeno en estado de gas o vapor, y se deposita ese material de película sobre la superficie del substrato, manteniendo una diferencia de temperatura entre el substrato y el material generador.

25 2.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque el substrato es un material elegido del grupo que comprende arseniuro de galio, fosforo de galio y germanio.

278662



3.- Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la película epitaxil comprende arseniuro de galio; caracterizado porque se mantienen el material generador de arseniuro de galio y el substrato a temperaturas de 550-1200°C. y de 500-1150°C., respectivamente, en una atmósfera constituida esencialmente por HCl, durante un lapso suficiente para producir sobre el substrato una película epitaxil de arseniuro de galio; manteniendo durante la operación, la temperatura del substrato de 10 a 100°C. más baja que la del material generador.

4.- Procedimiento según la reivindicación 3, caracterizado porque las temperaturas del material generador y del substrato son de 600-750°C. y de 550-700°C., respectivamente,

5.- Procedimiento según la reivindicación 3, caracterizado porque la diferencia de temperaturas entre el generador y el substrato es de 20-50°C.

6.- Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la película epitaxil comprende fosfuro de galio; caracterizado porque se mantienen el material generador de fosfuro de galio y el substrato a temperaturas de 750-1200°C y de 650-1100°C, respectivamente, en una atmósfera constituida esencialmente por HCl, durante un lapso suficiente para producir sobre el substrato una película epitaxil de fosfuro de galio, y durante esta operación, se mantiene la temperatura del substrato, de 80 a 120°C. más baja que la del material generador.

7.- Procedimiento según la reivindicación 6, caracterizado porque las temperaturas del material generador y del substrato son de 800-950°C. y de 700-850°C.,



respectivamente.

278662

8.- Procedimiento para formar sobre un substrato semiconductor, una película semiconductiva epitaxial.

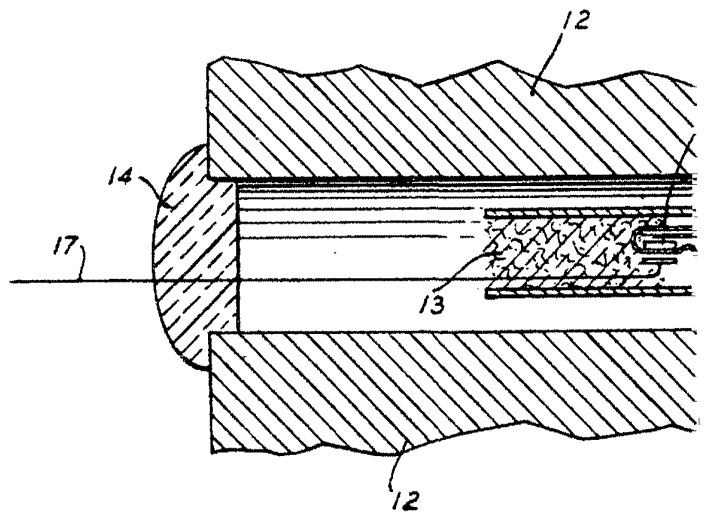
Esta memoria consta de nueve páginas escritas por una sola cara.

5

BARCELONA, 19 JUN 1962

P. A.

JOSE M. ...
P.P.

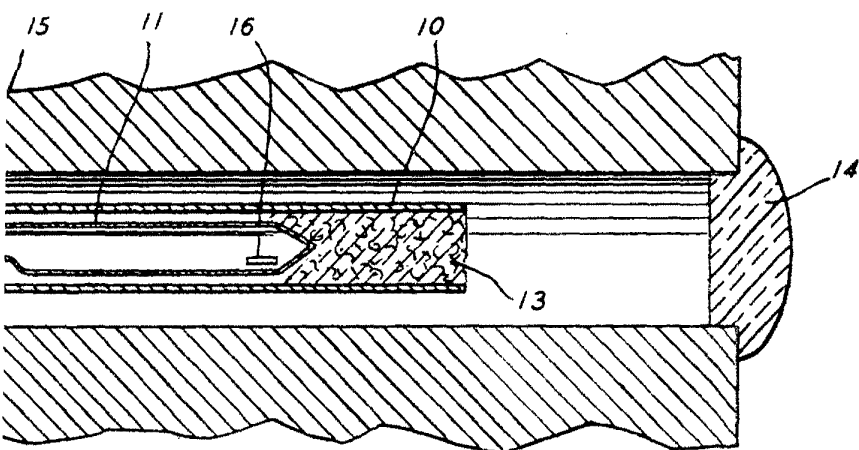


HOJA UNICA

HOEST I



278862



9A

