

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 699 373**

51 Int. Cl.:

C30B 23/00 (2006.01)

C30B 29/16 (2006.01)

C30B 29/60 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.09.2015 E 15184576 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.08.2018 EP 2995705**

54 Título: **Nanobarra de óxido de indio**

30 Prioridad:

15.09.2014 TW 103131775

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

11.02.2019

73 Titular/es:

**HSU, KUO-MING (100.0%)
No. 359, Sec. 3 Qingyun Road Toucheng
Township
Yilan County 261, TW**

72 Inventor/es:

HSU, KUO-MING

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 699 373 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Nanobarra de óxido de indio

Antecedentes de la invención

[Campo de la invención]

- 5 La invención se refiere a una nanobarra y a un procedimiento de fabricación de la misma y, más particularmente, se refiere a una nanobarra de óxido de indio y a un procedimiento de fabricación de la misma.

[Descripción de la Técnica Relacionada]

- 10 Con el rápido progreso de la ciencia y la tecnología, áreas como la electrónica, los materiales, la física, la química y la biología han evolucionado desde la Era del Micron hasta la llamada Era de la Nano. Cuando el tamaño del dispositivo se miniaturiza al nivel nano, las propiedades físicas, mecánicas y químicas del dispositivo difieren de aquellas cuando el dispositivo aún es un material de bloque. Por lo tanto, además de cambiar la composición del material para obtener las propiedades requeridas de diferentes materiales, las características básicas como el punto de fusión, el color y las propiedades ópticas, eléctricas y magnéticas del mismo material también pueden manipularse controlando el tamaño y forma del material. Los productos o técnicas de alto rendimiento que no se podían alcanzar en el pasado ahora pueden realizarse en el campo de la nanociencia y la tecnología.

- 15 En general, hay muchos tipos de nanomateriales, incluidos metales, óxidos metálicos, semiconductores, materiales cerámicos, materiales poliméricos, etc. Además, las nanoestructuras se pueden dividir en nanoestructuras unidimensionales, bidimensionales y tridimensionales de acuerdo con las diferentes formas, tamaños y rangos de distribución. Los mecanismos actuales para el crecimiento de nanoestructuras (por ejemplo, nanobarras) incluyen principalmente un mecanismo de crecimiento vapor-líquido-sólido (VLS) y un mecanismo de crecimiento vapor-sólido (VS). De acuerdo con el mecanismo de crecimiento VLS, el reactivo en fase de vapor se une al catalizador metálico para formar una aleación líquida a la temperatura eutéctica. En el caso en que el material del reactivo sea un material semiconductor, cuando el material semiconductor en la aleación metal-semiconductor está sobresaturado, el semiconductor se precipita desde la parte inferior del catalizador metálico, y el material semiconductor precipitado empuja el catalizador metálico hacia arriba y de este modo se forman las nanobarras que tienen direccionalidad. En comparación con el mecanismo de crecimiento VLS, el mecanismo de crecimiento vapor-sólido (VS) puede desarrollar nanoestructuras sin el catalizador metálico. Sin embargo, debido a la ausencia del catalizador metálico que puede absorber el reactivo y servir como sitio de nucleación, las nanoestructuras desarrolladas por el mecanismo de crecimiento de VS no tienen direccionalidad y requieren un tiempo de formación más largo (aproximadamente 1 hora o más). Por lo tanto, la forma de fabricar nanoestructuras eficientes que tengan direccionalidad sin la configuración del catalizador metálico es un problema que debe abordarse. Calestani et al., en "In-catalyzed growth of high-purity indium oxide nanowires", Chem. Phys. Let., Vol 445, no. 4-6, (2007) 251-254, presentan el crecimiento de nanoestructuras de óxido de indio dependiendo de la temperatura de crecimiento.

Sumario de la invención

- 35 La invención proporciona una nanobarra de óxido de indio que tiene direccionalidad, como se divulga en la reivindicación 1.

- 40 Cada una de las nanobarras de óxido de indio incluye una porción inferior, una porción de conexión y una porción superior, en el que la porción inferior está en contacto con el sustrato, la porción de conexión está conectada entre la porción inferior y la porción superior, la porción superior está compuesta de indio, y la porción de conexión y la porción inferior están compuestas respectivamente de óxido de indio.

En una realización de la invención, la porción superior está compuesta de indio, y la porción de conexión y la porción inferior están compuestas respectivamente de óxido de indio.

En una realización de la invención, cada una de las nanobarras de óxido de indio tiene una forma de chincheta.

- 45 Con base en lo anterior, de acuerdo con el procedimiento de fabricación de las realizaciones citadas de la invención, el indio experimenta autonucleación en el sustrato a través del calentamiento de doble zona y el control de la proporción de argón y oxígeno en el horno de temperatura, y el indio formado posteriormente, el óxido empuja el indio hasta formar las nanobarras de óxido de indio que tienen direccionalidad.

Para hacer más comprensibles las características y ventajas mencionadas anteriormente y otras de la invención, a continuación se describen en detalle varias realizaciones acompañadas de dibujos.

50

Breve descripción de los dibujos

Los dibujos adjuntos se incluyen para proporcionar una comprensión adicional de la invención, y se incorporan y constituyen una parte de esta especificación. Los dibujos ilustran realizaciones ejemplares de la invención y, junto con la descripción, sirven para explicar los principios de la invención.

5 De la FIG. 1A a FIG. ID son vistas esquemáticas que muestran un procedimiento de fabricación de nanobarras de óxido de indio.

La FIG. 2 es una vista esquemática que muestra una nanobarra de óxido de indio según una realización de la invención.

10 La FIG. 3 es una vista esquemática en sección transversal que muestra un panel solar que usa las nanobarras de óxido de indio de la realización de la invención.

Descripción de las realizaciones

15 De FIG. 1A a FIG. ID son vistas esquemáticas que muestran un procedimiento de fabricación de nanobarras de óxido de indio. La FIG. 2 es una vista esquemática que muestra una nanobarra de óxido de indio según una realización de la invención. Con referencia a la FIG. 1A, se proporciona un horno de temperatura TF. El horno de temperatura TF incluye una pluralidad de válvulas de entrada I y al menos una válvula de salida O, en el que las válvulas de entrada I y la válvula de salida O se comunican respectivamente con una cámara dentro del horno de temperatura TF para ingresar o enviar un gas portador en el proceso subsiguiente.

20 El horno de temperatura TF se divide en una primera zona A1 y una segunda zona A2, en el que la primera zona A1 y la segunda zona A2 se comunican entre sí para facilitar el flujo del gas portador. En esta realización, el horno de temperatura TF está provisto de un equipo de control de temperatura que corresponde respectivamente a la primera zona A1 y la segunda zona A2 para controlar independientemente las temperaturas de la primera zona A1 y la segunda zona A2.

25 Al menos una fuente de metal indio M está dispuesta en la primera zona A1, y un sustrato SUB está dispuesto en la segunda zona A2. La fuente de metal de indio M se proporciona para formar nanobarras de óxido de indio deseadas, que pueden ser gránulos de indio que tienen una pureza del 99.99 %, pero no se limitan a ellos. El sustrato SUB se proporciona para transportar las nanobarras de óxido de indio que se van a formar. Por ejemplo, el sustrato SUB es un sustrato de zafiro, un sustrato de silicio, un sustrato de cobre, un sustrato de carburo de silicio (SiC), una capa apilada que tiene una estructura semiconductor u otros sustratos adecuados. Además, un elemento o capa se puede formar de antemano en el sustrato SUB de acuerdo con diferentes requisitos de diseño.

30 Con referencia a la FIG. 1B, la temperatura de la primera zona A1 se modula a una primera temperatura T1, y la temperatura de la segunda zona A2 se modula a una segunda temperatura T2, en el que la primera temperatura T1 es más alta que la segunda temperatura T2. Por ejemplo, la primera temperatura T1 está en un rango de 800 grados Celsius a 1000 grados Celsius, y la segunda temperatura T2 está en un rango de 300 grados Celsius a 500 grados Celsius. Antes de la modulación de la temperatura, se puede crear un vacío en el horno de temperatura TF. A continuación, se introduce argón Ar a través de la válvula de entrada I para aumentar la presión del gas en el horno de temperatura TF a una presión atmosférica, y luego comienza la modulación de la temperatura de la primera zona A1 a la primera temperatura T1 y la temperatura de la segunda zona A2 a la segunda temperatura T2.

40 Con referencia a la FIG. 1C y la FIG. ID, cuando la temperatura de la primera zona A1 alcanza la primera temperatura T1 y la temperatura de la segunda zona A2 alcanza la segunda temperatura T2, el argón Ar y el oxígeno O₂ se introducen en el horno de temperatura TF. El argón Ar y el oxígeno O₂ se introducen respectivamente a través de diferentes válvulas I, y la relación del argón Ar al oxígeno O₂ está en un rango de 30:1 a 70:1, para formar una pluralidad de nanobarras de óxido de indio R sobre el sustrato SUB.

45 Dado que la reacción química cambia exponencialmente con la temperatura, con la fuente de metal de indio M dispuesta en la primera zona A1 donde la temperatura es relativamente alta (por ejemplo, 900 grados Celsius), la reacción química de unión de oxígeno e indio se acelera para formar nanogotas de indio-óxido de indio DP. Debido a la diferencia en la concentración del gas portador entre la primera zona A1 y la segunda zona A2, las nanogotas DP se llevan a la segunda zona A2 donde la temperatura es relativamente baja por difusión y se adsorben sobre una superficie del sustrato SUB para formar sitios de nucleación. A la segunda temperatura T2, una tasa de oxidación de indio es mayor que una tasa de reducción de la misma. Por lo tanto, las nanobarras R de óxido de indio se autocatalizan en la segunda zona A2. En particular, el óxido de indio empuja el indio autonucleado hasta formar las nanobarras de óxido de indio R que tienen direccionalidad. Por lo tanto, al realizar el procedimiento de fabricación de esta realización, las nanobarras de óxido de indio R que tienen direccionalidad se fabrican de manera eficiente sin la configuración de un catalizador metálico. Además, dado que el sustrato SUB que transporta las nanobarras de óxido de indio R se dispone en la segunda zona A2, donde la temperatura es relativamente baja, se evita el daño al sustrato SUB o elementos dispuestos por adelantado sobre el sustrato SUB debido a la alta temperatura.

En esta realización, las nanobarras R de óxido de indio se forman después de que el argón Ar y el oxígeno O₂ se introducen en el horno de temperatura TF durante un minuto, y cada una de las nanobarras de óxido de indio R se extiende hacia afuera desde la superficie del sustrato SUB. En particular, treinta minutos después de la introducción del argón Ar y el oxígeno O₂ en el horno de temperatura TF, la longitud y el diámetro promedio de cada nanobarra R de óxido de indio se correlacionan positivamente con el tiempo de introducción del argón Ar y el oxígeno O₂. En otras palabras, la longitud y el diámetro promedio de cada nanobarra R de óxido de indio aumenta con el tiempo del proceso de fabricación.

Con referencia a la FIG. 1D y la FIG. 2, cada nanobarra R de óxido de indio incluye una parte inferior BP, una parte de conexión CP y una parte superior TP. La parte inferior BP está en contacto con el sustrato SUB. La parte de conexión CP está conectada entre la parte inferior BP y la parte superior TP. Un diámetro promedio de la porción superior TP es mayor que un diámetro promedio de la porción de conexión CP y un diámetro promedio de la porción inferior BP, para formar una estructura en forma de chincheta. Además, un ancho W de la porción de conexión CP disminuye gradualmente en una dirección desde la porción superior TP a la porción inferior BP. Como se muestra en la FIG. 2, el ancho de una unión entre la porción de conexión CP y la porción inferior BP es más pequeño que el ancho de una unión entre la porción de conexión CP y la porción superior TP. Según un resultado del análisis obtenido a través de un microscopio electrónico de tunelización, la porción superior TP está compuesta de indio, y la porción de conexión CP y la porción inferior BP están compuestas respectivamente de óxido de indio, por ejemplo.

A continuación se describe una aplicación de las nanobarras R de óxido de indio con referencia a la FIG. 3. La FIG. 3 es una vista esquemática en sección transversal que muestra un panel solar que usa las nanobarras de óxido de indio de la realización de la invención. Con referencia a la FIG. 3, un panel solar SC incluye una capa semiconductor de primer tipo SC1, una capa semiconductor de segundo tipo SC2, un electrodo superior E1, un electrodo posterior E2 y una pluralidad de nanobarras de óxido de indio R.

La capa de semiconductor de segundo tipo SC2 está dispuesta sobre la capa de semiconductor de primer tipo SC1. Una de las capas de primer semiconductor SC1 y la segunda capa de semiconductores SC2 es una capa semiconductor de tipo N y la otra es una capa semiconductor de tipo P. Por ejemplo, la capa de semiconductor de primer tipo SC1 es una capa de semiconductor de tipo P y la capa de semiconductor de segundo tipo SC2 es una capa de semiconductor de tipo N. Sin embargo, debe observarse que la invención no está limitada a esto.

El electrodo superior E1 está dispuesto en la capa de semiconductor SC2 del segundo tipo, que puede ser una capa de metal que tiene una conductividad favorable, por ejemplo una capa de titanio, una capa de aluminio o una capa apilada de la misma. Además, para evitar que el electrodo superior E1 bloquee la luz ambiental del exterior, el electrodo superior E1 puede formarse con un patrón de electrodo específico. Por ejemplo, el electrodo superior E1 puede incluir una pluralidad de electrodos de barra colectora y una pluralidad de electrodos de dedo que se extienden desde los electrodos de barra colectora. El electrodo posterior E2 está dispuesto debajo de la capa de semiconductor de primer tipo SC1 para proporcionar un campo de superficie posterior (BSF). El electrodo posterior E2 puede ser una capa metálica que tenga una conductividad favorable, como una capa de aluminio. Las nanobarras de óxido de indio R están dispuestas en la capa de semiconductores SC2 del segundo tipo y se ubican en una región fuera del electrodo superior E1. Las nanobarras R de óxido de indio se pueden fabricar mediante el procedimiento de fabricación mencionado anteriormente, y bajo esta configuración, un panel solar SC' no formado con las nanobarras R de óxido de indio es el SUB del sustrato mencionado anteriormente para portar las nanobarras de óxido de indio R.

Antes de disponer las nanobarras R de óxido de indio, debido a que los índices de refracción del aire y la capa de semiconductores SC2 del segundo tipo no coinciden, la mayoría de la luz emitida al panel solar SC' puede reflejarse nuevamente al aire mediante una interfaz entre la capa de semiconductor SC2 del segundo tipo y el aire y no es absorbida de manera efectiva por el panel solar SC', lo que resulta en una baja eficiencia de generación de energía.

Al disponer las nanobarras de óxido de indio R, se cambia la relación de densidad de un medio en el aire para proporcionar un efecto de índices de refracción graduados. De este modo, se reduce la proporción de la luz que no puede ser absorbida debido a los índices de refracción no coincidentes. En particular, las nanobarras R de óxido de indio están en el nivel nano y pueden proporcionar un efecto antirreflectante de banda completa y mantener una baja reflectividad incluso en un ángulo de incidencia grande. Según una prueba real, para una longitud de onda que varía de 350 nm a 950 nm, el panel solar SC con las nanobarras R de óxido de indio reduce la reflectividad promedio de 35,73 % a 10 % o menos. En otras palabras, la configuración de las nanobarras R de óxido de indio alcanza los efectos de banda ancha y omnidireccional, de modo que el panel solar SC puede absorber completamente la luz incidente en cada banda desde cada ángulo.

Se describe un ejemplo de aplicación de las nanobarras R de óxido de indio como se hizo más arriba; sin embargo, debe señalarse que la aplicación de las nanobarras R de óxido de indio no se limita al mismo. Por ejemplo, las nanobarras R de óxido de indio también se pueden utilizar en otros dispositivos semiconductores. O, las nanobarras R de óxido de indio se pueden usar en un dispositivo de detección (por ejemplo, un dispositivo de detección acústico) para mejorar el área de la superficie de detección y, por lo tanto, mejorar el rendimiento de detección del dispositivo de detección. O, se puede usar una banda de excitación de luz distintiva de las nanobarras R de óxido de indio para fabricar un elemento nanoláser o un elemento de visualización de emisión de campo.

Para concluir lo anterior, de acuerdo con el procedimiento de fabricación de las realizaciones de la invención, el indio experimenta autonucleación en el sustrato a través del calentamiento de doble zona y el control de la proporción de argón y oxígeno en el horno de temperatura, y el óxido de indio formado posteriormente empuja el indio hacia arriba para formar las nanobarras de óxido de indio que tienen direccionalidad.

5

REIVINDICACIONES

1. Un sustrato que porta nanobarras de óxido de indio, que comprende:
un sustrato (SUB); y
una pluralidad de nanobarras (R) de óxido de indio dispuestas sobre el sustrato (SUB), comprendiendo cada una de
5 las nanobarras (R) de óxido de indio:
una porción inferior (BP);
una porción superior (TP) opuesta a la porción inferior (BP); y
una porción de conexión (CP) conectada entre la porción inferior (BP) y la porción superior (TP), en el que un
diámetro promedio de la porción superior (TP) es mayor que un diámetro promedio de la porción de conexión (CP) y
un diámetro promedio de la parte inferior (BP), estando la nanobarra (R) de óxido de indio **caracterizado porque**
10 una anchura (W) de la parte de conexión (CP) disminuye gradualmente en una dirección desde la parte superior (TP)
a la parte inferior (BP), y la parte inferior (BP) de cada una de las nanobarras de óxido de indio (R) está en contacto
con el sustrato (SUB).
2. El sustrato que porta nanobarras de óxido de indio de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la porción
15 superior (TP) de cada nanobarra está compuesta de indio, y la porción de conexión (CP) y la porción inferior (BP) de
cada nanobarra están compuestas respectivamente de óxido de indio.
3. El sustrato que porta nanobarras de óxido de indio de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que cada una de
las nanobarras de óxido de indio (R) tiene una forma de chincheta.
4. El sustrato que porta las nanobarras de óxido de indio de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en
20 el que el sustrato (SUB) es un sustrato de zafiro, un sustrato de silicio, un sustrato de cobre, un sustrato de carburo
de silicio o una capa apilada que tiene una estructura semiconductor.
5. El sustrato que porta nanobarras de óxido de indio de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el
que el sustrato es un panel solar (SC'), en el que el panel solar incluye una capa semiconductor de primer tipo
25 (SC1), una capa semiconductor de segundo tipo (SC2) dispuesta sobre la capa semiconductor de primer tipo
(SC1), un electrodo superior (E1) dispuesto en la capa semiconductor de segundo tipo (SC2), y un electrodo
posterior (E2) dispuesto debajo de la capa semiconductor de primer tipo (SC1), y en el que las nanobarras (R) de
óxido de indio están dispuestas en la capa semiconductor de segundo tipo (SC2) y están ubicadas en una región
fuera del electrodo superior (E1).

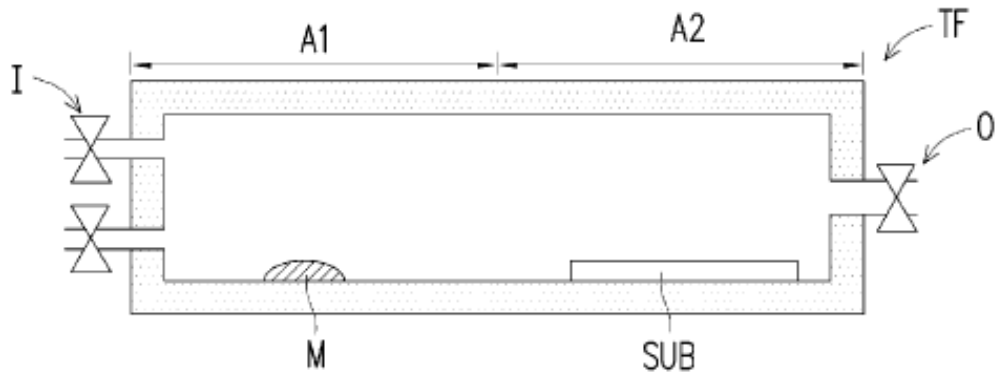


FIG. 1A

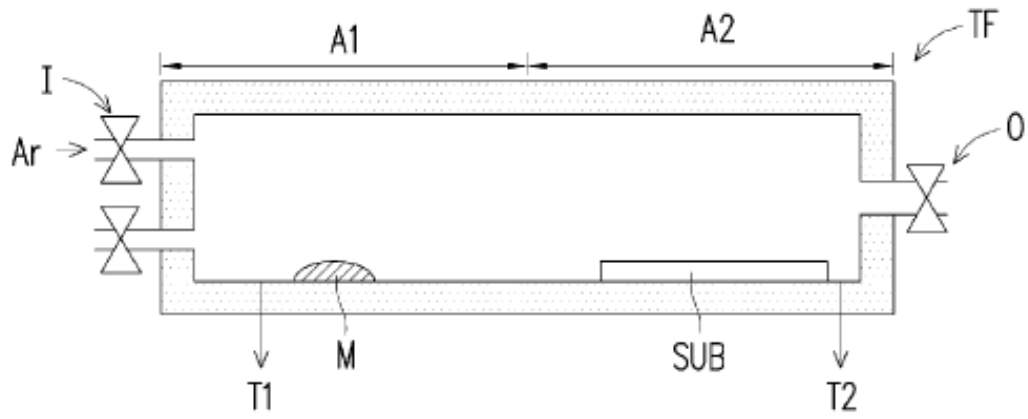


FIG. 1B

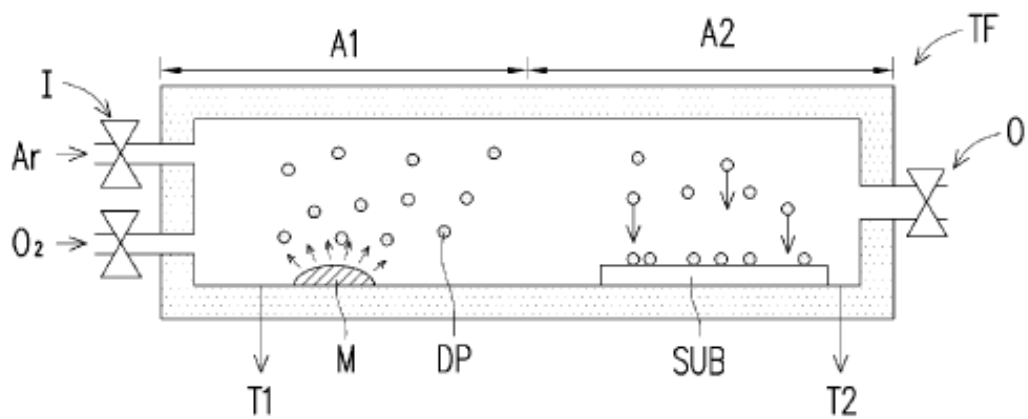


FIG. 1C

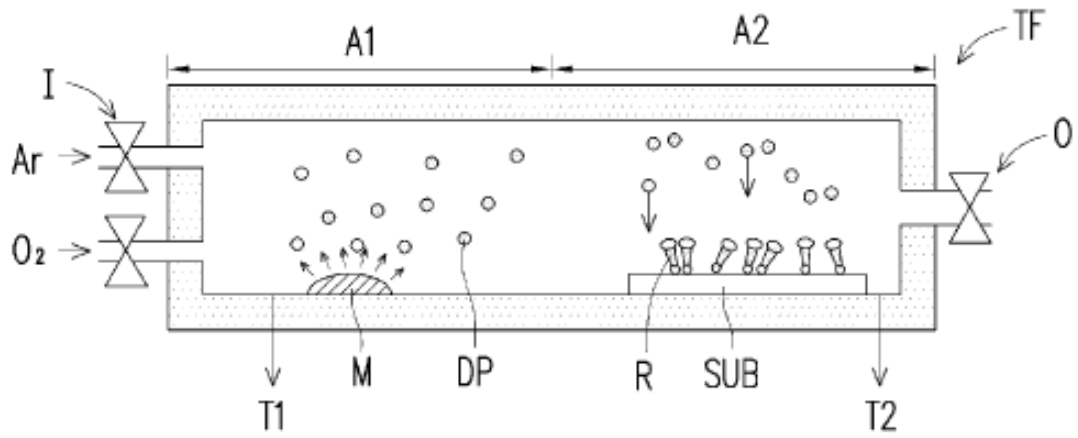


FIG. 1D

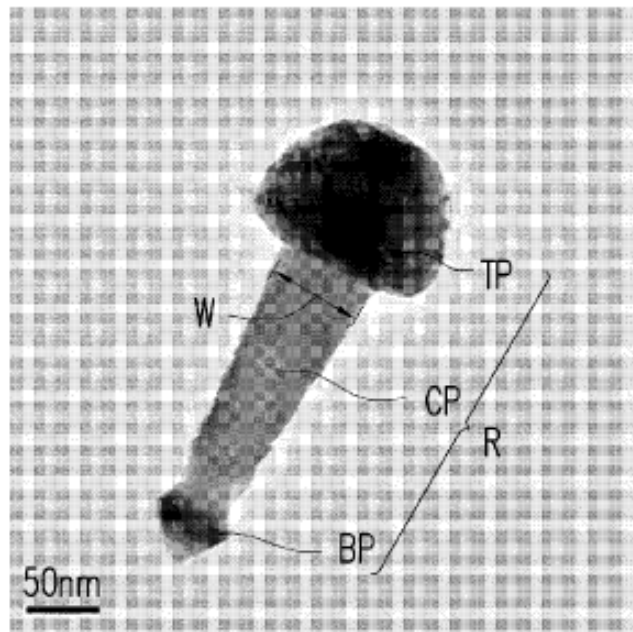


FIG. 2

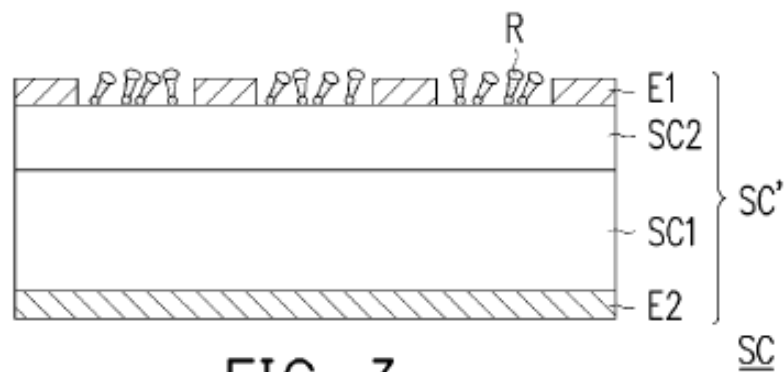


FIG. 3