



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 342 022**

51 Int. Cl.:
H01L 31/18 (2006.01)
H01L 31/032 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07716583 .5**
96 Fecha de presentación : **12.01.2007**
97 Número de publicación de la solicitud: **1974397**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **01.10.2008**

54 Título: **Procedimientos de fabricación de estructuras de dominios de fases separadas de forma controlada.**

30 Prioridad: **12.01.2006 US 331422**
12.01.2006 US 331431
12.01.2006 US 330905

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
30.06.2010

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
30.06.2010

73 Titular/es: **Heliovolt Corporation**
8201 E. Riverside Drive, Suite 600
Austin, Texas 78744-1604, US

72 Inventor/es: **Stanbery, Billy, J.**

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 342 022 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

Procedimientos de fabricación de estructuras de dominios de fases separadas de forma controlada.

5 Información sobre antecedentes**Campo de la invención**

Las realizaciones de la presente invención versan en general sobre el campo de los materiales. Más en particular, las realizaciones de la presente invención versan sobre procedimientos de control de la formación de una estructura de dominio de fase separada dentro de un producto de una reacción química, de composiciones de materia que incluyen tal estructura de dominio de fase separada, y de maquinaria que tiene un relieve instrumental complejo para fabricar tales composiciones.

15 Presentación de la técnica relacionada

Los productos fotovoltaicos de la técnica anterior, basados en seleniuro de cobre e indio, denominados a veces PV basado en CIS, son conocidos para las personas versadas en la técnica de las células solares. El CuInSe es el material en película delgada más fiable y de mejor rendimiento para la generación de electricidad a partir de la luz solar. Una inquietud con esta tecnología es que en el futuro van a surgir restricciones en el suministro de la materia prima, a medida que aumente la producción de PV basado en CIS. Por ejemplo, el indio no se da de forma natural en minerales de concentración elevada. Típicamente, se obtiene indio a partir de ganga desechada de minerales de cinc. A medida que la producción de CIS PV se aproxime al intervalo de gran escala entre aproximadamente 10 gigavatios/año y aproximadamente 100 gigavatios/año, las restricciones en el suministro de indio se harán manifiestas. Estas restricciones de suministro llevarán a un aumento de costes. Además, a medida que aumente la producción de CIS PV, también surgirán restricciones de suministro de otras materias primas. Se requiere una solución que reduzca la cantidad de materias primas necesarias por vatio de capacidad de generadora en las películas delgadas de CIS PV.

Un enfoque para reducir la cantidad de materias primas necesarias es reducir el espesor del material en película delgada de CIS PV. El coeficiente inherente de absorción del CIS es muy elevado (es decir, de aproximadamente 10^5 cm^{-1}). Esto significa que la mayor parte de la energía lumínica incidente puede ser absorbida con una película muy delgada de CIS. El uso de un reflector en la superficie posterior puede reducir adicionalmente el espesor necesario para absorber la mayor parte de la energía lumínica incidente. Aunque los productos de CIS PV de la técnica anterior son típicamente de al menos aproximadamente 2 micrómetros de espesor, es importante darse cuenta de que 0,25 micrómetros es teóricamente suficiente para que una película delgada de CIS PV situada en un reflector de la superficie posterior absorba la mayor parte de la energía lumínica incidente. También se requiere una solución que produzca películas delgadas de CIS PV más delgadas.

Entretanto, se ha desarrollado tecnología de síntesis y transferencia simultáneas asistidas por campos que es directamente aplicable a la fabricación de películas de CIS PV más delgadas. En las patentes estadounidenses n^{os} 6.736.986, 6.881.647, 6.787.012, 6.559.372, 6.500.733, 6.797.874, 6.720.239 y 6.593.213 se describen diversos aspectos de esta tecnología de síntesis y transferencia simultáneas asistidas por campos (aspectos que pueden usarse o no conjuntamente en combinación).

Por ejemplo, el documento US 6500733 B1 describe un procedimiento para la síntesis de películas, revestimientos o capas usando contención de la presión ejercida por los precursores. El procedimiento incluye ejercer una presión entre una primera capa de precursores que está acoplada a un primer sustrato y una segunda capa de precursores que está acoplada a un segundo sustrato; formar una capa de composición; y mover el primer sustrato con respecto al segundo sustrato, en el que la capa de composición sigue acoplada al segundo sustrato.

Una ventaja de la tecnología de síntesis y transferencia simultáneas asistidas por campos es que funciona mejor a medida que se hace más delgada la pila de precursores. Por ejemplo, la presión de vapor de selenio en una capa de producto de reacción basado en CIS es función de la temperatura. La presión necesaria para contener el selenio es función de la temperatura requerida para el proceso de reacción. Es importante darse cuenta de que el voltaje, si se utiliza, para lograr una presión deseada desciende a medida que desciende el espesor. Al reducirse el voltaje requerido, disminuyen las demandas físicas para el sistema (por ejemplo, el esfuerzo dieléctrico). Por lo tanto, al hacerse más delgada la pila de precursores, disminuye el voltaje necesario para generar una presión dada, lo que reduce el esfuerzo dieléctrico (por ejemplo, una capa de liberación), expandiendo con ello la gama de materiales que pueden utilizarse como dieléctrico.

Otra ventaja de la tecnología de síntesis y transferencia simultáneas asistidas por campos es que permite una provisión térmica inferior. La provisión térmica inferior es consecuencia de la mayor velocidad de la tecnología de síntesis y transferencia simultáneas asistidas por campos en comparación con enfoques alternativos, como la deposición (física o química) de vapores. Además de los ahorros en tiempo y energía proporcionados por la tecnología de síntesis y transferencia simultáneas asistidas por campos, también puede aumentarse la calidad de los productos resultantes. Por ejemplo, en el caso de fabricar PV basado en CIS, la menor provisión térmica permitida por el uso de la tecnología de síntesis y transferencia simultáneas asistidas por campos lleva a la reducción de reacciones indeseables, como la que

se da entre el selenio y el molibdeno en la superficie de contacto entre el captador de CIS y el contacto metálico de la cara posterior. La reducción de esta reacción indeseable da como resultado una reducción en la pérdida de brillo, lo que, a su vez, da como resultado una mayor reflectividad de la superficie posterior.

5 Recientemente se ha demostrado que las películas delgadas de CIS fabricadas mediante técnicas convencionales contienen dominios que son resultado de fluctuaciones en la composición química^(1,2,5). La recombinación indeseable de los portadores de carga tiene lugar en los límites entre los nanodominios dentro de tal captador PV basado en CIS. Por lo tanto, lo que se requiere también es una solución para controlar e, idealmente, para optimizar los límites entre estos nanodominios con composiciones químicas cambiantes.

10 Hasta la fecha, los requisitos de requerimientos reducidos de materias primas, de espesor reducido y de límites controlados entre nanodominios referidos a lo anterior no se han satisfecho plenamente. Por lo tanto, se necesita una solución que resuelva simultáneamente todos estos problemas.

15 **Resumen de la invención**

Existe la necesidad de las siguientes realizaciones de la invención.

Conforme a una realización de la invención, se proporciona un procedimiento que comprende: proporcionar un primer precursor sobre un primer sustrato; proporcionar un segundo precursor sobre un segundo sustrato; poner en contacto el primer precursor y el segundo precursor; hacer reaccionar el primer precursor y el segundo precursor para formar un producto de reacción química; y mover el primer sustrato y el segundo sustrato entre sí para separar el producto de la reacción química de al menos un miembro seleccionado del grupo constituido por el primer sustrato y el segundo sustrato, caracterizado porque, para controlar la formación de una estructura de dominio de fase separada dentro del producto de la reacción química, se proporciona un constituyente de al menos un miembro seleccionado del grupo constituido por el primer precursor y el segundo precursor en una cantidad que varía periódicamente de una forma sustancialmente regular con respecto a una cantidad media con respecto a la situación espacial de la base, en el que la estructura de dominio de fase separada incluye una red de dominio de fase separada, en la que la cantidad del constituyente se aumenta periódicamente de manera sustancialmente regular mediante el revestimiento plano de una superficie dotada de relieve periódicamente de manera sustancialmente regular con un material que incluye un exceso del constituyente con respecto a la cantidad media, en la que la cantidad en que se proporciona el constituyente periódicamente varía de la cantidad media con respecto a la situación espacial de la base en una escala submicrométrica y en la que la cantidad en que se proporciona el constituyente periódicamente varía de la cantidad media con respecto a la situación espacial de la base en una escala que es sustancialmente un múltiplo de aproximadamente cinco nanómetros.

Estas y otras realizaciones de la invención se apreciarán y se entenderán mejor cuando se consideren en conjunto con la siguiente descripción y los dibujos adjuntos. Sin embargo, debiera entenderse que, aunque la siguiente descripción indica diversas realizaciones de la invención y numerosos detalles específicos de la misma, se da a título de ilustración y no de limitación.

Breve descripción de los dibujos

Los dibujos adjuntos, y que forman parte de la presente memoria, están incluidos para representar ciertas realizaciones de la presente invención. Una concepción más clara de las realizaciones de la invención, y de los componentes combinables con las realizaciones de la invención, y del funcionamiento de los sistemas proporcionados con las mismas, serán más inmediatamente evidentes con referencia a las realizaciones ejemplares -y, por lo tanto, no limitantes- ilustradas en los dibujos, en los que idénticos números de referencia (si aparecen en más de una vista) designan los mismos elementos. Las realizaciones de la invención pueden entenderse mejor con referencia a uno o más de estos dibujos en combinación con la descripción presentada en este documento. Debiera hacerse notar que las características ilustradas en los dibujos no están necesariamente dibujadas a escala.

Las Figuras 1A-1C son alzados de pares de sustratos en los que al menos uno de cada par define un relieve cambiante periódicamente de forma sustancialmente regular con respecto a la situación espacial de la base, que representan una realización de la invención.

Las Figuras 2A-2C son alzados de pares de sustratos en los que al menos uno de cada par porta un constituyente de un precursor en una cantidad que varía periódicamente de forma sustancialmente regular de una cantidad media con respecto a la situación espacial de la base.

Las Figuras 3A-3D son vistas en planta de estructuras de dominios de fases separadas que incluyen una red hexagonal de dominios de fases separadas, que representan una realización de la invención.

Las Figuras 3E-3H son vistas en planta de estructuras de dominios de fases separadas que incluyen una red ortogonal de dominios de fases separadas, que representan una realización de la invención.

Las Figuras 4A-4C son alzados esquemáticos de un procedimiento de control de la formación de una estructura de dominios de fases separadas que usa un contacto de la superficie posterior que define un relieve cambiante periódica-

mente (y una intensidad del campo eléctrico) de forma sustancialmente regular con respecto a la situación espacial de la base, que representan una realización de la invención.

5 Las Figuras 5A-5C son alzados esquemáticos de un procedimiento de control de la formación de una estructura de dominios de fases separadas que usa un instrumento que define una intensidad de campo eléctrico cambiante periódicamente de forma sustancialmente regular con respecto a la situación espacial de la base, que representan una realización de la invención.

10 Las Figuras 6A-6C son alzados esquemáticos de un procedimiento de control de la formación de una estructura de dominios de fases separadas que usa un instrumento y un contacto de la superficie posterior, definiendo ambos un relieve cambiante periódicamente de forma sustancialmente regular con respecto a la situación espacial de la base, que representan una realización de la invención.

15 Las Figuras 6D-6F son alzados esquemáticos de un procedimiento de control de la formación de una estructura de dominios de fases separadas que usa un contacto de la superficie posterior que define un relieve cambiante periódicamente de forma sustancialmente regular con respecto a la situación espacial de la base, que representan una realización de la invención.

20 Las Figuras 7A-7C son vistas esquemáticas de una estructura de dominios hexagonales, que representan una realización de la invención.

Descripción de las realizaciones preferidas

25 Las realizaciones de la invención y las diversas características y detalles ventajosos de la misma se explican más plenamente con referencia a las realizaciones no limitantes que se ilustran en los dibujos adjuntos y que se detallan en la siguiente descripción. Se omiten las descripciones de materiales de inicio, técnicas de procesamiento, componentes y equipos bien conocidos para no oscurecer innecesariamente las realizaciones de la invención en detalle. Sin embargo, debería entenderse que, aunque indican realizaciones preferidas de la invención, la descripción detallada y los ejemplos específicos se dan a título de ilustración únicamente y no en forma de limitación. A partir de esta revelación, serán evidentes diversas sustituciones, modificaciones, adiciones y/o reordenaciones dentro del concepto subyacente de la invención para las personas versadas en la técnica.

30 Dentro de la presente solicitud se alude a varias publicaciones mediante números arábigos o el nombre del autor principal seguido por el año de publicación, entre paréntesis o corchetes. Las citas completas de estas y otras publicaciones pueden encontrarse al final de la memoria inmediatamente antes de las reivindicaciones, tras el encabezado de sección Referencias. Las revelaciones de todas estas publicaciones en su totalidad son, por la presente, objeto de referencia expresa en el presente documento con el fin de indicar los antecedentes de las realizaciones y de ilustrar el estado de la técnica.

35 Las patentes estadounidenses a las que se alude a continuación dan a conocer realizaciones que son útiles para los fines para los que están concebidas. Por la presente, es objeto de referencia expresa en el presente documento para todos los fines el contenido total de las patentes estadounidenses n^{os} 6.736.986, 6.881.647, 6.787.012, 6.559.372, 6.500.733, 6.797.874, 6.720.239, 6.593.213 y 6.313.479.

40 El contexto de la invención puede incluir controlar la formación de una estructura de dominios de fases separadas dentro del producto de una reacción química. El contexto de la invención puede incluir maquinaria para controlar la formación de una estructura de dominios de fases separadas controlando una cantidad de un constituyente de un precursor que está presente por unidad de área de superficie. El contexto de la invención puede incluir un producto de una reacción química que incluye una estructura de dominios de fases separadas que incluye una pluralidad de estructuras de dominios.

45 La estructura de dominios de fases separadas incluye una pluralidad de estructuras de dominios. La invención puede incluir estructuras de dominios que definen redes de percolación. La invención puede incluir estructuras de dominios que minimizan la longitud de la ruta requerida para la acumulación de portadores de carga (por ejemplo, dominios columnares). Al menos una de entre la pluralidad de estructuras de dominios puede incluir al menos un dominio que se extiende desde una primera superficie del producto de la reacción química hasta una segunda superficie del producto de la reacción química. La invención puede incluir estructuras de dominios que minimizan el área de la superficie límite (por ejemplo, dominios columnares circulares) y/o minimizan la superficie límite a lo largo de direcciones de ruta preferidas (por ejemplo, dominios columnares circulares acanalados). La invención puede incluir el uso de sodio para hacer menos difusos (es decir, más diferenciados) los límites entre las estructuras de dominios.

50 La invención puede incluir una escala de longitud característica para el tamaño (intradominio) de los dominios (por ejemplo, "r" para el radio interno). La invención puede incluir de longitud característica para el tamaño (interdominio) de la separación o las separaciones entre dominios (por ejemplo, "d" para la distancia entre centros). Variando la proporción del tamaño característico de dominio con respecto a la separación característica de dominio, la invención permite el control de un volumen relativo de dos (o más) dominios. Variando los valores característicos absolutos, la invención permite el control de la proporción del volumen de unión con respecto al volumen libre de campo volumétrico en dos (o más) dominios de fases. La invención puede incluir controlar la separación de los dominios para controlar una proporción de dominios y/o de fases con respecto al volumen o a otro parámetro.

ES 2 342 022 T3

La invención puede incluir una distribución del tamaño característico de los dominios. Las realizaciones de la invención pueden caracterizarse por una distribución estrecha del tamaño de “r” (es decir, monomodal). Por ejemplo, las realizaciones de la invención pueden caracterizarse por una distribución de tamaños en la que el 80% de los casos de un dominio esté caracterizado por un tamaño que esté dentro del 20% (en más o en menos) de un valor escalar r. Puede ser ventajoso si el 90% de los casos de un dominio están caracterizados por un tamaño que esté dentro del 10% (en más o en menos) de un valor escalar “r”. Alternativamente, las realizaciones de la invención pueden estar caracterizadas por una pluralidad de distribuciones estrechas de tamaño “r” (es decir, multimodales). Las realizaciones preferidas de la invención evitan distribuciones de tamaño aleatorio (por ejemplo, de “r”).

La invención puede incluir estructuras de dominios de un tamaño que está entre aproximadamente 1 nm y aproximadamente 1 μ m, preferentemente entre aproximadamente 5 nm y aproximadamente 100 nm. La invención puede incluir estructuras de dominio que se repiten en múltiplos de un parámetro de red de célula unitaria cristalográfica entre aproximadamente 1 nm y aproximadamente 200 nm, preferentemente entre aproximadamente 5 nm y aproximadamente 50 nm. No obstante, es importante apreciar que el tamaño exacto (la magnitud) de los dominios no es importante.

La invención puede incluir una distribución característica de tamaños de las separaciones de dominios. Las realizaciones de la invención pueden caracterizarse por una distribución estrecha de tamaños de “d” (es decir, monomodal). Por ejemplo, las realizaciones de la invención pueden caracterizarse por una distribución de separaciones en la que el 80% de los casos de un dominio esté caracterizado por una separación que esté dentro del 20% (en más o en menos) de un valor escalar d. Puede ser ventajoso si el 90% de los casos de un dominio están caracterizados por una separación que esté dentro del 10% (en más o en menos) de un valor escalar “d”. Alternativamente, las realizaciones de la invención pueden estar caracterizadas por una pluralidad de distribuciones estrechas de la separación “d” (es decir, multimodales). Las realizaciones preferidas de la invención evitan distribuciones de separación aleatoria (por ejemplo, de “d”).

La invención puede incluir estructuras de dominios que se repiten (están separadas) sobre un periodo a aproximadamente 1 μ m, preferentemente entre aproximadamente 5 nm y aproximadamente 100 nm. La invención puede incluir estructuras de dominios que se repiten en múltiplos de un periodo de hasta aproximadamente 200 nm, preferentemente entre aproximadamente 5 nm y aproximadamente 50 nm.

La invención puede incluir estructuras de dominios que definen una simetría séxtuple, cuádruple o de otro tipo, en dos o tres dimensiones. Sin embargo, es importante apreciar que la simetría exacta no es importante. La invención puede incluir estructuras de dominios que definen un orden de corto alcance. La invención puede incluir estructuras de dominios que definen un orden de largo alcance.

Con referencia a las Figuras 7A-7C, no se describirá la optimización de la estructura de dominios hexagonales con respecto a la minimización de la recombinación total R. Las Figuras 7A-7B se relacionan con una aproximación de primer orden para minimizar la recombinación total R para una red de estructura hexagonal de dominio que tiene columnas circulares, suponiendo que la unión de interabsorción es estrecha en comparación con las dimensiones escalares r y d. Con referencia a las Figuras 7A-7B, un producto 710 de una reacción química que define una primera superficie 712 y una segunda superficie 714 está acoplado a un contacto posterior 720. El producto 710 de la reacción química incluye una estructura de dominios de fases separadas que incluyen una estructura 701 de dominios cilíndricos y una estructura 702 de dominios matriciales. En este caso, la estructura de dominios matriciales se extiende desde la primera superficie 712 del producto 710 de la reacción química hasta la segunda superficie 714 del producto 710 de la reacción química.

El volumen total de cada célula hexagonal de altura τ_0 está dado por

$$\left((3)^{1/2} d^2 \tau_0 \right) / 2$$

en la que d es la separación entre células hexagonales. La recombinación total R (por célula) es igual a la recombinación de la región uno R_1 de dominios cilíndricos más la recombinación de la región dos R_2 de dominios matriciales hexagonales más la recombinación en el contacto R_i entre las regiones uno y la región dos.

$$R = R_1 + R_2 + R_i$$

La recombinación en la región uno de dominios cilíndricos está dada por

$$R_1 = \rho_1 (\text{volumen1}) = \rho_1 \left((\tau_0 - \tau_1) \pi r^2 \right)$$

en la que ρ_1 es la tasa de recombinación volumétrica en la región uno de dominios cilíndricos.

ES 2 342 022 T3

La recombinación en la región dos de dominios de matriz hexagonal está dada por

$$R_2 = \rho_2 \left(\left((3)^{1/2} d^2 \tau_0 \right) / 2 - (\tau_0 - \tau_1) \pi r^2 \right)$$

en la que ρ_2 es la tasa de recombinación volumétrica en la región dos de dominios de matriz hexagonal.

La recombinación en el contacto entre la región cilíndrica uno y la región dos de dominios matriciales está dada por

$$R_i = \sigma_i \left(2\pi r (\tau_0 - \tau_1) + \pi r^2 \right)$$

en la que σ_i es la velocidad de recombinación de la superficie de contacto (unión). Las tasas de recombinación ρ_1 y ρ_2 , y la velocidad de recombinación σ_i son propiedades materiales que dependen de las composiciones y de los historiales de tratamiento.

La Fig. 7C se relaciona con una aproximación de segundo orden para minimizar la recombinación total R para una red de estructura de dominios hexagonales que tiene columnas circulares, en la que la anchura de la unión no es pequeña en comparación con r y/o d. Con referencia a la Fig. 7C, la anchura total de la unión es igual a la anchura de la unión del dominio cilíndrico más la anchura de la unión del dominio matricial

$$w_j = r_j + d_j$$

La recombinación total R (por célula) es igual a la recombinación en la región uno R_1 de dominios cilíndricos de campo nulo más la recombinación en la región dos R_2 de dominios matriciales hexagonales de campo nulo más la recombinación en la región de espacio anular uno R_{1j} de recombinación de cargas más la recombinación en la región de espacio anular dos R_{2j} de recombinación de cargas.

$$R = R_1 + R_2 + R_{1j} + R_{2j}$$

Las cuatro ecuaciones siguientes para los términos R_1 , R_2 , R_{1j} y R_{2j} son válidas cuando $\tau_1 \geq d_j$. Si $\tau_1 < d_j$, entonces se hace $\tau_1 = 0$. La recombinación en la región uno de dominios cilíndricos de campo nulo está dada por

$$R_1 = \rho_1 \left((\tau_0 - \tau_1 - r_j) \pi (r - r_j)^2 \right)$$

en la que ρ_1 es la tasa de recombinación volumétrica en la región uno de dominios cilíndricos de campo nulo.

La recombinación en la región dos de dominios matriciales hexagonales de campo nulo está dada por

$$R_2 = \rho_2 \left(\left((3)^{1/2} d^2 \tau_0 \right) / 2 - (\tau_0 - \tau_1 + d_j) \pi (r + d_j)^2 \right)$$

en la que ρ_2 es la tasa de recombinación volumétrica en la región dos de dominios de matriz hexagonal de campo nulo.

La recombinación en la región de espacio anular uno de recombinación de cargas está dada por

$$R_{1j} = \rho_{1j} \left((\tau_0 - \tau_1) \pi r^2 - (\tau_0 - \tau_1 - r_j) \pi (r - r_j)^2 \right)$$

la que ρ_{1j} es la tasa de recombinación volumétrica en la región de espacio anular uno de recombinación de cargas.

ES 2 342 022 T3

La recombinación en la región de espacio anular dos de recombinación de cargas está dada por

$$R_{2j} = \rho_{2j} \left((\tau_0 - \tau_1 + d_j) \pi (r + d_j)^2 - (\tau_0 - \tau_1) \pi r^2 \right)$$

en la que ρ_{2j} es la tasa de recombinación volumétrica en la región de espacio anular dos de recombinación de cargas. Las tasas de recombinación $\rho_1, \rho_2, \rho_{1j}$ y ρ_{2j} son propiedades materiales que dependen de las composiciones y de los historiales de tratamiento.

Con referencia a las Figuras 1A-1C, la invención puede incluir una cantidad periódicamente creciente de forma sustancialmente regular de un precursor revistiendo de forma plana una superficie dotada de relieve periódicamente de manera sustancialmente regular. Con referencia a la Fig. 1A, un primer sustrato 102 incluye una superficie 104 dotada de relieve periódicamente de manera sustancialmente regular. Un primer precursor 106 está acoplado a la superficie 104 dotada de relieve periódicamente de manera sustancialmente regular. Puede apreciarse que hay relativamente más del primer precursor 106 correspondiente a una situación espacial de base centrada en la posición 108 central de una célula dotada de relieve que en la posición 110 del borde de una célula dotada de relieve. Un segundo precursor 114 está acoplado a un segundo sustrato 112. El primer sustrato 102 y el segundo sustrato 112 son amovibles entre sí. Cuando el primer precursor 106 y el segundo precursor 114 entran en contacto y se calientan (opcionalmente, bajo la influencia de un campo eléctrico), el producto de la reacción resultante puede ser rico en cuanto a composición en los constituyentes del primer precursor en una situación correspondiente a la posición 108 central de la célula dotada de relieve, especialmente si la tasa de difusión basal es mucho menor que la tasa de difusión perpendicular.

Con referencia a la Fig. 1B, un primer precursor 126 está acoplado a un primer sustrato 122. Un segundo sustrato 132 incluye una superficie 124 dotada de relieve periódicamente de forma sustancialmente regular. Un segundo precursor 134 está acoplado a la superficie 124 dotada de relieve periódicamente de forma sustancialmente regular. Puede apreciarse que hay relativamente más del segundo precursor 134 en la posición 138 central de una célula dotada de relieve que en la posición 130 del borde de una célula dotada de relieve. El primer sustrato 122 y el segundo sustrato 132 son amovibles entre sí. Cuando el primer precursor 126 y el segundo precursor 134 entran en contacto y se calientan (opcionalmente, bajo la influencia de un campo eléctrico), el producto de la reacción resultante será rico en cuanto a composición en los constituyentes del segundo precursor en una situación correspondiente a la posición 138 central de la célula dotada de relieve.

Con referencia a la Fig. 1C, un primer sustrato 142 incluye una superficie 144 dotada de relieve periódicamente de manera sustancialmente regular. Un primer precursor 146 está acoplado a la superficie 144 dotada de relieve periódicamente de manera sustancialmente regular. Puede apreciarse que hay relativamente más del primer precursor 146 en la posición 158 central de una célula dotada de relieve que en la posición 150 del borde de una célula dotada de relieve. Un segundo sustrato 152 incluye una superficie 145 dotada de relieve periódicamente de forma sustancialmente regular. Un segundo precursor 154 está acoplado a la superficie 145 dotada de relieve periódicamente de forma sustancialmente regular. Puede apreciarse que hay relativamente más del segundo precursor 154 en la posición 159 central de una célula dotada de relieve que en la posición 151 del borde de una célula dotada de relieve. El primer sustrato 142 y el segundo sustrato 152 son amovibles entre sí. Cuando el primer precursor 146 y el segundo precursor 154 entran en contacto y se calientan (opcionalmente, bajo la influencia de un campo eléctrico), el producto de la reacción resultante será rico en cuanto a composición en los constituyentes del primer precursor en una situación correspondiente a la posición 158 central de la célula dotada de relieve, y será rico en cuanto a composición en los constituyentes del segundo precursor en una situación correspondiente a la posición 159 central de la célula dotada de relieve.

Con referencia a las Figuras 2A-2C, la invención puede incluir una cantidad periódicamente creciente de forma sustancialmente regular de un precursor depositando previamente una pluralidad de fuentes constituyentes que incluyen un exceso del constituyente con respecto a una cantidad media. Con referencia a la Fig. 2A, un primer sustrato 202 incluye una pluralidad de fuentes constituyentes 204 situadas periódicamente de manera sustancialmente regular. Un primer precursor 206 está acoplado a las fuentes 204. Puede apreciarse que hay relativamente más del primer precursor 206 en las posiciones 208 sin las fuentes 204 que en las posiciones 210 con las fuentes 204. Un segundo precursor 214 está acoplado a un segundo sustrato 212. El primer sustrato 202 y el segundo sustrato 212 son amovibles entre sí. Cuando el primer precursor 206 y el segundo precursor 214 entran en contacto y se calientan (opcionalmente, bajo la influencia de un campo eléctrico), el producto de la reacción resultante puede ser rico en cuanto a composición en los constituyentes del primer precursor en las situaciones correspondientes a la posición 208 central de la célula dotada de relieve.

Con referencia a la Fig. 2B, un primer precursor 226 está acoplado a un primer sustrato 222. Un segundo sustrato 232 incluye una pluralidad de fuentes constituyentes 224 situadas periódicamente de forma sustancialmente regular. Un segundo precursor 234 está acoplado a las fuentes 224. Puede apreciarse que hay relativamente más del segundo precursor 234 en la posición 238 central que en las posiciones 230 del borde. El primer sustrato 222 y el segundo sustrato 232 son amovibles entre sí. Cuando el primer precursor 226 y el segundo precursor 234 entran en contacto y se calientan (opcionalmente, bajo la influencia de un campo eléctrico), el producto de la reacción resultante será rico

en cuanto a composición en los constituyentes del segundo precursor en una situación correspondiente a la posición 238 central de la célula dotada de relieve.

5 Con referencia a la Fig. 2C, un primer sustrato 242 incluye una pluralidad de fuentes constituyentes 244 situadas periódicamente de forma sustancialmente regular. Un primer precursor 246 está acoplado a la pluralidad de fuentes constituyentes 244 situadas periódicamente de forma sustancialmente regular. Puede apreciarse que hay relativamente más del primer precursor 246 en la posición 258 central que en la posición 250 del borde. Un segundo sustrato 252 incluye una pluralidad de fuentes 245 situadas periódicamente de forma sustancialmente regular. Un segundo precursor 254 está acoplado a la pluralidad de fuentes 245 situadas periódicamente de forma sustancialmente regular. 10 Puede apreciarse que hay relativamente más del segundo precursor 254 en la posición 259 central que en la posición 251 del borde. El primer sustrato 242 y el segundo sustrato 252 son amovibles entre sí. Cuando el primer precursor 246 y el segundo precursor 254 entran en contacto y se calientan (opcionalmente, bajo la influencia de un campo eléctrico), el producto de la reacción resultante será rico en cuanto a composición en los constituyentes del primer precursor en una situación correspondiente a la posición 258 central, y será rico en cuanto a composición en los constituyentes del 15 segundo precursor en una situación correspondiente a la posición 259 central.

Con referencia a las Figuras 3A-3H, la superficie dotada de relieve y/o las fuentes constituyentes pueden situarse de un lado a otro de una superficie para definir una simetría hexagonal, o una simetría ortogonal u otra simetría y/o grupo espacial. Con referencia a la Fig. 3A, el relieve o las fuentes de la superficie pueden definir una trama hexagonal 310. Con referencia a la Fig. 3B, los productos 320 de reacción cuya situación se corresponde a la trama 20 310 pueden ser columnares (para facilitar el transporte de portador de carga) con una circunferencia circular. Con referencia a la Fig. 3C, la proporción entre el área del dominio matricial y el área del dominio columnar puede controlarse situando las columnas 330 del producto de la reacción más cerca entre sí (por ejemplo, de modo que las columnas apenas se toquen). Con referencia a la Fig. 3D, la proporción entre el área del dominio matricial y el área del dominio columnar puede disminuir aún más situando las columnas 340 del producto de la reacción de forma que se solapen. Con referencia a la Fig. 3E, el relieve o las fuentes de la superficie pueden definir una trama ortogonal 25 350. Con referencia a la Fig. 3F, los productos 360 de reacción cuya situación se corresponde a la trama 350 pueden ser columnares (para facilitar el transporte de portador de carga) con una circunferencia circular. Con referencia a la Fig. 3G, la proporción entre el área del dominio matricial y el área del dominio columnar puede controlarse situando las columnas 370 del producto de la reacción más cerca entre sí (por ejemplo, de modo que las columnas apenas se toquen). Con referencia a la Fig. 3H, la proporción entre el área del dominio matricial y el área del dominio columnar puede disminuir aún más situando las columnas 380 del producto de la reacción de forma que se solapen. 30

Ejemplos

35 En lo que sigue, se describirán realizaciones específicas de la invención adicionalmente mediante los siguientes ejemplos no limitantes que servirán para ilustrar con algún detalle diversas características. Los siguientes ejemplos se incluyen para facilitar una comprensión de las formas en que puede ponerse en práctica una realización de la invención. Debiera observarse que los ejemplos que siguen representan realizaciones que se ha descubierto que funcionan bien 40 en la práctica de la invención y, por ello, puede considerarse que constituyen un modo o modos preferidos para la práctica de las realizaciones de la invención. Sin embargo, debiera apreciarse que pueden realizarse muchos cambios en las realizaciones ejemplares que se dan a conocer a la vez que se sigue obteniendo un resultado parecido o similar sin apartarse de una realización de la invención. En consecuencia, no debe interpretarse que los ejemplos limiten el alcance de la invención. 45

Ejemplo 1

Con referencia a las Figuras 4A-4C, este ejemplo se relaciona con una realización de la invención que incluye un revestimiento plano de un primer precursor 410 sobre una superficie de un instrumento 416 en la que un primer precursor constituyente se aumenta periódicamente de forma sustancialmente regular depositando previamente una pluralidad de fuentes constituyentes 412 que incluyen un exceso del constituyente con respecto a una cantidad media. Esta realización también incluye el uso de un campo eléctrico conmutable (por ejemplo, encendido-apagado), modulable (por ejemplo, en la intensidad del campo), reversible (por ejemplo, en polaridad). 50

55 Con referencia a la Fig. 4A, un primer precursor 410 incluye fuentes 412. Se proporciona un segundo precursor 420 en un contacto posterior 422. Con referencia a la Fig. 4B, el primer precursor 410 y el segundo precursor 420 entran en contacto y se calientan, y se aplica un campo eléctrico. Con la polarización del campo aplicado tal como se representa en la Fig. 4B, el campo eléctrico tiende a alejar al menos algunos de los iones de cobre del instrumento. Tal como se representa, el campo ejerce fuerza sobre el cobre que es contraria a la dirección del empuje químico sobre el cobre, y puede denominarse polarización inversa (inadecuado para la polarización directa). Naturalmente, la dirección del campo puede ser seleccionada, la magnitud del campo puede ser controlada y el campo puede ser conectado y/o desconectado. Entretanto, las fuentes 412 forman dominios beta ricos en indio-galio. Con referencia a la Fig. 4C, una vez que se elimina el campo eléctrico, se separa el instrumento y los dominios permanecen intactos. 60

Ejemplo 2

Con referencia a las Figuras 5A-5C, este ejemplo se relaciona con una realización de la invención que incluye un revestimiento plano de un primer precursor sobre una superficie de un instrumento en la que un primer precursor

constituyente se aumenta periódicamente de forma sustancialmente regular depositando previamente una pluralidad de fuentes constituyentes que incluyen un exceso del constituyente con respecto a una cantidad media. Esta realización de la invención también incluye un contacto de la superficie posterior que está recubierto de forma plana con un segundo precursor. Esta realización incluye el uso de un campo eléctrico conmutable (por ejemplo, encendido-apagado), modulable (por ejemplo, en la intensidad del campo), reversible (por ejemplo, en polaridad) cuya intensidad varía periódicamente de forma sustancialmente regular con respecto a la situación espacial de la base.

Con referencia a la Fig. 5A, un primer precursor 510 incluye fuentes 512 de $(\text{In/Ga})_y(\text{Se})_{1-y}$ e In/Ga. El primer precursor 510 está acoplado a una capa aplanada 514 de liberación que está acoplada a una superficie dotada de relieve periódicamente de forma sustancialmente regular de un instrumento 516. Las fuentes 512 pueden ensamblarse por sí mismas en emplazamientos correspondientes a la superficie dotada de relieve mediante la fotoionización de partículas de In/Ga y la aplicación de una polarización negativa al instrumento, o cañón de electrones, que ioniza las partículas de In/Ga y aplica una polarización positiva al instrumento. El uso de la fotoionización y/o la ionización por cañón de electrones para permitir la colocación de puntos cuánticos se describe en la patente estadounidense nº 6.313.476. Naturalmente, pueden usarse otros procedimientos de autoensamblado y/o deposición para colocar las fuentes 512, como la epitaxia autoorganizada (por ejemplo, sobre GaAs) y/o técnicas moleculares robotizadas. Un segundo precursor 520 incluye $\text{Cu}_x\text{Se}_{1-x}$. Con referencia a la Fig. 5B, el primer precursor 510 y el segundo precursor 520 entran en contacto y se calientan, y se aplica un campo eléctrico. El campo eléctrico representado tiende a alejar algunos de los iones de cobre de las proyecciones del instrumento dotado de relieve, formando con ello dominios alfa ricos en cobre. Alejar a los iones de cobre del instrumento contribuye a evitar que el producto de la reacción se suelde al instrumento. Entretanto, las fuentes 512 forman dominios beta ricos en indio-galio. Con referencia a la Fig. 5C, una vez que se elimina el campo eléctrico, se separa el instrumento y los dominios permanecen intactos.

Ejemplo 3

Con referencia a las Figuras 6A-6C, este ejemplo se relaciona con una realización de la invención que incluye un instrumento 610 en el que la cantidad de un primer precursor 612 se aumenta periódicamente de forma sustancialmente regular revistiendo de forma plana periódicamente de manera sustancial regular una superficie dotada de relieve. Esta realización de la invención también incluye un contacto 614 de la superficie posterior, en la que un segundo precursor 616 está sustancialmente aplanado.

Con referencia a la Fig. 6A, pueden verse emplazamientos del primer precursor adicional. Con referencia a la Fig. 6B, los dominios resultantes son columnares y se extienden desde una primera superficie 620 del producto de reacción a una segunda superficie 622. Con referencia a la Fig. 6C, un emisor 649 está acoplado al producto de reacción.

Ejemplo 4

Con referencia a las Figuras 6D-6F, este ejemplo se relaciona con una realización de la invención que incluye un instrumento 660 que está recubierto de forma plana con un primer precursor 662. Esta realización de la invención también incluye un contacto 664 de la superficie posterior en el que la cantidad de un segundo precursor 668 se aumenta periódicamente de manera sustancialmente regular revistiendo de forma plana una superficie dotada de relieve periódicamente de manera sustancialmente regular.

Con referencia a la Fig. 6D, los emplazamientos del segundo precursor adicional corresponden a situaciones en las que se situarán los dominios ricos en el segundo precursor adyacentes al segundo sustrato. Con referencia a la Fig. 6E, solo uno de los dominios resultantes se extiende desde una primera superficie 670 del producto de reacción hasta una segunda superficie 672. Con referencia a la Fig. 6F, un emisor 699 está acoplado al producto de reacción.

Ejemplo 5

Con referencia a las Figuras 8A-8C, este ejemplo se relaciona con una realización de la invención que incluye un revestimiento plano de un primer precursor sobre una superficie de un instrumento en la que un primer precursor constituyente se aumenta periódicamente de manera sustancialmente regular con respecto a un plano base utilizando un sustrato dotado de relieve. El resultado es un exceso del constituyente con respecto a una cantidad media en emplazamientos que se corresponden a las muescas individuales de la superficie dotada de relieve del instrumento. Esta realización también incluye el uso de un campo eléctrico conmutable (por ejemplo, encendido-apagado), modulable (por ejemplo, en la intensidad del campo), reversible (por ejemplo, en polaridad) cuya intensidad varía periódicamente de forma sustancialmente regular con respecto a la situación espacial de la base.

Con referencia a la Fig. 8A, se proporciona un primer precursor 810 en una superficie instrumental 815. Se proporciona un segundo precursor 820 en un contacto posterior 822. Con referencia a la Fig. 5B, el primer precursor 810 y el segundo precursor 820 entran en contacto y se calientan, y se aplica un campo eléctrico. Con la polarización del campo aplicado tal como se representa en la Fig. 8B, el campo eléctrico tiende a alejar al menos algunos de los iones de cobre del instrumento. Es importante apreciar que la intensidad del campo es mayor en los emplazamientos de la superficie del instrumento que no están dotados de relieve. Así, la fuerza electrostática motriz también aumenta periódicamente de manera sustancialmente regular con respecto a un plano de base. Tal como se representa, el campo ejerce fuerza sobre el cobre que es contraria a la dirección del empuje químico sobre el cobre, y puede denominarse polarización

inversa (inadecuado para la polarización directa). Naturalmente, la dirección del campo puede ser seleccionada, la magnitud del campo puede ser controlada y el campo puede ser conectado y/o desconectado. Entretanto, tienden a formarse dominios beta ricos en indio-galio en emplazamientos que se corresponden a las muescas individuales de la superficie dotada de relieve del instrumento. Con referencia a la Fig. 8C, una vez que se elimina el campo eléctrico, se separa el instrumento y los dominios permanecen intactos.

Ejemplo 6

Con referencia a las Figuras 9A-9C, este ejemplo se relaciona con una realización de la invención que incluye un primer precursor sobre una superficie de un instrumento en la que un primer precursor constituyente se aumenta periódicamente de manera sustancialmente regular con respecto a un plano base utilizando un sustrato dotado de relieve en combinación con un revestimiento líquido que contiene el primer precursor constituyente. El revestimiento líquido se seca y, a continuación, se deposita el resto del primer precursor. El resultado es un exceso del constituyente con respecto a una cantidad media en emplazamientos que se corresponden a las muescas individuales de la superficie dotada de relieve del instrumento. Esta realización vuelve a incluir el uso de un campo eléctrico conmutable (por ejemplo, encendido-apagado), modulable (por ejemplo, en la intensidad del campo), reversible (por ejemplo, en polaridad) cuya intensidad varía periódicamente de forma sustancialmente regular con respecto a la situación espacial de la base.

Con referencia a la Fig. 9A, el revestimiento líquido 905 que contiene el primer precursor constituyente se aplica a una superficie instrumental 515. Con referencia a la Fig. 9B, el revestimiento líquido 905 se seca y las fuerzas capilares hacen que el primer precursor constituyente se acumule en las porciones más profundas de las muescas individuales. Con referencia a la Fig. 9C, el resto 910 del primer precursor se deposita de forma plana. Se proporciona un segundo precursor 920 en un contacto posterior 522. Con referencia a la Fig. 9D, el primer precursor 910 y el segundo precursor 920 entran en contacto y se calientan, y se aplica un campo eléctrico. Con la polarización del campo aplicado tal como se representa en la Fig. 9D, el campo eléctrico tiende a alejar al menos algunos de los iones de cobre del sustrato dotado de relieve. Es importante apreciar que la intensidad del campo es mayor en los emplazamientos de la superficie del instrumento que no tienen muescas. Así, la fuerza electrostática motriz también aumenta periódicamente de manera sustancialmente regular con respecto a un plano de base. Nuevamente, la dirección del campo puede ser seleccionada, la magnitud del campo puede ser controlada y el campo puede ser conectado y/o desconectado. Con referencia a la Fig. 9E, tienden a formarse dominios beta ricos en indio-galio en emplazamientos que se corresponden a las muescas individuales de la superficie dotada de relieve del instrumento. Una vez que se elimina el campo eléctrico, se separa el instrumento y los dominios permanecen intactos.

Ejemplo 7

Con referencia a las Figuras 10A-10D, este ejemplo se relaciona con una realización de la invención que incluye un segundo precursor 1000 sobre una superficie de un contacto posterior 1020 en la que un segundo precursor constituyente se aumenta periódicamente de manera sustancialmente regular depositando previamente una pluralidad de fuentes constituyentes 1010 que incluyen un exceso del constituyente con respecto a una cantidad media. Nuevamente, esta realización incluye el uso de un campo eléctrico conmutable (por ejemplo, encendido-apagado), modulable (por ejemplo, en la intensidad del campo), reversible (por ejemplo, en polaridad).

Con referencia a la Fig. 10A, se forman fuentes 1010 en el contacto posterior 1020 mediante epitaxia. Con referencia a la Fig. 10B, se proporciona un primer precursor 1030 en la superficie de un instrumento. El primer precursor 1030 y el segundo precursor 1000 entran en contacto y se calientan, y se aplica el campo eléctrico. Con la polarización del campo aplicado tal como se representa en la Fig. 10C, el campo eléctrico tiende a alejar al menos algunos de los iones de cobre de la superficie del instrumento. Tal como se representa, el campo ejerce fuerza sobre el cobre que es contraria a la dirección del empuje químico sobre el cobre, y puede denominarse polarización inversa. Como en ejemplos anteriores, la dirección del campo puede ser seleccionada, la magnitud del campo puede ser controlada y el campo puede ser conectado y/o desconectado. Entretanto, las fuentes 1010 forman dominios alfa ricos en cobre. Con referencia a la Fig. 10D, una vez que se elimina el campo eléctrico, se separa el instrumento y los dominios permanecen intactos.

Aplicaciones prácticas

Una aplicación práctica de la invención que tiene valor dentro de las técnicas tecnológicas es la fabricación de dispositivos fotovoltaicos como películas captadoras o sustancias electroluminiscentes. Además, la invención es útil en conjunción con la fabricación de semiconductores (como los usados para hacer transistores), o en conjunción con la fabricación de superconductores (como los usados para hacer imanes o detectores) o similares. Hay usos casi innumerables para una realización de la invención, y no es preciso detallarlos todos en el presente documento.

Ventajas

Las realizaciones de la invención pueden ser rentables y ventajosas por al menos las siguientes razones. Las realizaciones de la invención pueden mejorar el control de la formación de una estructura de dominios de fases separadas dentro de un producto de una reacción química. Las realizaciones de la invención pueden mejorar las propiedades de límite de una pluralidad de estructuras de dominios dentro de la estructura de dominios de fases separadas. Las realizaciones de la invención pueden mejorar el rendimiento de los productos de una reacción química que incluyen

ES 2 342 022 T3

una estructura de dominios de fases separadas. Las realizaciones de la invención mejoran la calidad y/o reducen los costes en comparación con enfoques previos.

Definiciones

5

El término capa se pretende que signifique en general películas, revestimientos y estructuras más gruesas. El término revestimiento se pretende de forma subgenérica que signifique películas delgadas, películas gruesas y estructuras más gruesas. El término composición se pretende que signifique en general sustancias inorgánicas u orgánicas como, sin limitación, productos de una reacción química y/o productos de una reacción física. El término seleniuro se pretende que signifique un material que incluye el elemento selenio y que no incluye suficiente oxígeno para precipitar una base de selenato separada; puede haber presente oxígeno en el seleniuro. El término instrumento se pretende que signifique un sustrato concebido para la reutilización o un uso múltiple.

10

El término programa y/o la expresión programa informático se pretende que signifique una secuencia de instrucciones concebida para su ejecución en un sistema de ordenadores (por ejemplo, un programa y/o un programa informático pueden incluir una subrutina, una función, un procedimiento, un método de objeto, un código objeto, una biblioteca compartida/biblioteca de enlace dinámico y/u otra secuencia de instrucciones concebida para su ejecución en un ordenador o en un sistema de ordenadores). La expresión radiofrecuencia se pretende que signifique frecuencias iguales o menores de aproximadamente 300 GHz, al igual que el espectro infrarrojo. Los números de grupos correspondientes a las columnas dentro de la tabla periódica de elementos usan la convención de la "Nueva notación", tal como aparece en el CRC Handbook of Chemistry and Physics, 81ª edición (2000).

15

El término sustancialmente se pretende que signifique en gran medida, pero no necesariamente por completo aquello que se especifica. El término aproximadamente pretende que signifique al menos cerca de un valor dado (por ejemplo, dentro del 10% del mismo). El término generalmente se pretende que signifique al menos aproximándose a un estado dado. El término acoplado se pretende que signifique conectado, aunque no necesariamente directamente, y no necesariamente mecánicamente. El término próximo, tal como se usa en el presente documento, se pretende que signifique cercano, casi adyacente y/o coincidente, e incluye situaciones espaciales en las que puede llevarse a cabo y/o lograrse funciones y/o resultados especificados (si es que hay alguno). El término desplegar se pretende que signifique diseñar, construir, transportar, instalar y/o hacer funcionar.

25

30

Los términos primero o uno, y las expresiones al menos un primero o al menos uno, se pretende que signifiquen lo singular o lo plural, a no ser que esté claro por el texto intrínseco del presente documento que se entiende lo contrario. Los términos segundo u otro, y las expresiones al menos un segundo o al menos otro, se pretende que signifiquen lo singular o lo plural, a no ser que esté claro por el texto intrínseco del presente documento que se entiende lo contrario. A no ser que se afirme expresamente lo contrario en el texto intrínseco del presente documento, el término o se pretende que signifique un o incluyente y no un o excluyente. Específicamente, una condición A o B se satisface por una cualquiera de los siguientes: A es verdad (o está presente) y B es falso (o no está presente), A es falso (o no está presente) y B es verdad (o está presente), y tanto A como B son verdad (o están presentes). Los términos un o una se emplean por cuestiones de estilo gramatical y meramente por conveniencia.

35

40

El término pluralidad se pretende que signifique dos o más de dos. El término cualquiera se pretende que signifique todos los miembros aplicables de un conjunto o, al menos, un subconjunto de todos los miembros aplicables del conjunto. La expresión cualquier entero derivable en el mismo se pretende que signifique un entero entre los números correspondientes enumerados en la memoria. La expresión cualquier intervalo derivable en el mismo se pretende que signifique cualquier intervalo dentro de tales números correspondientes. El término medio, cuando va seguido por el término "para", se pretende que signifique maquinaria informática, lógica física y/o soporte lógico para lograr un resultado. El término etapa, cuando va seguido por el término "para" se pretende que signifique un (sub)procedimiento, (sub)proceso y/o (sub)rutina para lograr el resultado enumerado.

45

50

Los términos "comprende", "comprendiendo", "incluye", "incluyendo", "tiene", "teniendo" o cualquier otra variación de los mismos, se pretende que cubran una inclusión no excluyente. Por ejemplo, un proceso, un procedimiento, un artículo o un aparato que comprende una lista de elementos no están necesariamente limitados únicamente a esos elementos, sino que pueden incluir otros elementos no expresamente enumerados o inherentes a tal proceso, procedimiento, artículo o aparato. Los términos "consistiendo" (consiste, consistido) y/o "componiendo" (compone, compuesto) se pretende que signifiquen lenguaje cerrado que no deja el procedimiento, el aparato o la composición enumerados para la inclusión de procedimientos, estructura(s) y/o ingrediente(s) distintos de los enumerados salvo en lo referente a complementos, aditamentos y/o impurezas normalmente asociados a los mismos. La enumeración del término "esencialmente" junto con el término "consistiendo" (consiste, consistido) y/o "componiendo" (compone, compuesto) se pretende que signifique lenguaje aproximado modificado que deja que el procedimiento, el aparato o la composición enumerados abiertos únicamente para la inclusión de procedimientos, estructura(s) y/o ingrediente(s) no especificados que no afectan materialmente las características novedosas básicas del procedimiento, del aparato y/o de la composición enumerados.

55

60

A no ser que se defina lo contrario, todos los términos técnicos y científicos usados en el presente documento tienen el mismo significado que entiende comúnmente una persona de dominio normal de la técnica a la que pertenece la presente invención. En caso de conflicto, regirá la presente memoria, incluidas sus definiciones.

65

Conclusión

Las realizaciones y los ejemplos descritos son únicamente ilustrativos y no se pretende que sean limitantes. Aunque las realizaciones de la invención pueden implementarse por separado, las realizaciones de la invención pueden ser integradas en el o los sistemas con los que están asociadas. Todas las realizaciones de la invención dada a conocer en el presente documento pueden fabricarse y usarse sin experimentación indebida en vista de la revelación. Aunque se da a conocer el mejor modo de la invención contemplado por el o los inventores, las realizaciones de la invención no están limitadas al mismo. Las realizaciones de la invención no están limitadas por declaraciones teóricas (si es que las hay) enumeradas en el presente documento. No es preciso que las etapas individuales de las realizaciones de la invención se lleven a cabo de la manera dada a conocer, ni que se combinen en las secuencias dadas a conocer, sino que pueden llevarse a cabo de cualquier manera y en todas ellas y/o combinarse en cualquier secuencia y en todas ellas. No es preciso que los componentes individuales de las realizaciones de la invención se formen con las formas dadas a conocer, ni que se combinen en las configuraciones dadas a conocer, sino que podrían proporcionarse con cualquier forma y en todas ellas y/o combinarse en cualquier configuración y en todas ellas. No es preciso que los componentes individuales estén fabricados de los materiales dados a conocer, sino que podrían fabricarse de cualquier material adecuado o de todos ellos. Las sustancias descritas en el presente documento pueden ser reemplazadas con sustitutos homólogos.

Todos los elementos y las características dados a conocer de cada una de las realizaciones dadas a conocer pueden combinarse con los elementos y las características dados a conocer de todas las demás realizaciones dadas a conocer, o sustituirlos, salvo cuando tales elementos o características sean mutuamente excluyentes. El concepto subyacente de la invención, tal como se define mediante las reivindicaciones adjuntas, y sus equivalentes abarcan todas las sustituciones, modificaciones, adiciones y/o reorganizaciones de ese tipo.

Referencias

- (1) B. J. Stanbery, "The intra-absorber junction (IAJ) model for the device physics of copper indium selenide-based photovoltaics", 0-7803-8707-4/05 IEEE, presentado el 5 de enero de 2005, páginas 355-358.
- (2) Y. Yan, R. Noufi, K. M. Jones, K. Ramanathan, M. M. Al-Jassim y B. J. Stanbery, "Chemical fluctuation-induced nanodomains in Cu(In,Ga)Se₂ films", Applied Physics Letters 87, 121904 *American Institute of Physics*, 12 de septiembre de 2005.
- (3) Billy J. Stanbery, "Copper indium selenides and related materials for photovoltaic devices", 1040-8436/02 *CRC Press, Inc.*, 2002, páginas 73-117.
- (4) B.J. Stanbery, S. Kincal, L. Kim, T. J. Anderson, O. D. Crisalle, S. P. Ahrenkiel y G. Lippold "Role of Sodium in the Control of Defect Structures in CIS", 0-7803-5772-8/00 IEEE, 2000, páginas 440-445.
- (5) Vigésimo Congreso Europeo sobre la Energía Solar Fotovoltaica, 6-10 de junio de 2005, Barcelona, España, páginas 1744-1747.

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

5 1. Un procedimiento que comprende: proporcionar un primer precursor (106; 126; 146; 206; 226; 246) sobre un primer sustrato (102; 122; 142; 202; 222; 242); proporcionar un segundo precursor (114; 134; 154; 214; 234; 254) sobre un segundo sustrato (112; 132; 152; 212; 232; 252); poner en contacto el primer precursor y el segundo precursor; hacer reaccionar el primer precursor y el segundo precursor para formar un producto de reacción química; y mover el primer sustrato y el segundo sustrato entre sí para separar el producto de la reacción química de al menos un miembro seleccionado del grupo constituido por el primer sustrato (102; 122; 142; 202; 222; 242) y el segundo sustrato (112; 132; 152; 212; 232; 252), **caracterizado** porque, para controlar la formación de una estructura de dominio de fase separada dentro del producto de la reacción química, se proporciona un constituyente de al menos un miembro seleccionado del grupo constituido por el primer precursor (106; 126; 146; 206; 226; 246) y el segundo precursor (102; 122; 142; 202; 222; 242) en una cantidad que varía periódicamente de una forma sustancialmente regular con respecto a una cantidad media con respecto a la situación espacial de la base, en el que la estructura de dominio de fase separada incluye una red de dominio de fase separada, en la que la cantidad del constituyente se aumenta periódicamente de manera sustancialmente regular mediante el revestimiento plano de una superficie dotada de relieve periódicamente de manera sustancialmente regular con un material que incluye un exceso del constituyente con respecto a la cantidad media, en la que la cantidad en que se proporciona el constituyente periódicamente varía de la cantidad media con respecto a la situación espacial de la base en una escala submicrométrica y en la que la cantidad en que se proporciona el constituyente periódicamente varía de la cantidad media con respecto a la situación espacial de la base en una escala que es sustancialmente un múltiplo de aproximadamente cinco nanómetros.

2. El procedimiento de la reivindicación 1 que además comprende generar un campo eléctrico entre el primer sustrato (102; 122; 142; 202; 222; 242) y el segundo sustrato (112; 132; 152; 212; 232; 252).

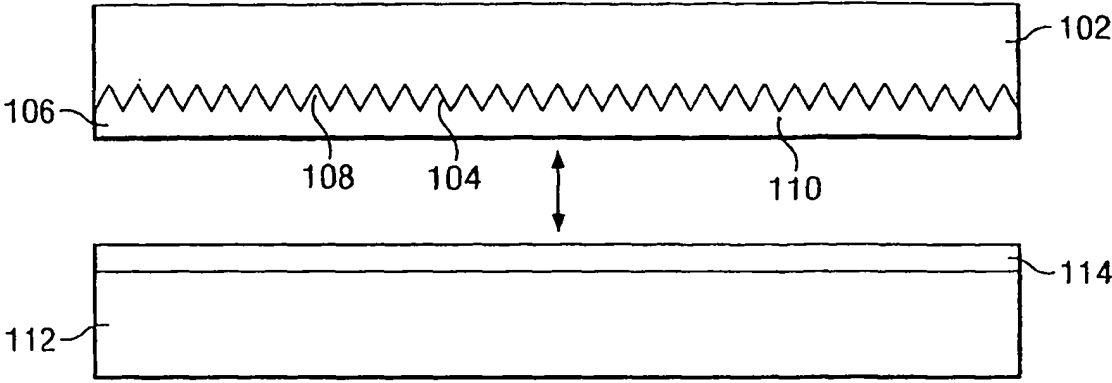


FIG. 1A

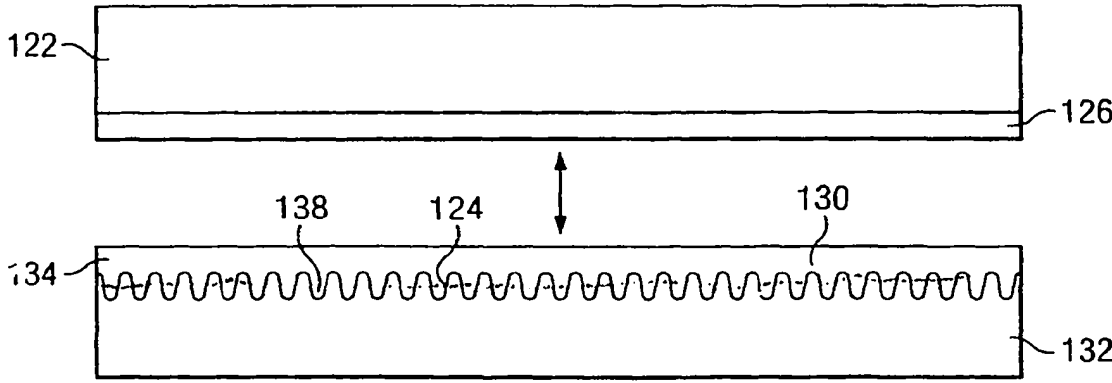


FIG. 1B

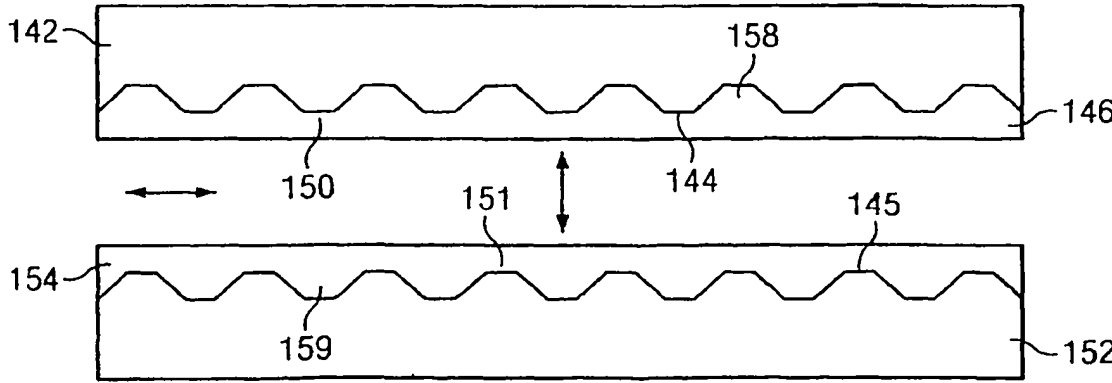
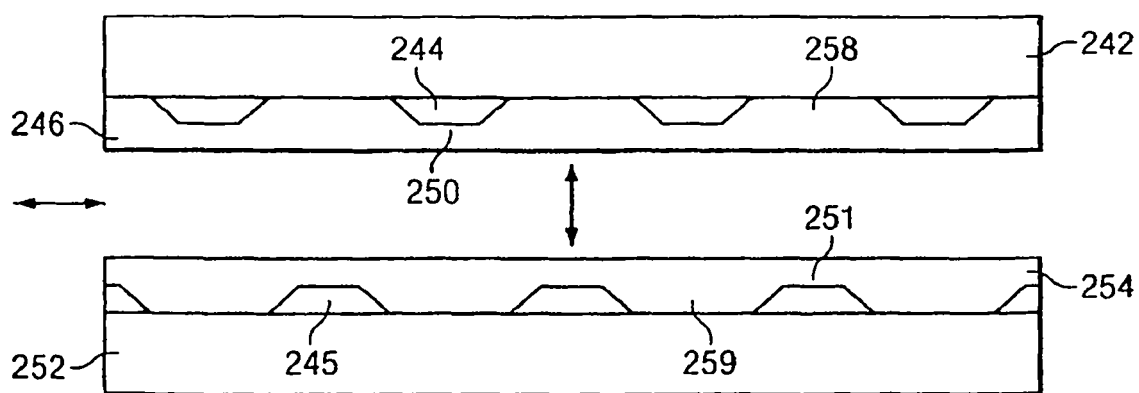
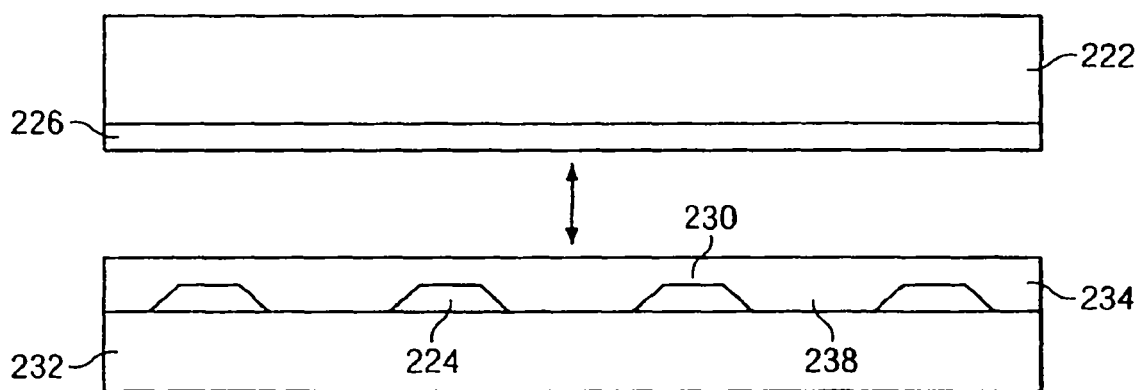
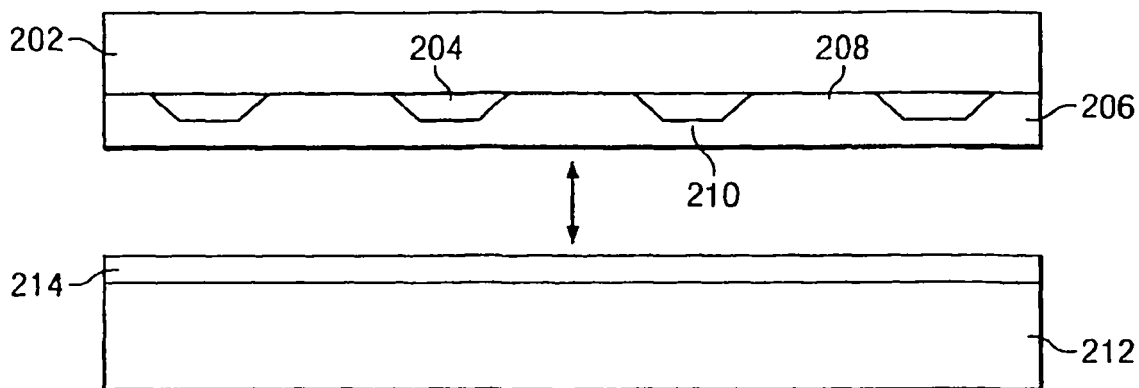


FIG. 1C



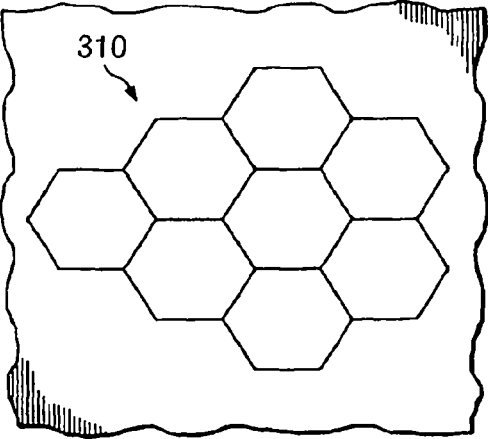


FIG. 3A

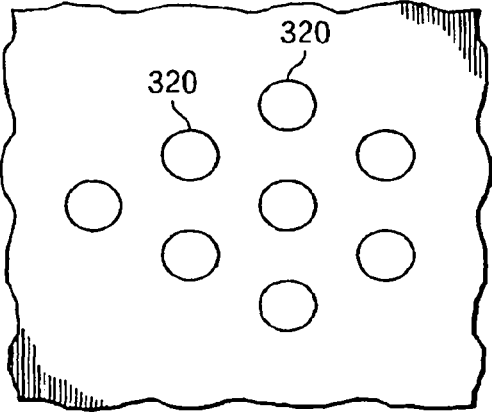


FIG. 3B

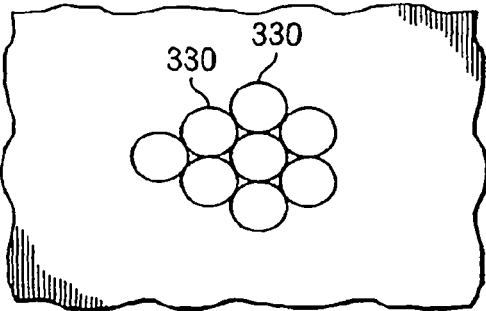


FIG. 3C

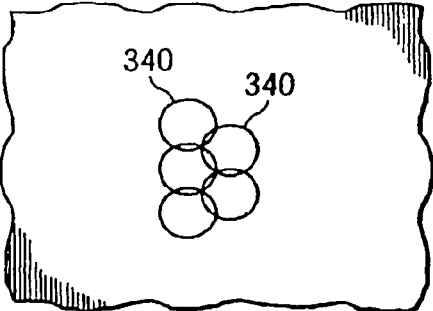


FIG. 3D

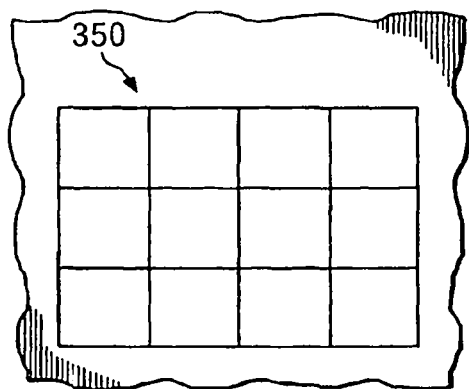


FIG. 3E

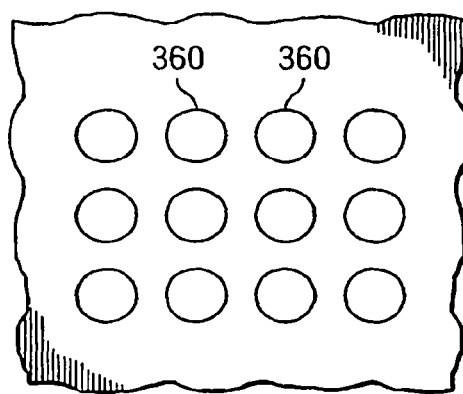


FIG. 3F

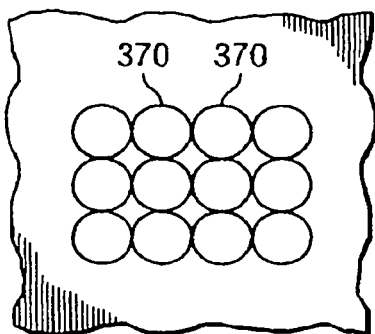


FIG. 3G

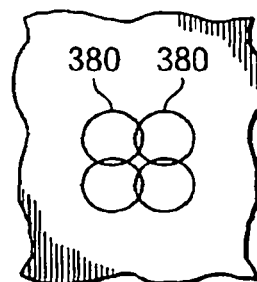


FIG. 3H

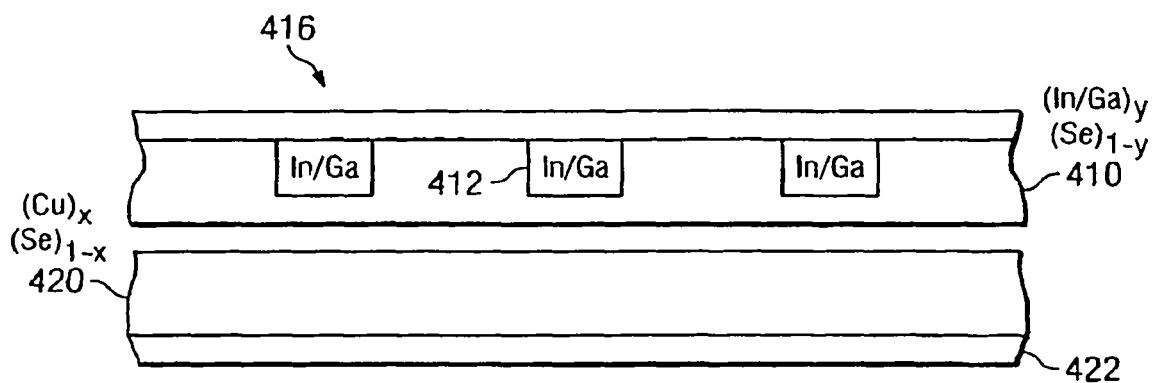


FIG. 4A

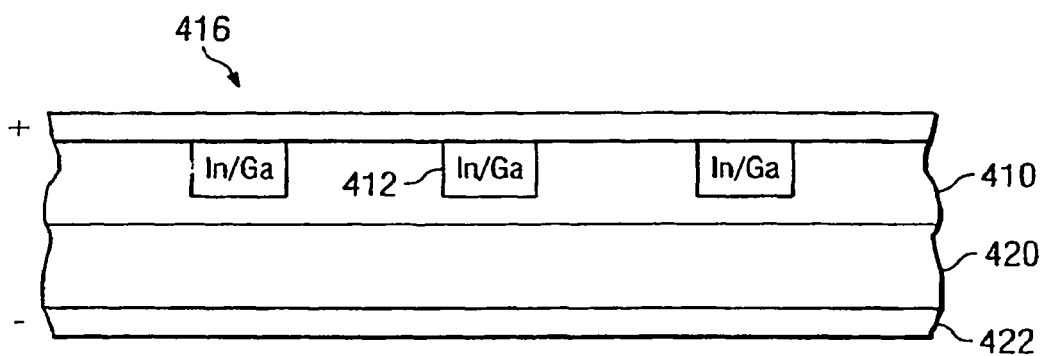


FIG. 4B

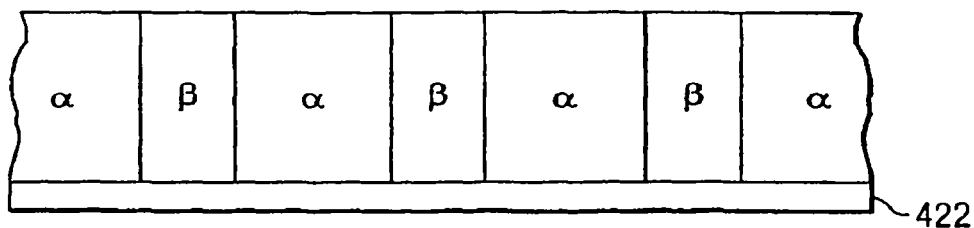


FIG. 4C

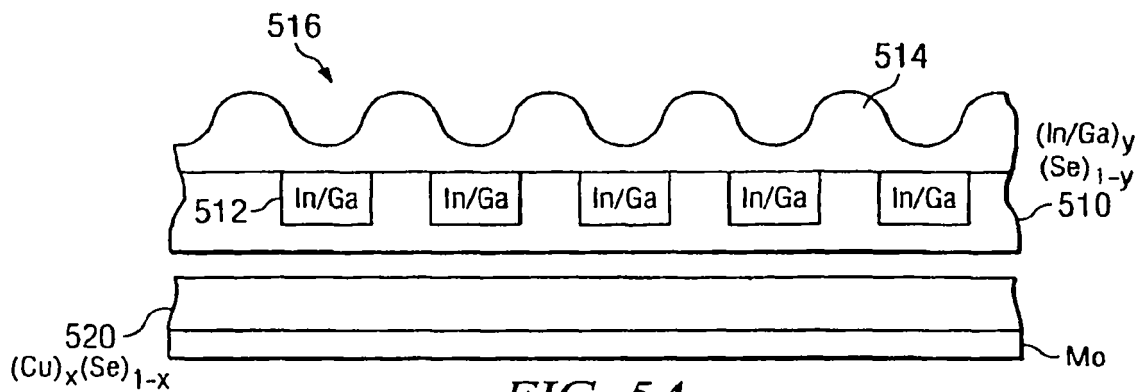


FIG. 5A

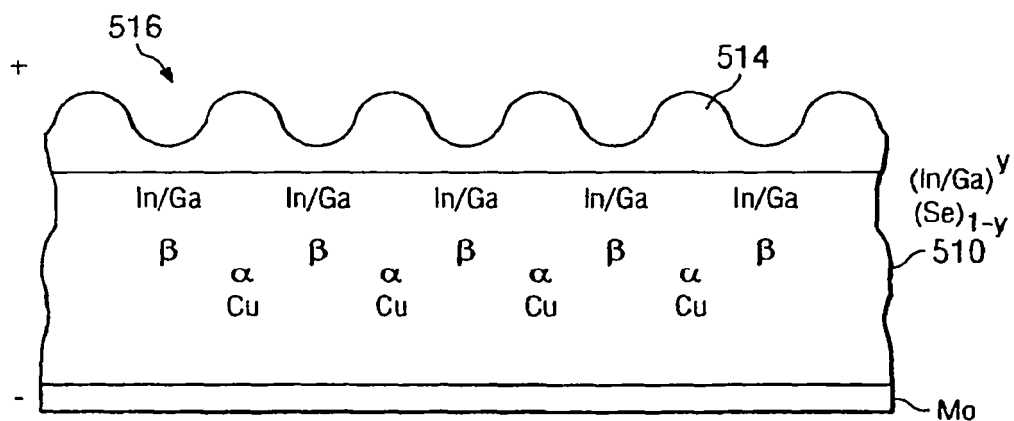


FIG. 5B

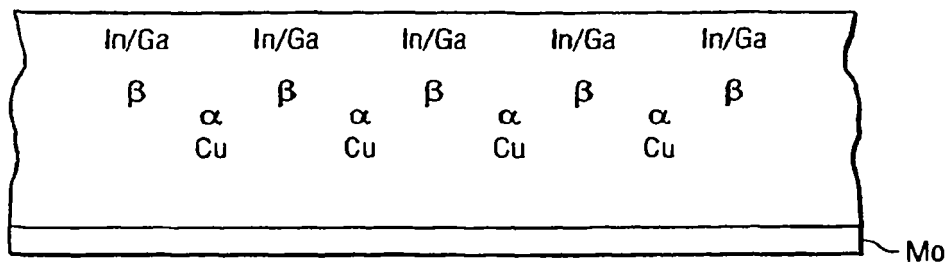


FIG. 5C

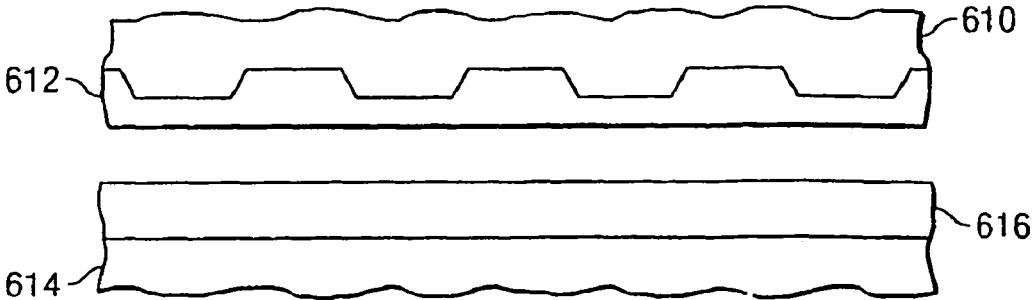


FIG. 6A

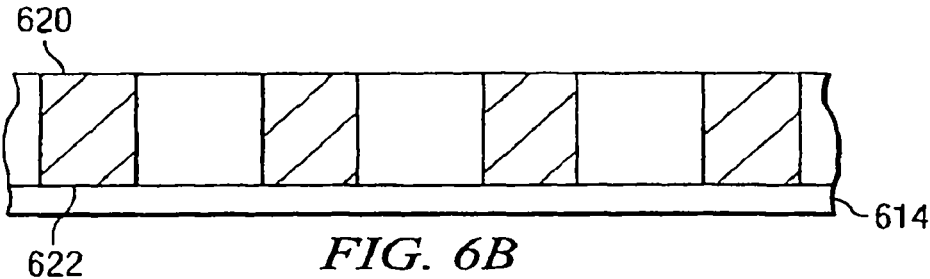


FIG. 6B

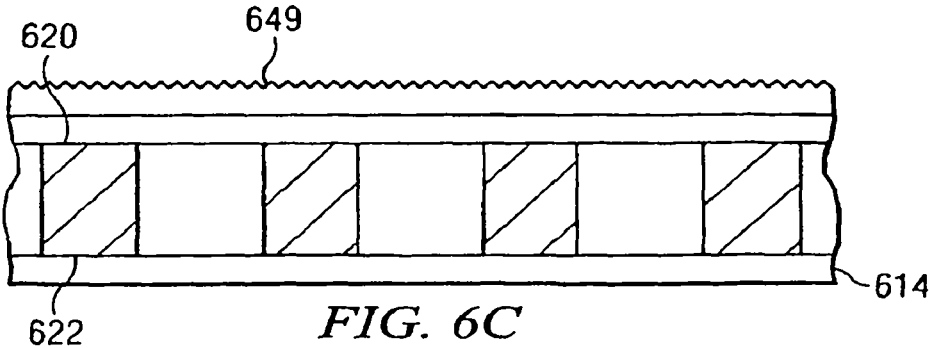


FIG. 6C

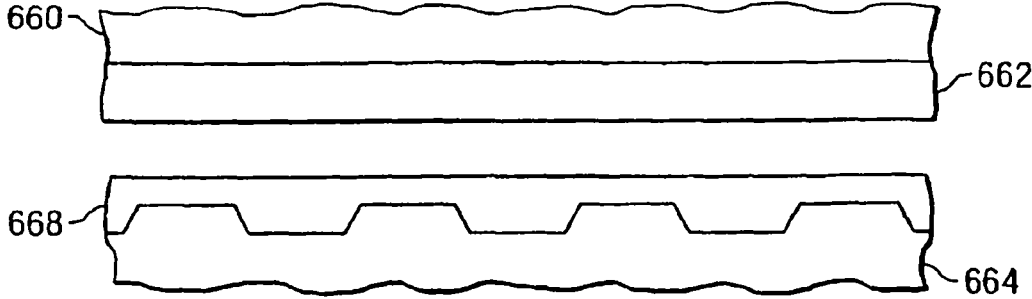


FIG. 6D

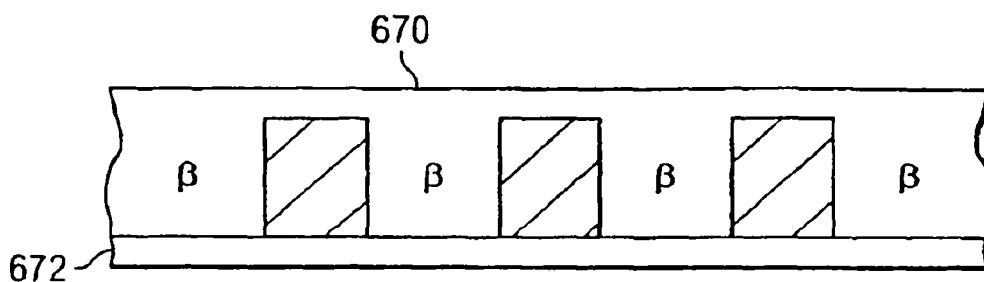


FIG. 6E

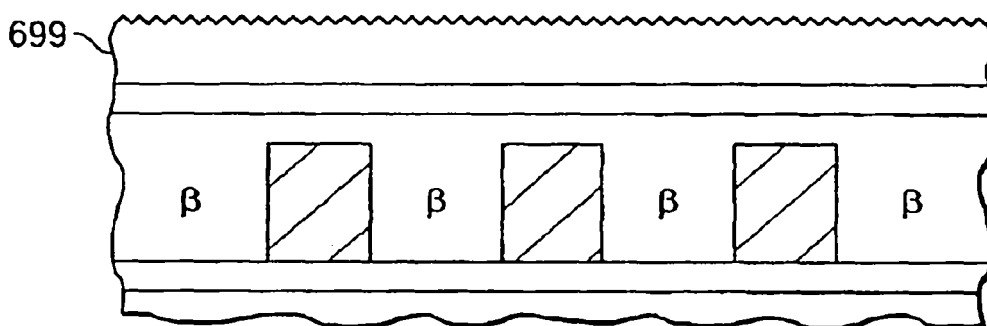


FIG. 6F

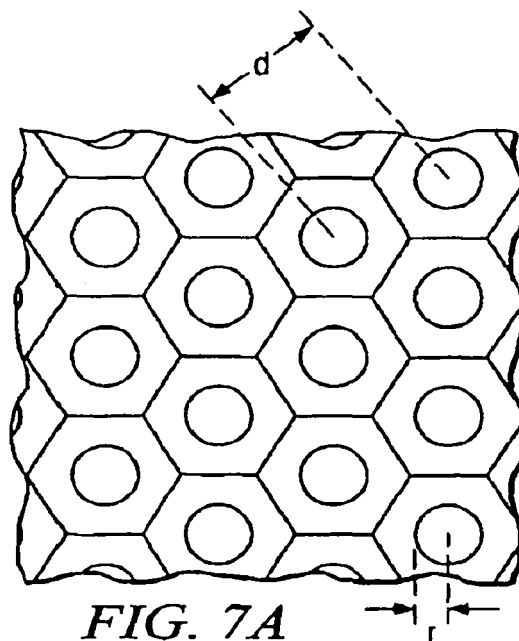


FIG. 7A

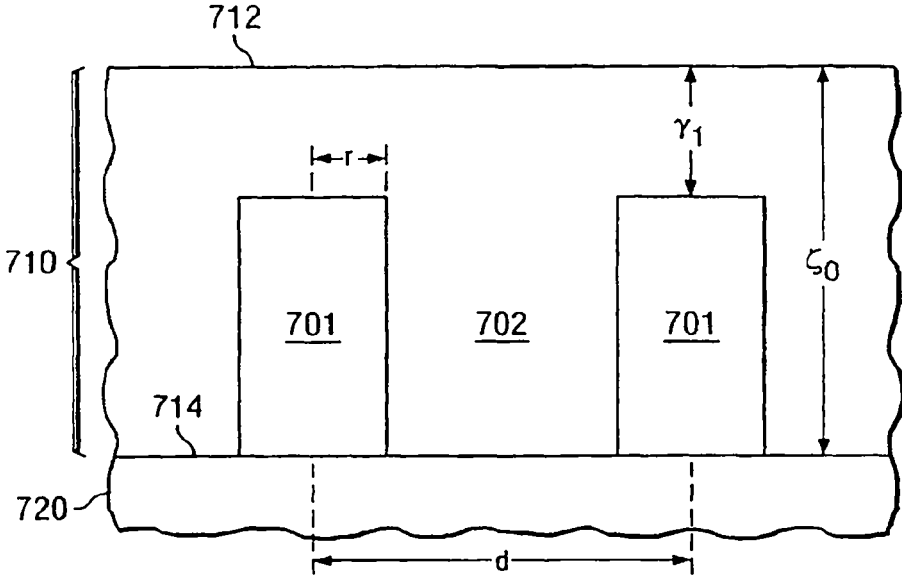


FIG. 7B

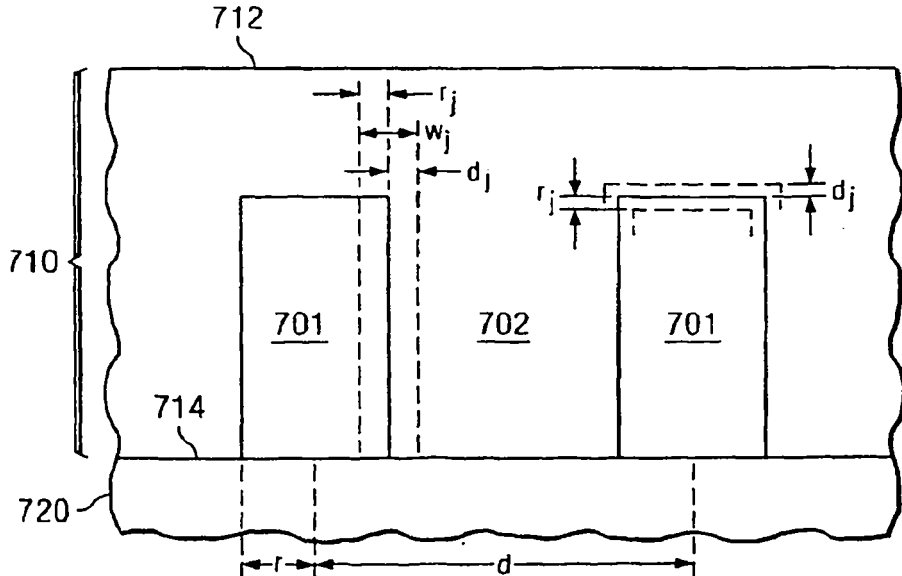


FIG. 7C

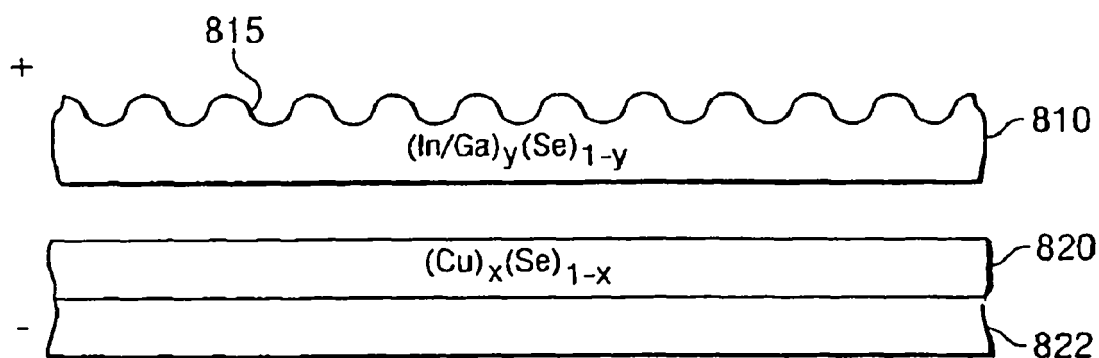


FIG. 8A

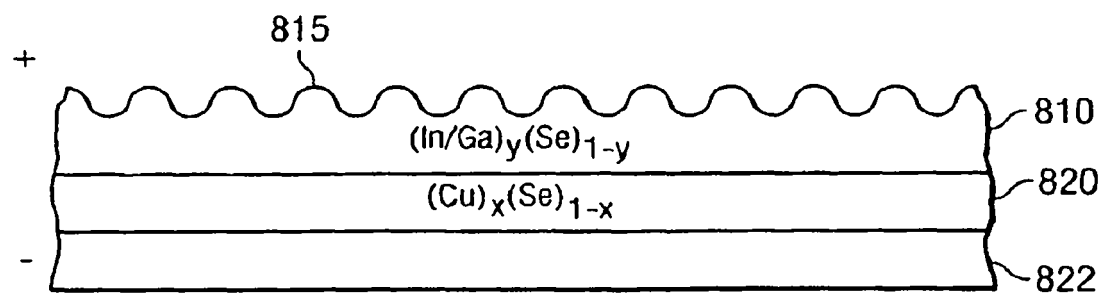


FIG. 8B

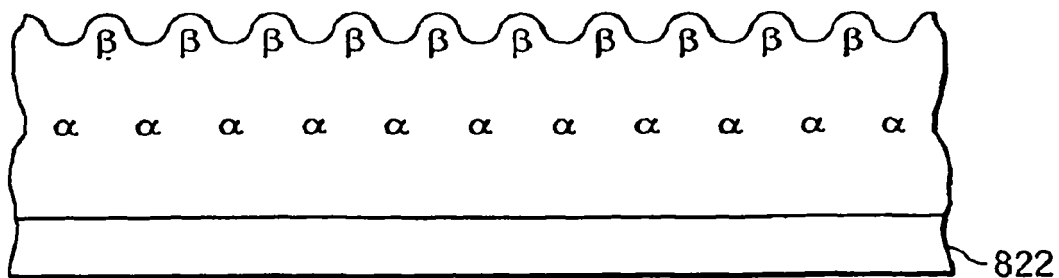


FIG. 8C



FIG. 9A



FIG. 9B

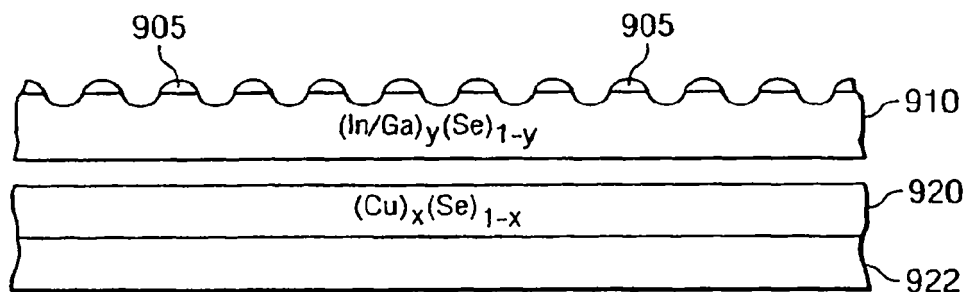


FIG. 9C

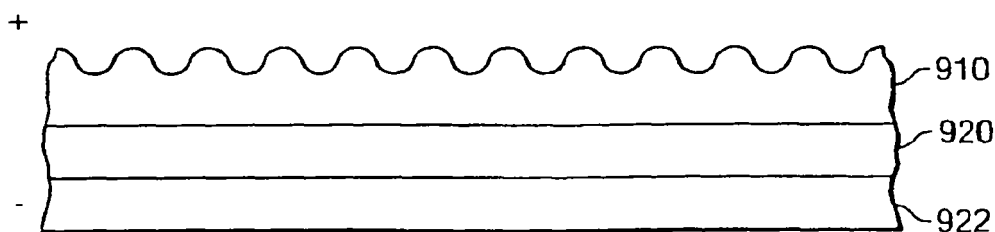


FIG. 9D

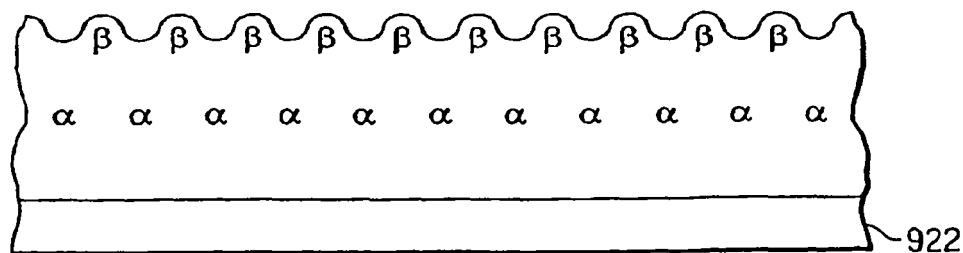


FIG. 9E

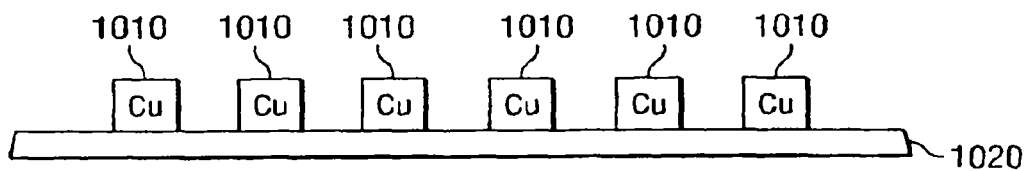


FIG. 10A

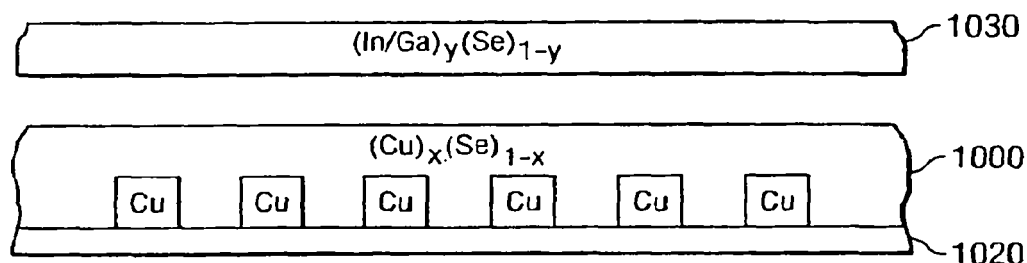


FIG. 10B

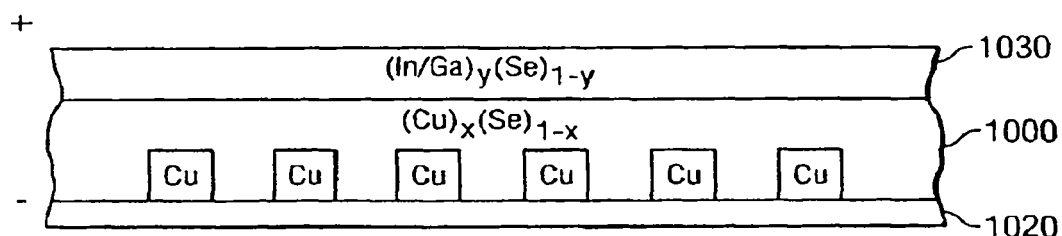


FIG. 10C

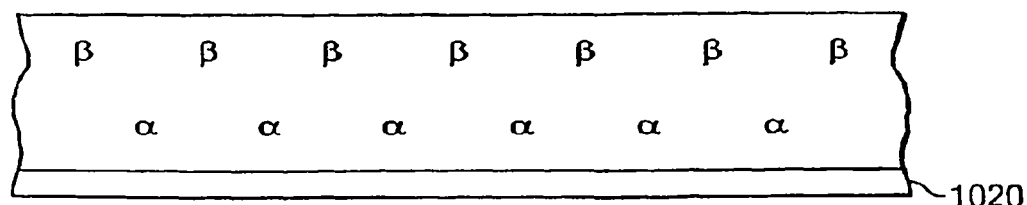


FIG. 10D