



República Federativa do Brasil
Ministério do Desenvolvimento, Indústria
e do Comércio Exterior
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(21) **PI0707127-2 A2**

(22) Data de Depósito: 12/01/2007
(43) Data da Publicação: 19/04/2011
(RPI 2102)



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

(54) Título: **MÉTODOS PARA FAZER ESTRUTURAS DE DOMÍNIO DE FASE SEGREGADAS CONTROLADAS**

(30) Prioridade Unionista: 12/01/2006 US 11/330,905, 12/01/2006 US 11/331,422, 12/01/2006 US 11/331,431

(73) Titular(es): Heliovolt Corporation

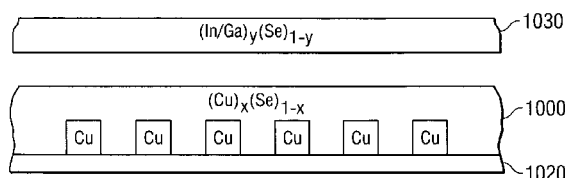
(72) Inventor(es): Billy J. Stanbery

(74) Procurador(es): Dannemann, Siemsen, Bigler & Ipanema Moreira

(86) Pedido Internacional: PCT US2007000940 de 12/01/2007

(87) Publicação Internacional: WO 2007/082084 de 19/07/2007

(57) Resumo: MÉTODOS PARA FAZER ESTRUTURAS DE DOMÍNIO DE FASE SEGREGADAS CONTROLADAS. A presente invenção refere-se a um método que inclui prover um primeiro precursor sobre um primeiro substrato; prover um segundo precursor sobre um segundo substrato; contactar o primeiro precursor e o segundo precursor; reagir o primeiro precursor e o segundo precursor para formar um produto de reação química; e mover o primeiro substrato e o segundo substrato um em relação ao outro para separar o produto de reação química de pelo menos um membro selecionado do grupo que consiste no primeiro substrato e no segundo substrato, caracterizado pelo fato de que, para controlar a formação de uma estrutura de domínio de fase segregada dentro do produto de reação química, um constituinte de pelo menos um membro selecionado do grupo que consiste no primeiro precursor e no segundo precursor é provido em uma quantidade que varia substancialmente regularmente periodicamente de uma quantidade média em relação a uma localização espacial basal.





PI0707127-2

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**MÉTODOS PARA FAZER ESTRUTURAS DE DOMÍNIO DE FASE SEGREGADAS CONTROLADAS**".

INFORMAÇÕES FUNDAMENTAIS

5 CAMPO DA INVENÇÃO

As modalidades da invenção referem-se genericamente ao campo de materiais. Mais especificamente, as modalidades da invenção referem-se a métodos para controlar a formação de uma estrutura de domínio de fase segregada dentro de um produto de reação química, composições de matéria que
10 incluem tal estrutura de domínio de fase segregada, e um maquinário que tem um relevo de ferramenta complexo para fazer tais composições.

DISCUSSÃO DA TÉCNICA RELATIVA

Os fotovoltaicos baseados em seleneto de cobre índio da técnica anterior, algumas vezes denominado PV baseado em CIS, são conhecidos
15 daqueles versados na técnica de células solares. O CuInSe é o material de filme fino mais confiável e de melhor desempenho para gerar eletricidade da luz solar. Uma preocupação com esta tecnologia é que restrições ao suprimento de material bruto surgirão no futuro conforme a produção de CIS PV aumenta. Por exemplo, o índio não ocorre naturalmente em minérios de alta
20 concentração. Tipicamente, o índio é obtido de restos descartados de minérios de zinco. Conforme a produção de CIS PV aproxima-se da faixa de grande escala de aproximadamente 10 gigawatts/ano para 100 gigawatts/ano, as restrições de suprimento de índio se tornarão evidentes. Estas restrições de suprimento levarão a custos aumentados. Ainda, conforme a
25 produção de CIS PV aumenta, outras restrições de suprimento de material bruto também emergirão. O que é requerido é uma solução que reduza a quantidade de materiais brutos necessária por watt de capacidade de geração em filmes finos de CIS PV.

Uma proposta para reduzir a quantidade de materiais brutos necessária é reduzir a espessura do material de filme fino de CIS PV. O coeficiente de absorção inerente do CIS é muito alto (isto é, aproximadamente
30 10^5 cm^{-1}). Isto significa que a maior parte da energia luminosa incidente po-

de ser absorvida com um filme muito fino de CIS. A utilização de um refletor de superfície traseira pode reduzir adicionalmente a espessura necessária para absorver a maior parte da energia luminosa incidente. Apesar dos produtos de CIS PV da técnica anterior serem tipicamente de pelo menos aproximadamente 2 microns de espessura, é importante apreciar que 0,25 microns são teoricamente suficientes para um filme fino de CIS PV localizado sobre um refletor de superfície traseira para absorver a maior parte da energia luminosa incidente. O que é também requerido é uma solução que produza os filmes finos de CIS PV mais finos.

10 Enquanto isso, a tecnologia de síntese e transferência simultânea assistida de campo foi desenvolvida que é diretamente aplicável à fabricação de filmes de CIS PV mais finos. Vários aspectos desta tecnologia de síntese e transferência simultânea assistida de campo (cujos aspectos podem ser utilizadas ou não juntamente em combinação) estão descritos nas

15 Patentes U.S. Números 6.736.986; 6.881.647; 6.787.012; 6.559.372; 6.500.733; 6.797.874; 6.720.239; e 6.593.213.

Uma vantagem da tecnologia de síntese e transferência simultânea assistida de campo é que esta funciona melhor conforme a pilha de precursor torna-se mais fina. Por exemplo, a pressão de vapor de selênio em uma camada de produto de reação baseado em CIS é uma função da temperatura. A pressão necessária para conter o selênio é uma função da temperatura requerida para a reação de processo. É importante apreciar que a

20 voltagem, se utilizada, para atingir uma pressão desejada diminui conforme a espessura diminui. Como a voltagem requerida é reduzida, as demandas físicas sobre o sistema (por exemplo, a tensão sobre o dielétrico) diminuem. Portanto, conforme a pilha de precursor é feita mais fina, a voltagem necessária para gerar uma dada pressão diminui; o que reduz a tensão sobre o dielétrico (por exemplo, uma camada de liberação), por meio disto expandindo o escopo de materiais que podem ser utilizados como um dielétrico.

30 Outra vantagem da tecnologia de síntese e transferência simultânea assistida de campo é que esta permite uma previsão térmica menor. A previsão térmica menor é um resultado da velocidade mais alta da tecnolo-

gia de síntese e transferência simultânea assistida de campo comparada com as propostas alternativas tais como a deposição por vapor (física ou química). Além das economias de tempo e de energia providas pela tecnologia de síntese e transferência simultânea assistida de campo, a qualidade dos produtos resultantes pode também ser aperfeiçoada. Por exemplo, no caso de fabricação de PV baseado em CIS, a previsão térmica menor permitida pela utilização da tecnologia de síntese e transferência simultânea assistida de campo leva à redução de reações indesejáveis, tal como entre o selênio e o molibdênio na interface entre o absorvedor de CIS e o contato do metal do lado traseiro. A redução desta reação indesejável resulta em um manchamento reduzido o que por sua vez resulta em uma refletividade de superfície traseira mais alta.

Recentemente, foi demonstrado que os filmes finos de CIS feitos por técnicas convencionais contêm domínios que resultam de flutuações em composição química ^(1-2,5). Uma recombinação indesejável de condutores de carga acontece nos limites entre os nanodomínios dentro de tal absorvedor de PV baseado em CIS. Portanto, o que é também requerido é uma solução para controlar, e idealmente otimizar, os limites entre estes nanodomínios com composições químicas variáveis.

Até o momento, as necessidades de especificações de materiais brutos reduzidas, espessura reduzida e limites controlados entre os nanodomínios acima referidos não foram totalmente atendidas. O que é, portanto, necessário é uma solução que resolva simultaneamente todos estes problemas.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

Existe uma necessidade para as modalidades seguintes da invenção. É claro, a invenção não está limitada a estas modalidades.

De acordo com uma modalidade da invenção, um processo compreende: prover um primeiro precursor sobre um primeiro substrato; prover um segundo precursor sobre um segundo substrato; contactar o primeiro precursor e o segundo precursor; reagir o primeiro precursor e o segundo precursor para formar um produto de reação química; e mover o primeiro substrato e o segundo substrato um em relação ao outro para separar o pro-

duto de reação química de pelo menos um membro selecionado do grupo que consiste no primeiro substrato e no segundo substrato, caracterizado pelo fato de que, para controlar a formação de uma estrutura de domínio de fase segregada dentro do produto de reação química, um constituinte de

5 pelo menos um membro selecionado do grupo que consiste no primeiro precursor e no segundo precursor é provido em uma quantidade que varia substancialmente regularmente periodicamente de uma quantidade média em relação a uma localização espacial basal.

De acordo com outra modalidade da presente invenção, uma

10 máquina compreende: um primeiro substrato; e um segundo substrato acoplado no primeiro substrato, caracterizada pelo fato de que, para controlar a formação de uma estrutura de domínio de fase segregada dentro de um produto de reação química pelo controle de uma quantidade de um constituinte de um precursor que está presente por área de superfície unitária, pelo me-

15 nos um membro selecionado do grupo que consiste no primeiro substrato e no segundo substrato define um relevo substancialmente regularmente periodicamente variável em relação a uma localização espacial basal.

De acordo com outra modalidade da invenção, uma composição de matéria compreende: um produto de reação química que define uma pri-

20 meira superfície e uma segunda superfície, caracterizada pelo fato de que o produto de reação química inclui uma estrutura de domínio de fase segregada que inclui uma pluralidade de estruturas de domínio, em que pelo menos uma da pluralidade de estruturas de domínio inclui pelo menos um domínio que estende-se de uma primeira superfície do produto de reação química

25 para uma segunda superfície do produto de reação química.

Estas e outras modalidades da invenção serão melhor apreciadas e compreendidas quando consideradas em conjunto com a descrição seguinte e os desenhos acompanhantes. Deve ser compreendido, no entanto, que a seguinte descrição, apesar de indicar várias modalidades da inven-

30 ção e seus numerosos detalhes específicos, é dada por meio de ilustração e não de limitação. Muitas substituições, modificações, adições e/ou redistribuições podem ser feitas dentro do escopo de uma modalidade da invenção

sem afastar-se do seu espírito, e as modalidades da invenção incluem todas tais substituições, modificações, adições e/ou redistribuições.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

Os desenhos que acompanham e formam parte desta especificação estão incluídos para apresentar certas modalidades da invenção. Uma concepção mais clara de modalidades da invenção, e dos componentes combináveis com, e operação de sistemas providos com, as modalidades da invenção, ficarão mais prontamente aparentes referindo às modalidades exemplares, e portanto não limitantes, ilustradas nos desenhos, em que os números de referência idênticos (se estes ocorrerem em mais do que uma vista) designam os mesmos elementos. As modalidades da invenção podem ser melhor compreendidas por referência a um ou mais destes desenhos em combinação com a descrição aqui apresentada. Deve ser notado que as características ilustradas nos desenhos não estão necessariamente desenhadas em escala.

Figuras 1A-1C são vistas em elevação de pares de substratos onde pelo menos um de cada par define um relevo substancialmente regularmente periodicamente variável em relação a uma localização espacial basal, que representa uma modalidade da invenção.

Figuras 2A-2C são vistas em elevação de pares de substratos onde pelo menos um de cada par carrega um constituinte de um precursor em uma quantidade que substancialmente regularmente periodicamente varia de uma quantidade média em relação à localização espacial basal.

Figuras 3A-3D são vistas planas de estruturas de domínio de fase segregada que incluem uma rede hexagonal de domínio de fase segregada, que representa uma modalidade da invenção.

Figuras 3E-3H são vistas planas de estruturas de domínio de fase segregada que incluem uma rede ortogonal de domínio de fase segregada, que representa uma modalidade da invenção.

Figuras 4A-4C são vistas em elevação esquemática de um processo para controlar a formação de uma estrutura de domínio de fase segregada que utiliza um contato de superfície traseira que define um relevo (e

intensidade de campo elétrico) substancialmente regularmente periodicamente variável em relação à localização espacial basal, que representa uma modalidade da invenção.

5 Figuras 5A-5C são vistas em elevação esquemática de um processo para controlar a formação de uma estrutura de domínio de fase segregada que utiliza uma ferramenta que define uma intensidade de campo elétrico substancialmente regularmente periodicamente variável em relação à localização espacial basal, que representa uma modalidade da invenção.

10 Figuras 6A-6C são vistas em elevação esquemática de um processo para controlar a formação de uma estrutura de domínio de fase segregada que utiliza uma ferramenta e um contato de superfície traseira ambos os quais definem um relevo substancialmente regularmente periodicamente variável em relação à localização espacial basal, que representa uma modalidade da invenção.

15 Figuras 6D-6F são vistas em elevação esquemática de um processo para controlar a formação de uma estrutura de domínio de fase segregada que utiliza um contato de superfície traseira a qual define um relevo substancialmente regularmente periodicamente variável em relação à localização espacial basal, que representa uma modalidade da invenção.

20 Figuras 7A-7C são vistas esquemáticas de uma estrutura de domínio hexagonal, que representa uma modalidade da invenção.

DESCRIÇÃO DAS MODALIDADES PREFERIDAS

25 As modalidades da invenção e suas várias características e detalhes vantajosos estão explicadas mais completamente com referência às modalidades não limitantes que estão ilustradas nos desenhos acompanhantes e detalhadas na descrição seguinte. As descrições de materiais de partida, técnicas de processamento, componentes e equipamentos bem conhecidos são omitidas de modo a não obscurecer desnecessariamente as modalidades da invenção em detalhes. Deve ser compreendido, no entanto,
30 que a descrição detalhada e os exemplos específicos, apesar de indicarem as modalidades preferidas da invenção, são dados como ilustração somente e não como limitação. Várias substituições, modificações, adições e/ou re-

disposições dentro do espírito e/ou escopo do conceito inventivo subjacente ficarão aparentes para aqueles versados na técnica desta descrição.

Dentro deste pedido diversas publicações estão referenciadas por números Arábicos, ou o nome do autor principal seguido pelo ano de publicação, dentro de parênteses ou colchetes. Citações completas destas, e outras, publicações podem ser encontradas no final da especificação imediatamente precedente às reivindicações após o cabeçalho de seção Referências. As descrições de todas estas publicações em suas totalidades estão por meio disto aqui expressamente incorporadas por referência para o propósito de indicar os fundamentos de modalidades da invenção e ilustrar a melhor técnica moderna.

O presente pedido contém uma descrição que está também contida na Patente copendente U.S. Número de Série 11/331.431 (protocolo de procuração número HELE1180-1) depositado em 12 de Janeiro de 2006; e U.S. Número de Série 11/330.905 (protocolo de procuração número HELE1180-2) depositado em 12 de Janeiro de 2006, o conteúdo inteiro ambas as quais está por meio disto aqui expressamente incorporado por referência para todos os propósitos. As Patentes U.S. abaixo referenciadas descrevem modalidades que são úteis para os propósitos para os quais estas estão destinadas. O conteúdo inteiro das Patentes U.S. Números 6.736.986; 6.881.647; 6.787.012; 6.559.372; 6.500.733; 6.797.874; 6.720.239; 6.593.213; e 6.313.479 está por meio disto aqui expressamente incorporado por referência para todos os propósitos.

O contexto da invenção pode incluir controlar a formação de uma estrutura de domínio de fase segregada dentro de um produto de reação química. O contexto da invenção pode incluir um maquinário para controlar a formação de uma estrutura de domínio de fase segregada pelo controle de uma quantidade de um constituinte de um precursor que está presente por área de superfície unitária. O contexto da invenção pode incluir um produto de reação química que inclui uma estrutura de domínio de fase segregada que inclui uma pluralidade de estruturas de domínio.

A estrutura de domínio de fase segregada inclui uma pluralidade

de estruturas de domínio. A invenção pode incluir estruturas de domínio que definem redes de percolação. A invenção pode incluir estruturas de domínio que minimizam o comprimento de percurso requerido para o coletamento de condutor de carga (por exemplo, domínios colunares). Pelo menos uma da

5 pluralidade de estruturas de domínio pode incluir pelo menos um domínio que estende-se de uma primeira superfície do produto de reação química para uma segunda superfície do produto de reação química. A invenção pode incluir estruturas de domínio que minimizam a área de superfície de limite (por exemplo, domínios colunares circulares) e/ou minimizam a superfície de

10 limite ao longo de direções de percurso preferidas (por exemplo, domínios colunares circulares estriados). A invenção pode incluir a utilização de sódio para tornar os limites entre as estruturas de domínio menos dispersas (isto é, mais discretas).

A invenção pode incluir uma escala de comprimento característico para o tamanho (intradomínio) dos domínios (por exemplo, "r" para raio interno). A invenção pode incluir uma escala de comprimento característico para o tamanho (intradomínio) da(s) separação(ões) entre os domínios (por exemplo, "d" para distância centro a centro). Pela variação da razão do tamanho de domínio característico para a separação de domínio característi-

15 ca, a invenção permite um controle de um volume relativo de dois (ou mais) domínios. Pela variação dos valores característicos absolutos, a invenção permite o controle da razão de volume de junção para o volume livre de campo bruto em dois (ou mais) domínios de fase. A invenção pode incluir controlar o espaçamento dos domínios para controlar uma razão de domí-

20 nios e/ou fases em relação ao volume ou outro parâmetro.

A invenção pode incluir uma distribuição de tamanho característico dos domínios. As modalidades da invenção podem ser caracterizadas por uma distribuição de tamanho estreito de "r" (isto é, monomodal). Por exemplo, as modalidades da invenção podem ser caracterizadas por uma dis-

30 tribuição de tamanho na qual 80% das instâncias de um domínio são caracterizadas por um tamanho que está dentro de 20% (mais ou menos) de um valor escalar r. Pode ser vantajoso se 90% das instâncias de um domínio

forem caracterizadas por um tamanho que está dentro de 10% (mais ou menos) de um valor escalar "r". Alternativamente, as modalidades da invenção podem ser caracterizadas por uma pluralidade de distribuições de tamanho estreito de "r" (isto é, multimodal). As modalidades preferidas da invenção evitam as distribuições de tamanho randômico (por exemplo, de "r").

A invenção pode incluir estruturas de domínio de um tamanho que é de aproximadamente 1 nm a aproximadamente 1 μ m, de preferência de aproximadamente 5 nm a aproximadamente 100 nm. A invenção pode incluir estruturas de domínio que repetem sobre múltiplos de um parâmetro de treliça de célula unitária cristalográfica de aproximadamente 1 nm a aproximadamente 200 nm, de preferência de aproximadamente 5 nm a aproximadamente 50 nm. Apesar de tudo, é importante apreciar que o tamanho exato (magnitude) dos domínios não é importante.

A invenção pode incluir uma distribuição de tamanho característico das separações de domínio. As modalidades da invenção podem ser caracterizadas por uma distribuição de tamanho estreito de "d" (isto é, monomodal). Por exemplo, as modalidades da invenção podem ser caracterizadas por uma distribuição de separação na qual 80% das instâncias de um domínio são caracterizadas por uma separação que está dentro de 20% (mais ou menos) de um múltiplo inteiro de um valor escalar d. Pode ser vantajoso se 90% das instâncias de um domínio forem caracterizadas por uma separação que está dentro de 10% (mais ou menos) de um múltiplo inteiro de um valor escalar "d". Alternativamente, as modalidades da invenção podem ser caracterizadas por uma pluralidade de distribuições de separação estreita de "d" (isto é, multimodal). As modalidades preferidas da invenção evitam as distribuições de separação randômica (por exemplo, de "d").

A invenção pode incluir estruturas de domínio que repetem (estão espaçadas) sobre um período de aproximadamente 1 nm a aproximadamente 1 μ m, de preferência de aproximadamente 5 nm a aproximadamente 100 nm. A invenção pode incluir estruturas de domínio que repetem sobre múltiplos de um período de aproximadamente 1 nm a aproximadamente 200 nm, de preferência de aproximadamente 5 nm a aproximadamente 50 nm.

Apesar de tudo, é importante apreciar que o tamanho exato (magnitude) da(s) separação(ões) de domínio não é importante.

A invenção pode incluir estruturas de domínio que definem 6 vezes, 4 vezes ou outra simetria, em duas ou três dimensões. No entanto, é importante apreciar que a simetria exata não é importante. A invenção pode incluir estruturas de domínio que definem uma ordem de curto alcance. A invenção pode incluir estruturas de domínio que definem uma ordem de longo alcance.

Referindo às Figuras 7A-7C, a otimização de uma estrutura de domínio hexagonal com referência à minimização de recombinação total R não será descrita. As Figuras 7A-7B referem-se a uma aproximação de primeira ordem para minimizar a recombinação total R para uma rede de estrutura de domínio hexagonal que tem colunas circulares, assumindo que a região de junção interabsorvedor é estreita comparada com as dimensões escalares r e d. Referindo às Figuras 7A-7B, um produto de reação química 710 que define uma primeira superfície 712 e uma segunda superfície 714 está acoplado a um contato traseiro 720. O produto de reação química 710 inclui uma estrutura de domínio de fase segregada que inclui uma estrutura de domínio cilíndrica 701 e uma estrutura de domínio de matriz 702. Neste caso, a estrutura de domínio de matriz estende-se da primeira superfície 712 do produto de reação química 710 para a segunda superfície 714 do produto de reação química 710.

O volume total de cada célula hexagonal de altura τ_0 é dado por

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

onde d é o espaçamento de célula para célula hexagonal. A recombinação total R (por célula) é igual à recombinação na região de domínio cilíndrica um R_1 mais a recombinação em região de domínio de matriz hexagonal dois R_2 mais a recombinação na interface da região um e região dois R_i .

$$R = R_1 = R_2 + R_i$$

A recombinação na região de domínio cilíndrica um é dada por

$$R_1 = \rho_1(\text{volume } 1) = \rho_1((\tau_0 - \tau_1)\pi r^2)$$

onde ρ_1 é a taxa de recombinação bruta na região de domínio cilíndrica um.

A recombinação na região de domínio de matriz hexagonal dois

é dada por

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

onde ρ_2 é a taxa de recombinação bruta na região de domínio de matriz hexagonal dois.

- 5 A recombinação na interface entre a região cilíndrica um e a região de domínio de matriz dois é dada por

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

onde σ_i é a velocidade de recombinação de superfície de interface (junção).

- As taxas de recombinação ρ_1 e ρ_2 e a velocidade de recombinação σ_i são propriedades de materiais que dependem das composições e dos históricos de processamento.
- 10

- A figura 7C refere-se a uma aproximação de segunda ordem para minimizar a recombinação total R para uma rede de estrutura de domínio hexagonal que tem colunas circulares, onde a largura de junção não é pequena comparada com r e/ou d . Referindo à figura 7C, a largura de junção total é igual à largura de junção de domínio cilíndrica mais a largura de junção de domínio de matriz
- 15

$$w_j = r_j + d_j$$

- A recombinação total R (por célula) é igual à recombinação R (por célula) é igual à recombinação na região de domínio livre de campo cilíndrica um R_1 mais a recombinação na região de domínio livre de campo de matriz hexagonal dois R_2 mais a recombinação na região de recombinação de carga de espaço anular um R_{1j} mais a recombinação na região de recombinação de carga de espaço anular dois R_{2j} .
- 20

- 25 $R = R_1 = R_2 + R_{1j} + R_{2j}$

As seguintes quatro equações para os termos R_1 , R_2 , R_{1j} e R_{2j} são válidas quando $\tau_1 \geq d_j$. Se $\tau_1 < d_j$, então determinar $\tau_1 = 0$. A recombinação na região de domínio livre de campo cilíndrica um é dada por

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

- 30 onde ρ_1 é a taxa de recombinação bruta na região de domínio livre de campo cilíndrica um.

A recombinação na região de domínio livre de campo de matriz

hexagonal dois é dada por

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

onde ρ_2 é a taxa de recombinação bruta na região de domínio livre de matriz hexagonal dois.

- 5 A recombinação na região de recombinação de carga de espaço anular é dada por

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

onde ρ_{1j} é a taxa de recombinação bruta na região de recombinação de carga de espaço anular um. A recombinação na região de recombinação de

- 10 carga de espaço anular dois é dada por

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

onde ρ_{2j} é a taxa de recombinação bruta na região de recombinação de carga de espaço anular dois. As taxas de recombinação ρ_1 , ρ_2 , ρ_{1j} e ρ_{2j} são propriedades de materiais que dependem das composições e dos históricos de

- 15 processamento.

Referindo às figuras 1A-1C, a invenção pode incluir aumentar substancialmente regularmente periodicamente uma quantidade de um precursor por revestimento plano de uma superfície substancialmente regularmente periodicamente em relevo. Referindo à figura 1A, um primeiro substrato

20 102 inclui uma superfície substancialmente regularmente periodicamente em relevo 104. Um primeiro precursor 106 está acoplado na superfície substancialmente regularmente periodicamente em relevo 104. Pode ser apreciado que existe relativamente mais do primeiro precursor 106 que corresponde a uma localização espacial basal centrada em uma posição central de célula de relevo

25 108 comparado com uma posição de borda de célula de relevo 110. Um segundo precursor 114 está acoplado a um segundo substrato 112. O primeiro substrato 102 e o segundo substrato 112 são móveis um em relação ao outro. Quando o primeiro precursor 106 e o segundo precursor 114 são contactados e aquecidos (opcionalmente sob a influência de um campo elétrico) o

30 produto de reação resultante pode ser composicionalmente rico nos constituintes do primeiro precursor em uma localização que corresponde à posição central de célula de relevo 108, especialmente se a taxa de difusão basal for

muito mais baixa do que a taxa de difusão perpendicular.

Referindo à figura 1B, um primeiro precursor 126 está acoplado a um primeiro substrato 122. um segundo substrato 132 inclui uma superfície substancialmente regularmente periodicamente em relevo 124. Um segundo precursor 134 está acoplado na superfície substancialmente regularmente periodicamente em relevo 124. Pode ser apreciado que existe relativamente mais do segundo precursor 134 em uma posição central de célula de relevo 138 comparado com uma posição de borda de célula de relevo 130. O primeiro substrato 122 e o segundo substrato 132 são móveis um em relação ao outro. Quando o primeiro precursor 126 e o segundo precursor 113 são contactados e aquecidos (opcionalmente sob a influência de um campo elétrico) o produto de reação resultante será composicionalmente rico nos constituintes do segundo precursor em uma localização que corresponde à posição central de célula de relevo 138.

Referindo à figura 1C, um primeiro substrato 142 inclui uma superfície substancialmente regularmente periodicamente em relevo 144. Um primeiro precursor 146 está acoplado na superfície substancialmente regularmente periodicamente em relevo 144. Pode ser apreciado que existe relativamente mais do primeiro precursor 146 em uma posição central de célula de relevo 158 comparado com uma posição de borda de célula de relevo 150. Um segundo substrato 152 inclui uma superfície substancialmente regularmente periodicamente em relevo 145. Um segundo precursor 154 está acoplado na superfície substancialmente regularmente periodicamente em relevo 145. Pode ser apreciado que existe relativamente mais do segundo precursor 154 em uma posição central de célula de relevo 159 comparado com uma posição de borda de célula de relevo 151. O primeiro substrato 142 e o segundo substrato 152 são móveis um em relação ao outro. Quando o primeiro precursor 146 e o segundo precursor 154 são contactados e aquecidos (opcionalmente sob a influência de um campo elétrico) o produto de reação resultante será composicionalmente rico nos constituintes do primeiro precursor em uma localização que corresponde à posição central de célula de relevo 158 e será composicionalmente rico nos constituintes do segundo precursor em uma localização que corresponde à

posição central de célula de relevo 159.

Referindo às figuras 2A-2C, a invenção pode incluir aumentar substancialmente regularmente periodicamente uma quantidade um precursor previamente depositando uma pluralidade de fontes de constituintes que

5 incluem um excesso do constituinte em relação a uma quantidade média. Referindo à figura 2A, um primeiro substrato 202 inclui uma pluralidade de fontes de constituintes substancialmente regularmente periodicamente localizadas 204. Um primeiro precursor 208 está acoplado nas fontes 204. Pode ser apreciado que existe relativamente mais do primeiro precursor 206 nas

10 posições 208 sem as fontes 204 comparado com as posições 210 com as fontes 204. Um segundo precursor 214 está acoplado a um segundo substrato 212. O primeiro substrato 202 e o segundo substrato 212 são móveis em um relação ao outro. Quanto o primeiro precursor 206 e o segundo precursor 214 são contactados e aquecidos (opcionalmente sob a influência de

15 um campo elétrico) o produto de reação resultante será composicionalmente rico nos constituintes do primeiro precursor em localizações que correspondem à posição central de célula de relevo 208.

Referindo à figura 2B, um primeiro precursor 226 está acoplado a um primeiro substrato 222. Um segundo substrato 232 inclui uma pluralidade de fontes de constituintes substancialmente regularmente periodicamente localizadas 224. Um segundo precursor 234 está acoplado nas fontes 224. Pode ser apreciado que existe relativamente mais do segundo precursor 234 em uma posição central 238 comparado com as posições de borda 230. O primeiro substrato 222 e o segundo substrato 232 são móveis em um

20 relação ao outro. Quanto o primeiro precursor 226 e o segundo precursor 234 são contactados e aquecidos (opcionalmente sob a influência de um campo elétrico) o produto de reação resultante será composicionalmente rico nos constituintes do segundo precursor em uma localização que corresponde à posição central de célula de relevo 238.

30 Referindo à figura 2C, um primeiro substrato 242 inclui uma pluralidade de fontes de constituintes substancialmente regularmente periodicamente localizadas 244. Um primeiro precursor 246 está acoplado na pluralidade de

fontes substancialmente regularmente periodicamente localizadas 244. Pode ser apreciado que uma posição de borda 250. O segundo substrato 252 inclui uma pluralidade de fontes substancialmente regularmente periodicamente localizadas 245. Um segundo precursor 254 está acoplado na pluralidade de fontes substancialmente regularmente periodicamente localizadas 245. Pode ser apreciado que existe relativamente mais do segundo precursor 254 na posição central 259 comparado com uma posição de borda 251. O primeiro substrato 242 e o segundo substrato 252 são móveis em um relação ao outro. Quanto o primeiro precursor 246 e o segundo precursor 254 são contactados e aquecidos (opcionalmente sob a influência de um campo elétrico) o produto de reação resultante será composicionalmente rico nos constituintes do primeiro precursor em uma localização que corresponde à posição central 258 e será composicionalmente rico nos constituintes do segundo precursor em uma localização que corresponde à posição central 259.

Referindo às figuras 3A-3H, a superfície em relevo e/ou as fontes constituintes podem ser localizadas através de uma superfície para definir uma simetria hexagonal, uma simetria ortogonal, ou outra simetria e/ou grupo de espaço. Referindo à figura 3A, o relevo de superfície ou as fontes podem definir uma grade hexagonal 310. Referindo à figura 3B, os produtos de reação 320 cuja localização corresponde à grade 310 podem ser colunares (para facilitar o transporte de condutor de carga) com uma circunferência circular. Referindo à figura 3C, a razão de área de domínio de matriz para área de domínio colunar pode ser controlada localizando as colunas de produto de reação 330 mais próximas umas das outras (por exemplo, de modo que as colunas fiquem apenas tocando). Referindo à figura 3D, a razão de domínio de matriz para domínio colunar pode ser ainda adicionalmente diminuída localizando as colunas de produto de reação 340 de modo que estas sobreponham. Referindo à figura 3E, o relevo de superfície ou as fontes podem definir uma grade ortogonal 350. Referindo à figura 3F, os produtos de reação 360 cuja localização corresponde à grade 350 podem ser colunares (para facilitar o transporte de condutor de carga) com uma circunferência circular. Referindo à figura 3G, a razão de domínio de matriz para domínio

colunar pode ser controlada localizando as colunas de produto de reação 370 mais próximas umas das outras (por exemplo, de modo que as colunas fiquem apenas tocando). Referindo à figura 3H, a razão de domínio de matriz para domínio colunar pode ser ainda adicionalmente diminuída localizando as colunas de produto de reação 380 de modo que estas sobreponham.

EXEMPLOS

As modalidades específicas da invenção serão agora adicionalmente descritas pelos exemplos seguintes, não limitantes os quais servem para ilustrar em alguns detalhes várias características. Os exemplos seguintes estão incluídos para facilitar uma compreensão dos modos nos quais uma modalidade da invenção pode ser praticada. Deve ser apreciado que os exemplos os quais seguem representam as modalidades descobertas funcionarem bem na prática da invenção, e assim podem ser considerados constituir o(s) modo(s) para a prática das modalidades da invenção. No entanto, deve ser apreciado que muitas mudanças podem ser feitas nas modalidades exemplares as quais estão descritas enquanto ainda obtendo resultados iguais ou similares sem afastar-se do espírito e do escopo de uma modalidade da invenção. Conseqüentemente, os exemplos não devem ser considerados como limitando o escopo da invenção.

EXEMPLO 1

Referindo às figuras 4A-4C, este exemplo refere-se a uma modalidade da invenção que inclui um revestimento plano de um primeiro precursor 410 sobre uma superfície de uma ferramenta 416 onde um constituinte de primeiro precursor é substancialmente regularmente periodicamente aumentado depositando previamente uma pluralidade de fontes de constituinte 412 que incluem um excesso do constituinte em relação a uma quantidade média. Esta modalidade também inclui a utilização de um campo elétrico comutável (por exemplo liga - desliga), modulável (por exemplo, intensidade de campo), reversível (por exemplo, polaridade).

Referindo à figura 4A, um primeiro precursor 410 inclui as fontes 412. Um segundo precursor 420 está provido sobre um contato traseiro 422. Referindo à figura 4B, o primeiro precursor 410 e o segundo precursor 420

são contactados e aquecidos, e um campo elétrico é aplicado. Com a polaridade do campo aplicado como apresentado na figura 4B, o campo elétrico tende a acionar pelo menos alguns dos íons de cobre afastando da ferramenta. O campo como apresentado exerce uma força sobre o cobre que é

5 oposta à direção de acionamento químico sobre o cobre, e pode ser denominada polarização inversa (em oposição à polarização direta). É claro, a direção do campo pode ser selecionada, a magnitude do campo pode ser controlada e o campo pode ser ligado e/ou desligado. Enquanto isso, as fontes 412 formam domínios beta ricos em índio - gálio. Referindo à figura 4C,

10 após o campo elétrico ser removido, a ferramenta é separada e os domínios permanecem intactos.

EXEMPLO 2

Referindo às figuras 5A-5C, este exemplo refere-se a uma modalidade da invenção que inclui um revestimento plano de um primeiro precursor sobre uma superfície de uma ferramenta onde um constituinte de primeiro precursor é substancialmente regularmente periodicamente aumentado depositando previamente uma pluralidade de fontes de constituinte que incluem um excesso do constituinte em relação a uma quantidade média. Esta modalidade da invenção também inclui um contato de superfície traseira que está revestido plano com um segundo precursor. Esta modalidade

15 inclui a utilização de uma intensidade de campo elétrico substancialmente regularmente periodicamente variável comutável (por exemplo liga - desliga), modulável (por exemplo, intensidade de campo), reversível (por exemplo, polaridade), em relação a uma localização espacial basal.

20

Referindo à figura 5A, um primeiro precursor 510 inclui fontes de $(\text{In/Ga})_y(\text{Se})_{1-y}$ e In/Ga 512. O primeiro precursor 510 está acoplado a uma camada de liberação planificada 514 que está acoplada a uma superfície substancialmente regularmente periodicamente em relevo de uma ferramenta 516. As fontes 512 podem ser automontadas em localizações que correspondem à superfície em relevo pela foto-ionização de partículas de In/Ga e

25

30 aplicando uma polaridade negativa na ferramenta, ou ionizando por acelerador de elétrons as partículas de In/Ga e aplicando uma polarização positiva

na ferramenta. A utilização de foto-ionização e/ou ionização por acelerador de elétrons para permitir o posicionamento de pontos de quantum está descrita pela Patente U.S. Número 6.313.476. É claro, outros métodos de automontagem e/ou deposição podem ser utilizados para localizar as fontes 512, tal como a epitaxia auto-organizada (por exemplo, sobre GaAs) e/ou técnicas moleculares de captar e colocar. Um segundo precursor 520 inclui o $\text{Cu}_x\text{Se}_{1-x}$. Referindo à figura 5B, o primeiro precursor 510 e o segundo precursor 520 são contactados e aquecidos, e um campo elétrico é aplicado. O campo elétrico apresentado tende a acionar alguns dos íons de cobre afastando das projeções da ferramenta em relevo, por meio disto formando domínios alfa ricos em cobre. O acionamento do cobre afastando da ferramenta ajuda a evitar a soldagem do produto de reação na ferramenta. Enquanto isso, as fontes 512 formam domínios beta ricos em índio - gálio. Referindo à figura 5C, após o campo elétrico ser removido, a ferramenta é separada e os domínios permanecem intactos.

EXEMPLO 3

Referindo às figuras 6A-6C, este exemplo refere-se a uma modalidade da invenção que inclui uma ferramenta 610 onde a quantidade de um primeiro precursor 612 é substancialmente regularmente periodicamente aumentada por revestimento plano de uma superfície substancialmente regularmente periodicamente em relevo. Esta modalidade da invenção também inclui um contato de superfície traseira 614 onde um segundo precursor 616 está substancialmente planificado.

Referindo à figura 6A, as localizações de um primeiro precursor adicional podem ser vistas. Referindo à figura 6B, os domínios resultantes são colunares e estendem-se de uma primeira superfície 620 do produto de reação para uma segunda superfície 622. Referindo à figura 6C, um emissor 649 está acoplado no produto de reação.

EXEMPLO 4

Referindo às figuras 6D-6F, este exemplo refere-se a uma modalidade da invenção que inclui uma ferramenta 600 que está revestida plana com um primeiro precursor 662. Esta modalidade da invenção também

inclui um contato de superfície traseira 664 onde a quantidade de um segundo precursor 668 é substancialmente regularmente periodicamente aumentada por revestimento plano de uma superfície substancialmente regularmente periodicamente em relevo.

- 5 Referindo à figura 6D, as localizações do segundo precursor adicional correspondem às localizações onde os domínios ricos em segundo precursor estarão localizados adjacentes ao segundo substrato. Referindo à figura 6E, somente um dos domínios resultantes estende-se de uma primeira superfície 670 do produto de reação para uma segunda superfície 672. Referindo à figura 6F, um emissor 699 está acoplado ao produto de reação.

EXEMPLO 5

- Referindo às figuras 8A-8C, este exemplo refere-se a uma modalidade da invenção que inclui um revestimento plano de um primeiro precursor sobre uma superfície de uma ferramenta onde um constituinte de primeiro precursor é substancialmente regularmente periodicamente aumentado com referência a um plano basal pela utilização de um substrato em relevo. O resultado é um excesso do constituinte em relação a uma quantidade média em localizações que correspondem aos rebaixos individuais da superfície em relevo da ferramenta. Esta modalidade também inclui a utilização de uma intensidade de campo elétrico substancialmente regularmente periodicamente variável comutável (por exemplo liga - desliga), modulável (por exemplo, intensidade de campo), reversível (por exemplo, polaridade), em relação a uma localização espacial basal.

- Referindo à figura 8A, um primeiro precursor 810 está provido sobre uma superfície de ferramenta 815. Um segundo precursor 820 está provido sobre um contato traseiro 822. Referindo à figura 8B, o primeiro precursor 810 e o segundo precursor 820 são contactados e aquecidos, e um campo elétrico é aplicado. Com a polarização do campo aplicado como apresentado na figura 8B, o campo elétrico tende a acionar pelo menos alguns dos íons de cobre afastando da ferramenta. É importante apreciar que a intensidade do campo é mais alta naquelas localizações da superfície de ferramenta que não são em relevo. Assim, a força de acionamento eletrostá-

tica é também substancialmente regularmente periodicamente aumentada com referência a um plano basal. O campo como apresentado exerce uma força sobre o cobre que é oposta à direção de acionamento químico sobre o cobre, e pode ser denominada uma polarização inversa (em oposição à polarização direta). É claro, a direção do campo pode ser selecionada, a magnitude do campo pode ser controlada e o campo pode ser ligado e/ou desligado. Enquanto isso, domínios beta ricos em índio - gálio tendem a formar-se em localizações que correspondem aos rebaixos individuais da superfície em relevo da ferramenta. Referindo à figura 8C, após o campo elétrico ser removido, a ferramenta é separada e os domínios permanecem intactos

EXEMPLO 6

Referindo às figuras 9A-9C, este exemplo refere-se a uma modalidade da invenção que inclui um primeiro precursor sobre uma superfície de uma ferramenta onde um constituinte de primeiro precursor é substancialmente regularmente periodicamente aumentado com referência a um plano basal pela utilização de um substrato em relevo em combinação com um revestimento líquido que contém o constituinte de primeiro precursor. O revestimento líquido é seco e então o restante do primeiro precursor é depositado. O resultado é um excesso do constituinte em relação a uma quantidade média em localizações que correspondem aos rebaixos individuais da superfície em relevo da ferramenta. Esta modalidade novamente inclui a utilização de uma intensidade de campo elétrico substancialmente regularmente periodicamente variável comutável (por exemplo liga - desliga), modulável (por exemplo, intensidade de campo), reversível (por exemplo, polaridade), em relação a uma localização espacial basal.

Referindo à figura 9A, o revestimento líquido 905 que contém o constituinte de primeiro precursor é aplicado na superfície de ferramenta 915. Referindo à figura 9B, o revestimento líquido 905 é seco e as forças capilares fazem com que o constituinte de primeiro precursor acumule nas porções mais profundas dos rebaixos individuais. Referindo à figura 9C, o restante 910 do primeiro precursor é depositado plano. Um segundo precursor 920 está provido sobre um contato traseiro 922. Referindo à figura 9D, o

primeiro precursor 910 e o segundo precursor 920 são contactados e aquecidos, e um campo elétrico é aplicado. Com a polarização do campo aplicado como apresentado na figura 9D, o campo elétrico tende a acionar pelo menos alguns dos íons de cobre afastando do substrato em relevo. É importante apreciar que a intensidade do campo é mais alta naquelas localizações da superfície de ferramenta que não são rebaixadas. Deste modo, a força de acionamento eletrostática é também substancialmente regularmente periodicamente aumentada com referência a um plano basal. Novamente, a direção do campo pode ser selecionada, a magnitude do campo pode ser controlada e o campo pode ser ligado e/ou desligado. Referindo à figura 9E, domínios beta ricos em índio - gálio tendem a formar-se em localizações que correspondem aos rebaixos individuais da superfície em relevo da ferramenta. Após o campo elétrico ser removido, a ferramenta é separada e os domínios permanecem intactos

15 EXEMPLO 7

Referindo às figuras 10A-10C, este exemplo refere-se a uma modalidade da invenção que inclui um segundo precursor 1000 sobre uma superfície de um contato traseiro 1020 onde um constituinte de segundo precursor é substancialmente regularmente periodicamente aumentado depositando previamente uma pluralidade de fontes de constituinte 1010 que inclui um excesso do constituinte em relação a uma quantidade média. Novamente, esta modalidade inclui a utilização de um campo elétrico comutável (por exemplo liga - desliga), modulável (por exemplo, intensidade de campo), reversível (por exemplo, polaridade).

25 Referindo à figura 10A, as fontes 1010 são formadas sobre o contato traseiro por epitaxia. Referindo à figura 10B, um primeiro precursor 1030 está provido sobre a superfície de ferramenta. O primeiro precursor 1030 e o segundo precursor 1000 são contactados e aquecidos, e o campo elétrico é aplicado. Com a polarização do campo aplicado como apresentado na figura 10C, o campo elétrico tende a acionar pelo menos alguns dos íons de cobre afastando da superfície da ferramenta. O campo como apresentado
30 exerce uma força sobre o cobre que é oposta à direção de acionamento

- químico sobre o cobre, e pode ser denominada uma polarização inversa. Como nos exemplos anteriores, a direção do campo pode ser selecionada, a magnitude do campo pode ser controlada e o campo pode ser ligado e/ou desligado. Enquanto isso, as fontes 1010 formam domínios alfa ricos em
- 5 cobre. Referindo à figura 10D, após o campo elétrico ser removido, a ferramenta é separada e os domínios permanecem intactos.

APLICAÇÕES PRÁTICAS

- Uma aplicação prática da invenção que tem valor dentro da área tecnológica é a fabricação de dispositivos fotovoltaicos tal como os filmes
- 10 absorsores ou os fósforos eletroluminescentes. Ainda, a invenção é útil em conjunção com a fabricação de semicondutores (tais como são utilizados para o propósito de transistores), ou em conjunção com a fabricação de supercondutores (tais como são utilizados para o propósito de ímãs ou detectores), ou similares. Existem utilizações virtualmente inumeráveis para uma
- 15 modalidade da invenção, todas as quais não precisam ser aqui detalhadas.

VANTAGENS

- As modalidades da invenção podem ser econômicas e vantajosas para pelo menos as seguintes razões. As modalidades da invenção podem aperfeiçoar o controle de formação de uma estrutura de domínio de fase segregada dentro de um produto de reação química. As modalidades da
- 20 invenção podem aperfeiçoar as propriedades de limite de uma pluralidade de estruturas de domínio dentro da estrutura de domínio de fase segregada. As modalidades da invenção podem aperfeiçoar o desempenho de produtos de reação química que incluem uma estrutura de domínio de fase segregada.
- 25 As modalidades da invenção aperfeiçoam a qualidade e/ou reduzem os custos comparadas com as propostas anteriores.

DEFINIÇÕES

- O termo camada pretende genericamente significar filmes revestimentos e estruturas mais espessas. O termo revestimento pretende subgenericamente significar filmes finos, filmes espessos e estruturas mais espessas. O termo composição pretende genericamente significar as substâncias inorgânicas e orgânicas tais como, mas não limitadas a, produtos de reação
- 30

química e/ou produtos de reação física. O termo seleneto pretende significar um material que inclui o elemento selênio e não inclui oxigênio suficiente para precipitar uma base de selenato separada; o oxigênio pode estar presente no seleneto. O termo ferramenta pretende significar um substrato destinado para reutilização ou múltiplas utilizações.

O termo programa e/ou a frase programa de computador pretendem significar uma sequência de instruções projetadas para execução em um sistema de computador (por exemplo, um programa e/ou um programa de computador, pode incluir uma sub-rotina, uma função, um procedimento, um método de objeto, uma implementação de objeto, um aplicativo executável, um utilitário, um servlet, um código de fonte, um código de objeto, uma biblioteca compartilhada/biblioteca de carga dinâmica e/ou outras sequências de instruções projetadas para execução em um computador ou sistema de computadores). A frase frequência de rádio pretende significar as frequências menores do que ou iguais a aproximadamente 300 GHz assim como o espectro infravermelho. Os números de grupo que correspondem a colunas dentro da tabela periódica dos elementos utilizam a convenção de "Nova Notação" como visto no CRC Handbook of Chemistry and Physics, 81^a Edição (2000).

O termo substancialmente pretende significar grandemente mas não necessariamente totalmente do que é especificado. O termo aproximadamente pretende significar pelo menos próximo de um dado valor (por exemplo, dentro de 10% de). O termo geralmente pretende significar pelo menos aproximando de um dado estado. O termo acoplado pretende significar conectado, apesar de não necessariamente diretamente, e não necessariamente mecanicamente. O termo aproximado, como aqui utilizado, pretende significar próximo, quase adjacente e/ou coincidente; e inclui as situações espaciais onde as funções e/ou os resultados especificados (se existirem) podem ser executados e/ou conseguidos. O termo desenvolver pretende significar projetar, construir, transportar, instalar e/ou operar.

Os termos primeiro ou um, e as frases pelo menos um primeiro ou pelo menos um pretendem significar o singular ou o plural a menos que fique claro do texto intrínseco deste documento que significa outra coisa. Os

termos segundo ou outro, e as frases pelo menos um segundo e pelo menos outro, pretendem significar o singular ou o plural a menos que fique claro do texto intrínseco deste documento que significa outra coisa. A menos que expressamente declarado ao contrário no texto intrínseco deste documento, o

5 termo ou pretende significar um ou inclusivo ou não um ou exclusivo. Especificamente, uma condição A ou B é satisfeita por qualquer um dos seguintes: A é verdadeiro (ou presente) e B é falso (ou não presente), A é falso (ou não presente) e B é verdadeiro (ou presente), e tanto A quanto B são verdadeiros (ou presentes). O termo um é empregado para estilo gramatical e meramente

10 por conveniência.

O termo pluralidade pretende significar dois ou mais do que dois. O termo qualquer pretende significar todos os membros aplicáveis de um conjunto ou pelo menos um subconjunto de todos os membros aplicáveis do conjunto. A frase qualquer inteiro aqui derivável pretende significar um inteiro

15 entre os números correspondentes recitados na especificação. A frase qualquer faixa aqui derivável pretende significar qualquer faixa dentro de tais números correspondentes. O termo meio, quando seguido pelo termo "para" pretende significar um hardware, um firmware e/ou um software para conseguir um resultado. O termo etapa, quando seguido pelo termo "para" pretende

20 significar um (sub)método, um (sub)processo e/ou uma (sub)rotina para conseguir o resultado recitado.

Os termos "compreende", "compreendendo", "inclui", "incluindo", "tem", "tendo" ou qualquer outra sua variação, pretendem cobrir uma inclusão não exclusiva. Por exemplo, um processo, um método, um artigo, ou um

25 aparelho que compreende uma lista de elementos não está necessariamente limitado a somente estes elementos mas pode incluir outros elementos não expressamente listados ou inerentes a tal processo, método, artigo, ou aparelho. Os termos "consistindo" (consiste, consistido) e/ou "compondo" (compõe, composto) pretendem significar uma linguagem fechada que não deixa

30 o método, aparelho ou composição recitado à inclusão de procedimentos, estrutura(s) e/ou ingrediente(s) outros que aqueles recitados exceto para auxiliares, adjuntos e/ou impurezas comumente associados com os mes-

mos. A recitação do termo "essencialmente" juntamente com o termo "consistindo" (consiste, consistido) e/ou "compondo" (compõe, composto), pretende significar uma linguagem fechada modificada que deixa o método, aparelho e/ou composição recitado aberto somente para a inclusão de procedimento(s), estrutura(s) e/ou ingrediente(s) não especificados os quais não afetam materialmente as novas características básicas do método, aparelho e/ou composição recitados.

A menos que de outro modo definido, todos os termos técnicos e científicos aqui utilizados tem o mesmo significado que comumente compreendido por alguém versado na técnica à qual esta invenção pertence. Em caso de conflito, a presente especificação, incluindo as definições, controlará.

CONCLUSÕES

As modalidades e os exemplos descritos são ilustrativos somente e não pretendem ser limitantes. Apesar das modalidades da invenção poderem ser separadamente implementadas, as modalidades da invenção podem ser integradas no(s) sistema(s) com o(s) qual(is) estas estão associadas. Todas as modalidades da invenção aqui descritas podem ser feitas e utilizadas sem uma experimentação devida à luz da descrição. Apesar do melhor modo da invenção contemplado pelo(s) inventor(es) ser descrito, as modalidades da invenção não estão limitadas a este. As modalidades da invenção não estão limitadas por declarações teóricas (se existirem) aqui recitadas. As etapas individuais de modalidades da invenção não precisam ser executadas no modo descrito, ou combinadas nas sequências descritas, mas podem ser executadas em qualquer e todos os modos e/ou combinadas em qualquer e todas as sequências. Os componentes individuais de modalidades da invenção não precisam ser formados nas formas descritas ou combinados nas configurações descritas, mas poderiam ser providos em qualquer e todas as formas, e/ou combinados e qualquer e todas as configurações. Os componentes individuais não precisam ser fabricados dos materiais descritos, mas poderiam ser fabricados de qualquer e todos os materiais adequados. Substituições homólogas podem ser substituídas pelas substâncias aqui descritas.

Pode ser apreciado por aqueles versados na técnica à qual as

modalidades da invenção pertencem que várias substituições, modificações, adições e/ou redistribuições das características de modalidades da invenção podem ser feitas sem desviar do espírito e/ou escopo do conceito inventivo subjacente. Todos os elementos e características descritos de cada modalidade descrita podem ser combinados com, ou substituídos pelos elementos e características descritos de todas as outras modalidades descritas exceto onde tais elementos ou características são mutuamente exclusivos. O espírito e/ou escopo do conceito inventivo subjacente como definido pelas reivindicações anexas e seus equivalentes cobrem todas tais substituições, modificações, adições e/ou redistribuições.

As reivindicações anexas não devem ser interpretadas como incluindo limitações de meio mais função, a menos que tal limitação seja explicitamente recitada em uma dada reivindicação que utiliza a(s) frase(s) "meio para" e/ou "etapa para". As modalidades subgenéricas da invenção estão delineadas pelas reivindicações independentes anexas e seus equivalentes. Tais modalidades da invenção são diferenciadas pelas reivindicações dependentes anexas e seus equivalentes.

REFERÊNCIAS

(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, apresentado em 05 de Janeiro de 2005, páginas 355-358.

(2) Y. Yan, R. Noufi, K.M. Jones, K. Ramanathan, M.M. Al-Jassim e B.J. Stanbery, "Chemical fluctuation-induced nanodomains in Cu(In,Ga)Se₂ films," Applied Physics Letters 87, 121904 American Institute of Physics, 12 de Setembro 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 e G. Lippold "Role of Sodium in the Control of Defect Structures in CIS," 0-7803-5772-8/00 IEEE, 2000, páginas 440-445.

(5) 20th European Photovoltaic Solar Energy Conference, 6-10 de Junho de 2005, Barcelona, Espanha, páginas 1744-1747.

REIVINDICAÇÕES

1. Método, que compreende:

prover um primeiro precursor sobre um primeiro substrato;

prover um segundo precursor sobre um segundo substrato;

5 contactar o primeiro precursor e o segundo precursor;

reagir o primeiro precursor e o segundo precursor para formar um produto de reação química; e

mover o primeiro substrato e o segundo substrato um em relação ao outro para separar o produto de reação química de pelo menos um

10 membro selecionado do grupo que consiste no primeiro substrato e no segundo substrato,

caracterizado pelo fato de que, para controlar a formação de uma estrutura de domínio de fase segregada dentro do produto de reação química, um constituinte de pelo menos um membro selecionado do grupo

15 que consiste no primeiro precursor e no segundo precursor é provido em uma quantidade que varia substancialmente regularmente periodicamente de uma quantidade média em relação a uma localização espacial basal.

2. Método de acordo com a reivindicação 1, em que a estrutura de domínio de fase segregada inclui uma rede de domínio de fase segregada.

20 3. Método de acordo com a reivindicação 1, em que a quantidade do constituinte é substancialmente regularmente periodicamente aumentada por revestimento plano de uma superfície substancialmente regularmente periodicamente em relevo com um material que inclui um excesso do constituinte em relação à quantidade média.

25 4. Método de acordo com a reivindicação 1, em que a quantidade do constituinte é substancialmente regularmente periodicamente aumentada depositando uma pluralidade de fontes de constituinte que inclui um excesso do constituinte em relação à quantidade média.

30 5. Método de acordo com a reivindicação 1, em que a quantidade na qual o constituinte é provido varia periodicamente da quantidade média em relação à localização espacial basal em uma escala de sub-mícron.

6. Método de acordo com a reivindicação 1, em que a quantidade

de na qual o constituinte é provido varia periodicamente da quantidade média em relação à localização espacial basal em uma escala que é substancialmente um múltiplo de aproximadamente cinco nanômetros.

5 7. Método de acordo com a reivindicação 1, ainda compreendendo gerar um campo elétrico entre o primeiro substrato e o segundo substrato.

8. Método, que compreende:

prover um primeiro precursor sobre um primeiro substrato;

prover um segundo precursor sobre um segundo substrato;

contactar o primeiro precursor e o segundo precursor;

10 reagir o primeiro precursor e o segundo precursor para formar um produto de reação química; e

mover o primeiro substrato e o segundo substrato um em relação ao outro para separar o produto de reação química de pelo menos um membro selecionado do grupo que consiste no primeiro substrato e no segundo substrato,

15 caracterizado pelo fato de que, para controlar a formação de uma estrutura de domínio de fase segregada dentro do produto de reação química, um constituinte de pelo menos um membro selecionado do grupo que consiste no primeiro precursor e no segundo precursor é provido em uma quantidade que varia substancialmente regularmente periodicamente de uma quantidade média em relação a uma localização espacial basal,

em que a estrutura de domínio de fase segregada inclui uma rede de domínio de fase segregada,

25 em que a quantidade do constituinte é substancialmente regularmente periodicamente aumentada por revestimento plano de uma superfície substancialmente regularmente periodicamente em relevo com um material que inclui um excesso do constituinte em relação à quantidade média, e

em que a quantidade na qual o constituinte é provido varia periodicamente da quantidade média em relação à localização espacial basal em uma escala de sub-mícron.

9. Método de acordo com a reivindicação 8, em que a quantidade na qual o constituinte é provido varia periodicamente da quantidade mé-

dia em relação à localização espacial basal em uma escala que é substancialmente um múltiplo de aproximadamente cinco nanômetros.

10. Método de acordo com a reivindicação 8, ainda compreendendo gerar um campo elétrico entre o primeiro substrato e o segundo substrato.

5 11. Método, que compreende:

prover um primeiro precursor sobre um primeiro substrato;

prover um segundo precursor sobre um segundo substrato;

contactar o primeiro precursor e o segundo precursor;

reagir o primeiro precursor e o segundo precursor para formar

10 um produto de reação química; e

mover o primeiro substrato e o segundo substrato um em relação ao outro para separar o produto de reação química de pelo menos um membro selecionado do grupo que consiste no primeiro substrato e no segundo substrato,

15 caracterizado pelo fato de que, para controlar a formação de uma estrutura de domínio de fase segregada dentro do produto de reação química, um constituinte de pelo menos um membro selecionado do grupo que consiste no primeiro precursor e no segundo precursor é provido em uma quantidade que varia substancialmente regularmente periodicamente
20 de uma quantidade média em relação a uma localização espacial basal,

em que a estrutura de domínio de fase segregada inclui uma rede de domínio de fase segregada,

em que a quantidade do constituinte é substancialmente regularmente periodicamente aumentada depositando uma pluralidade de fontes
25 de constituinte que inclui um excesso do constituinte em relação à quantidade média, e

em que a quantidade na qual o constituinte é provido varia periodicamente da quantidade média em relação à localização espacial basal em uma escala de sub-mícron.

30 12. Método de acordo com a reivindicação 11, em que a quantidade na qual o constituinte é provido varia periodicamente da quantidade média em relação à localização espacial basal em uma escala que é subs-

tancialmente um múltiplo de aproximadamente cinco nanômetros.

13. Método de acordo com a reivindicação 11, ainda compreendendo gerar um campo elétrico entre o primeiro substrato e o segundo substrato.

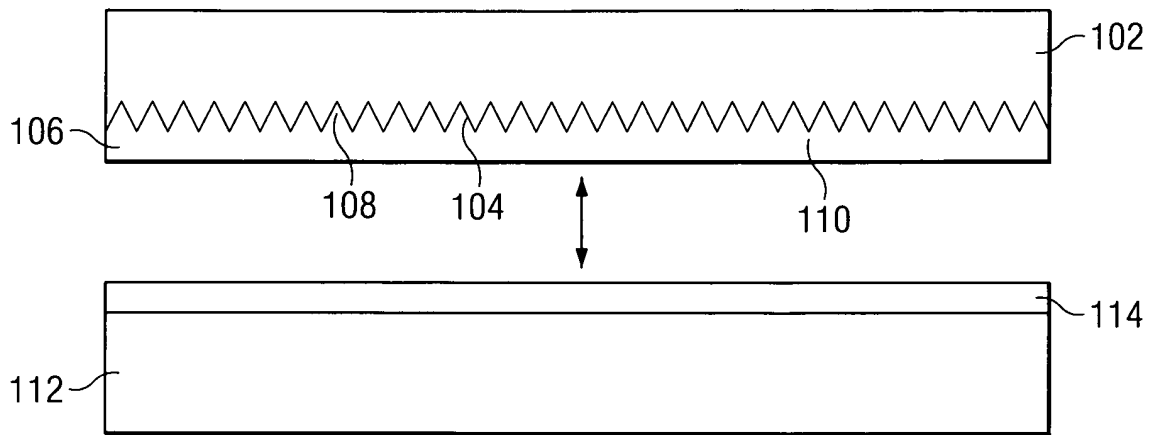


FIG. 1A

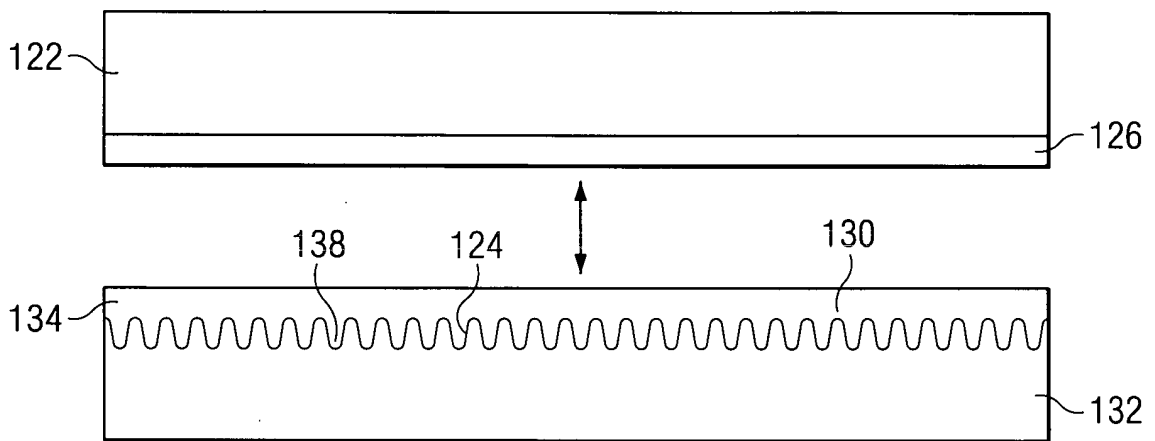


FIG. 1B

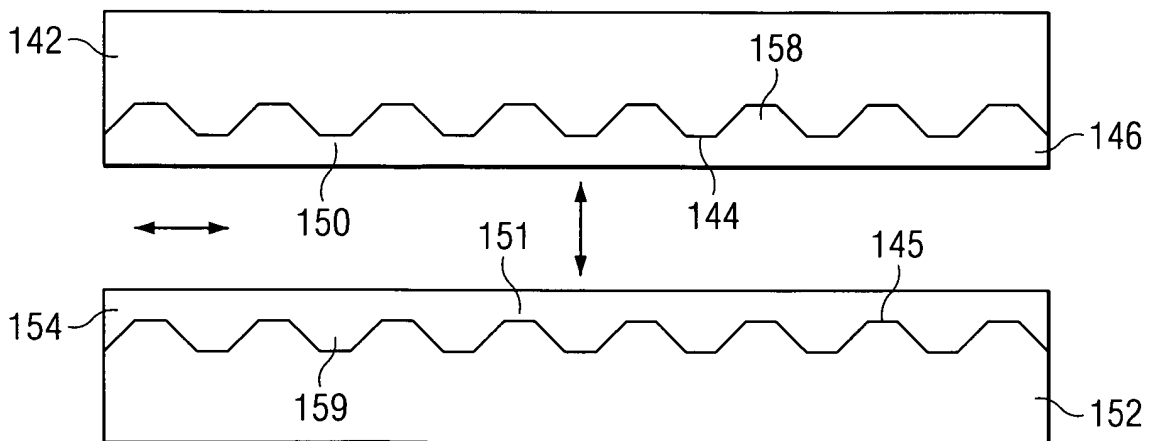


FIG. 1C

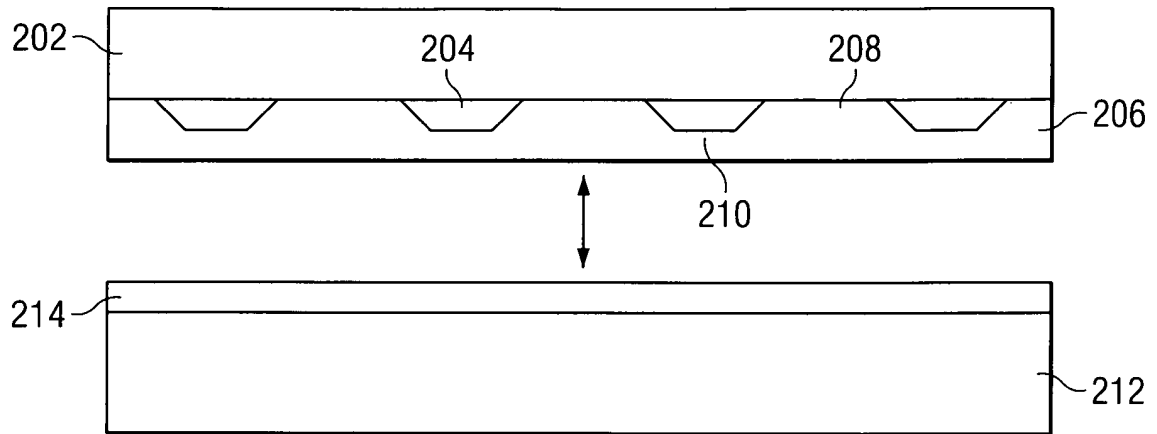


FIG. 2A

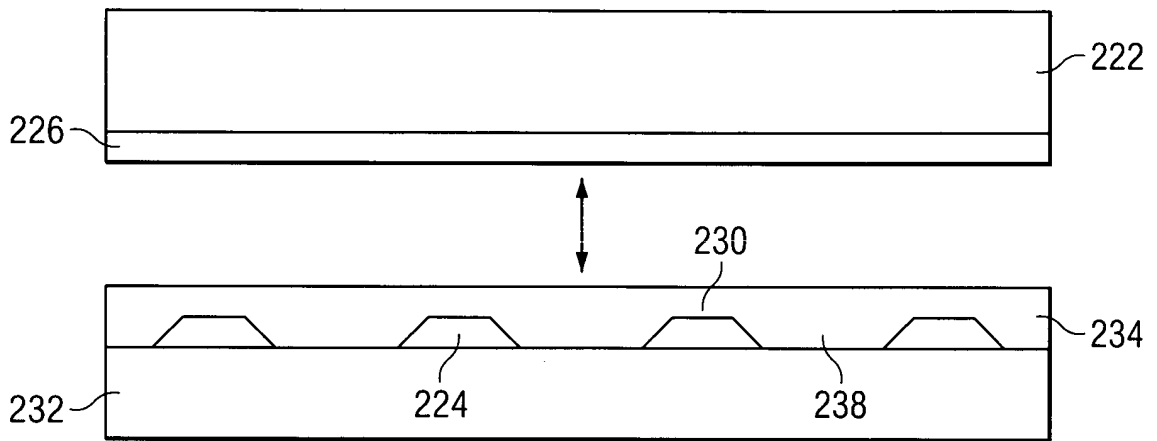


FIG. 2B

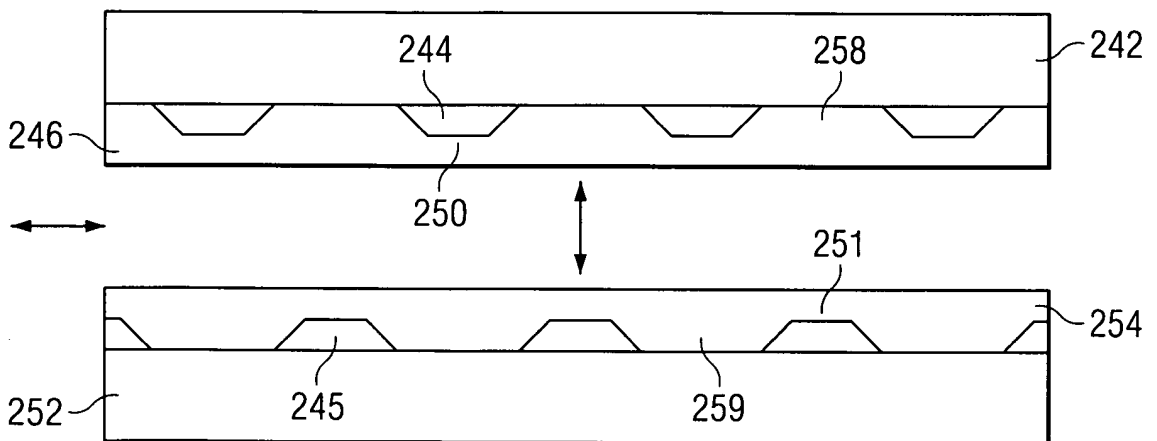


FIG. 2C

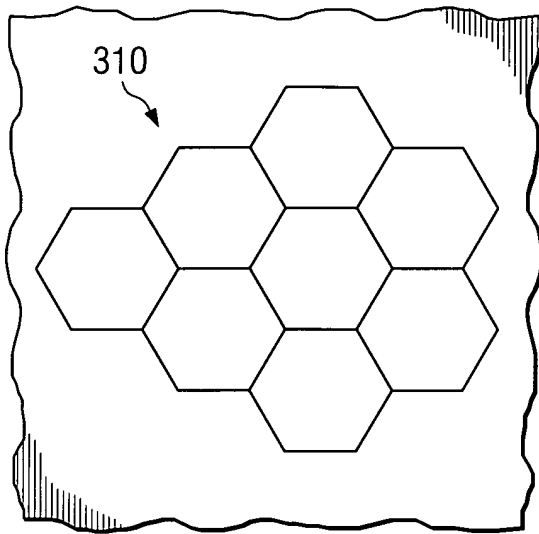


FIG. 3A

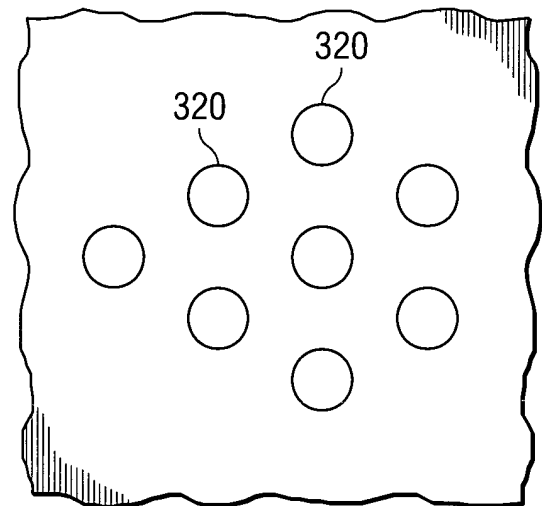


FIG. 3B

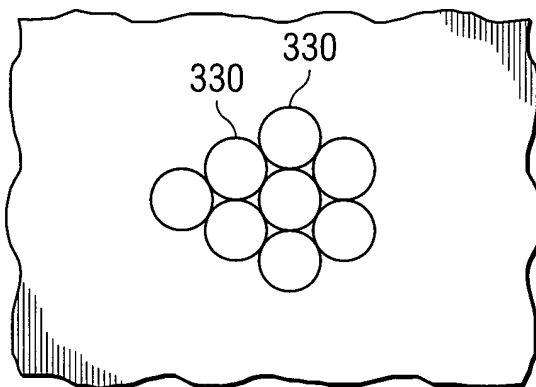


FIG. 3C

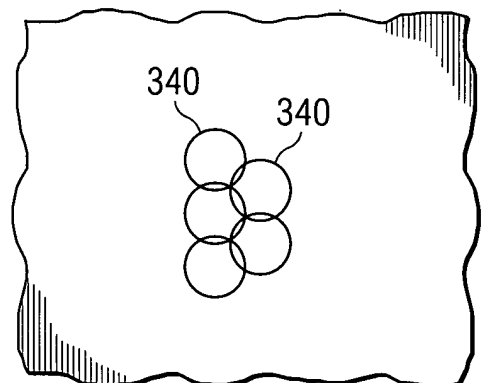


FIG. 3D

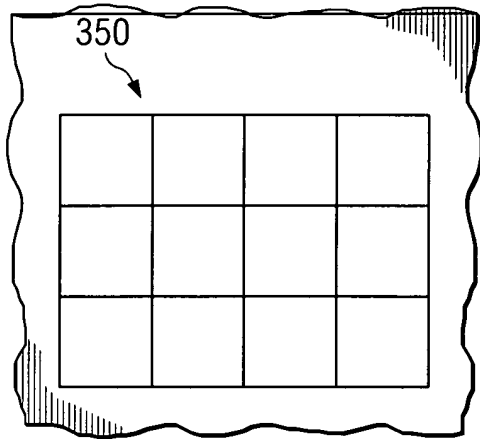


FIG. 3E

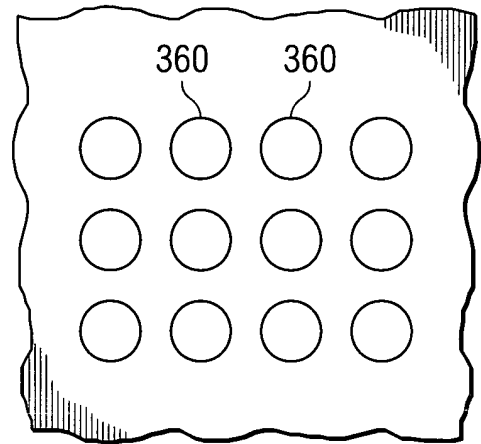


FIG. 3F

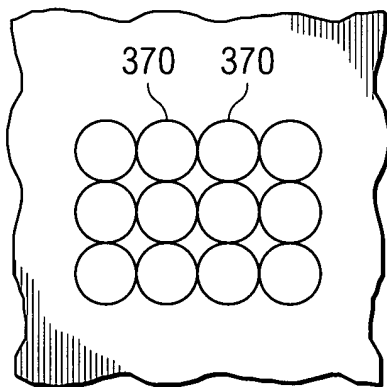


FIG. 3G

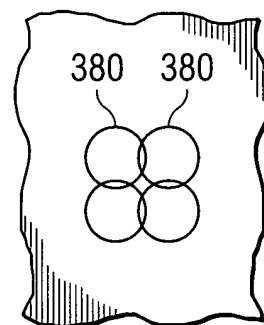


FIG. 3H

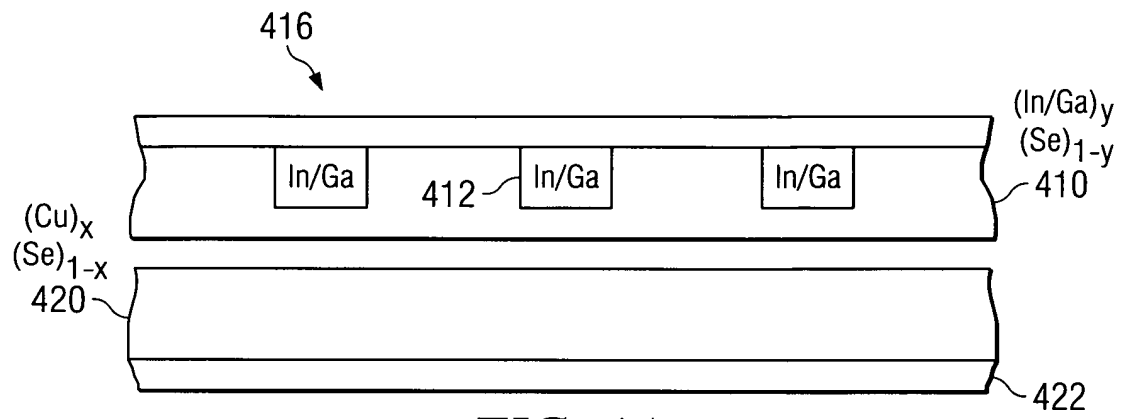


FIG. 4A

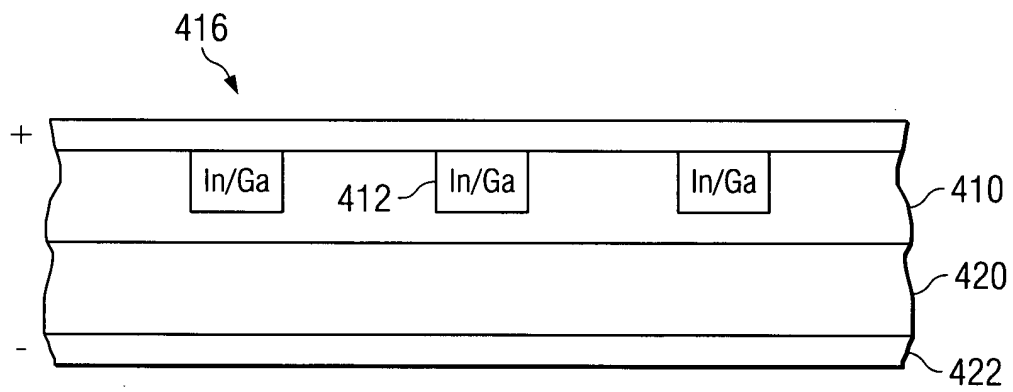


FIG. 4B

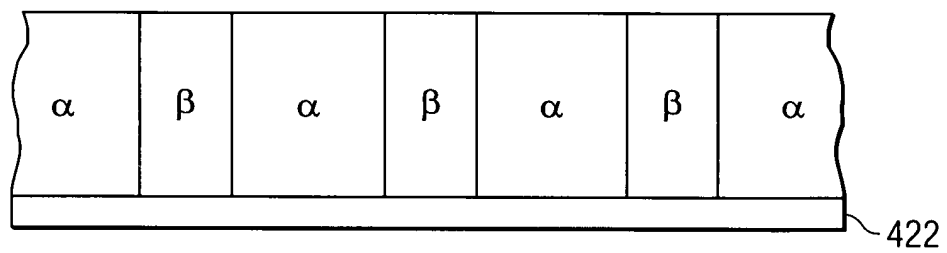


FIG. 4C

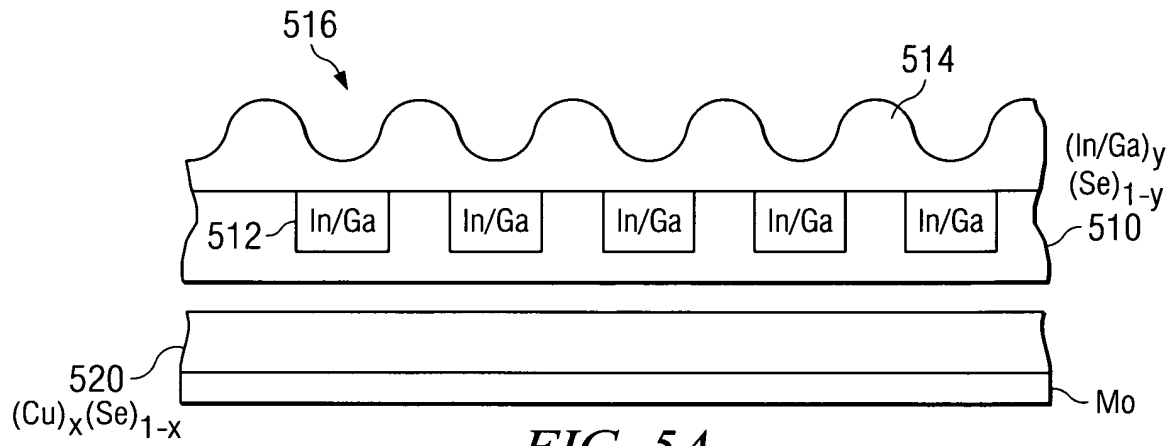


FIG. 5A

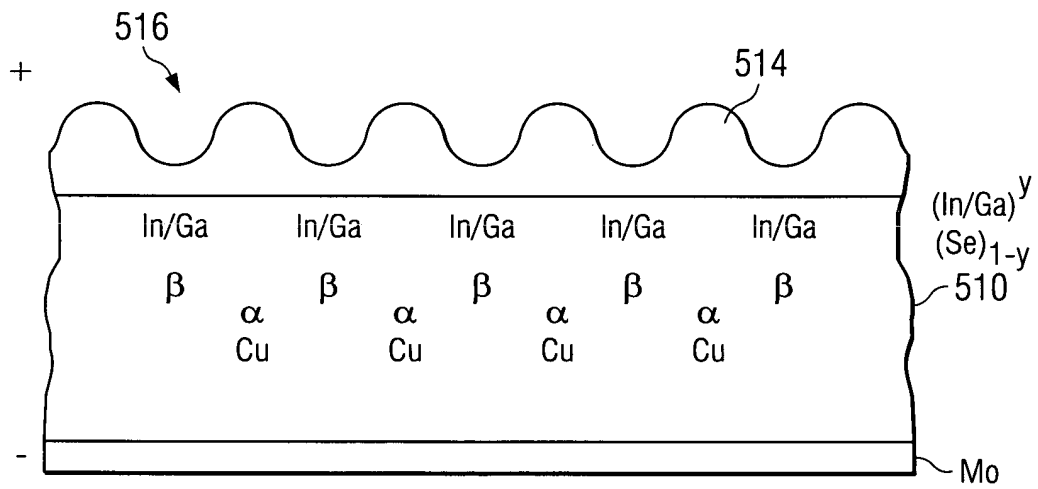


FIG. 5B

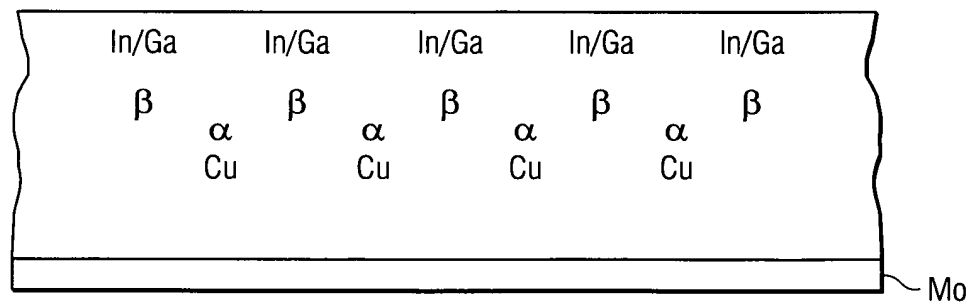


FIG. 5C

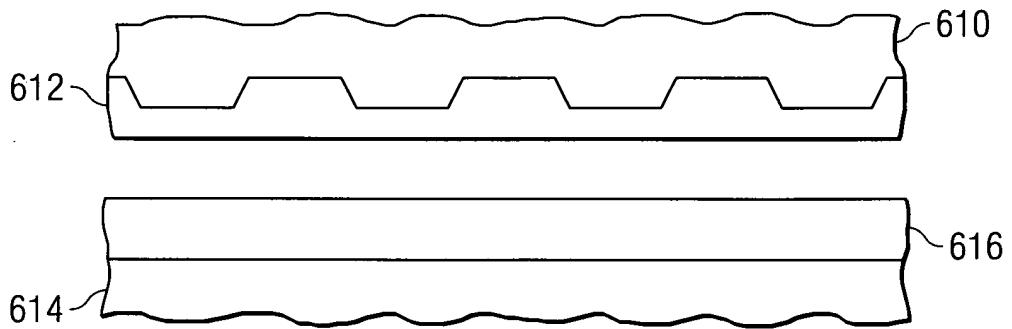


FIG. 6A

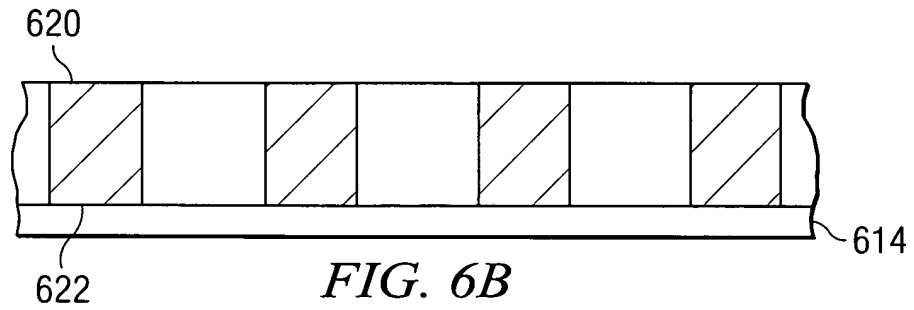


FIG. 6B

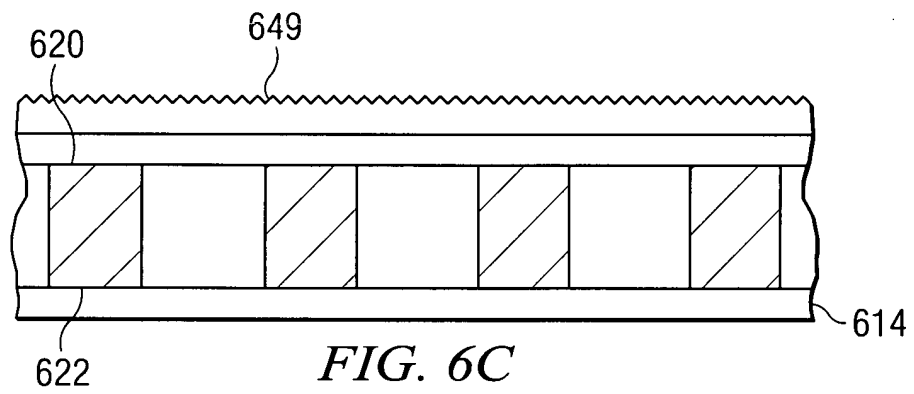


FIG. 6C

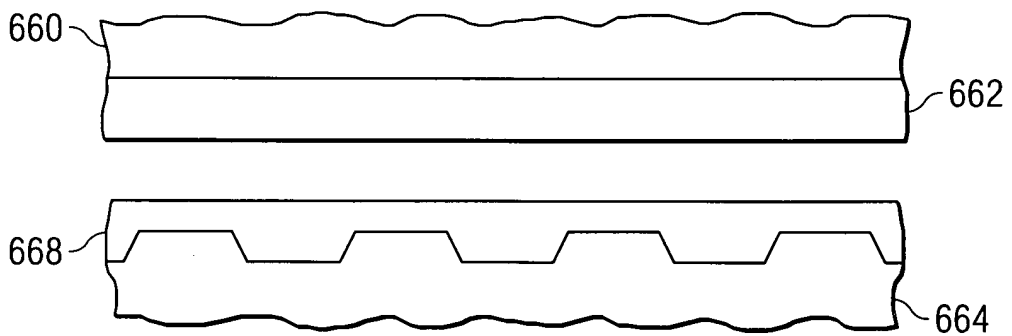


FIG. 6D

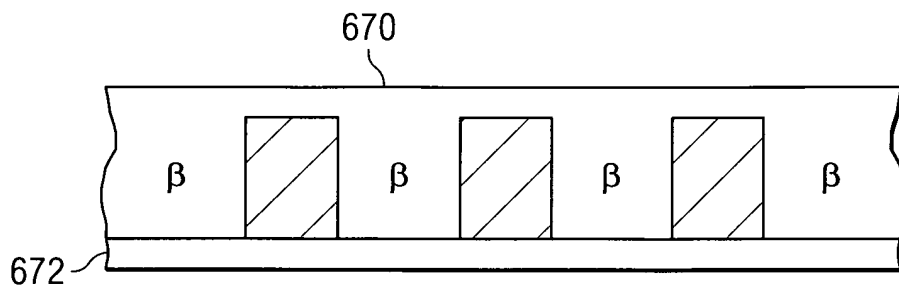


FIG. 6E

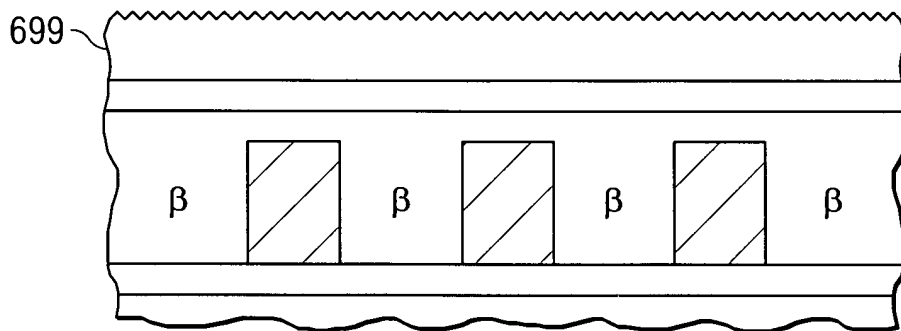


FIG. 6F

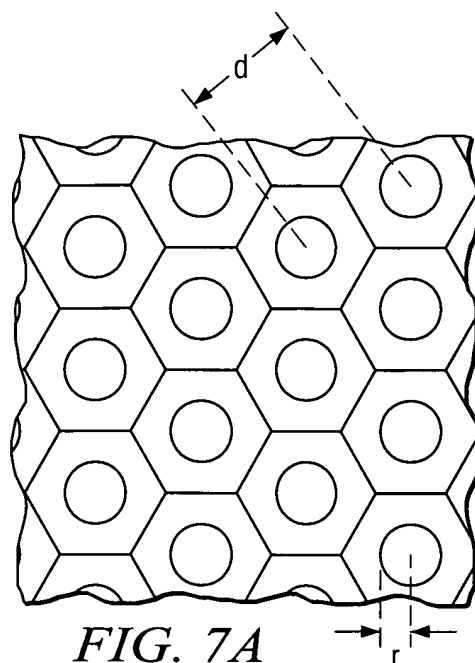


FIG. 7A

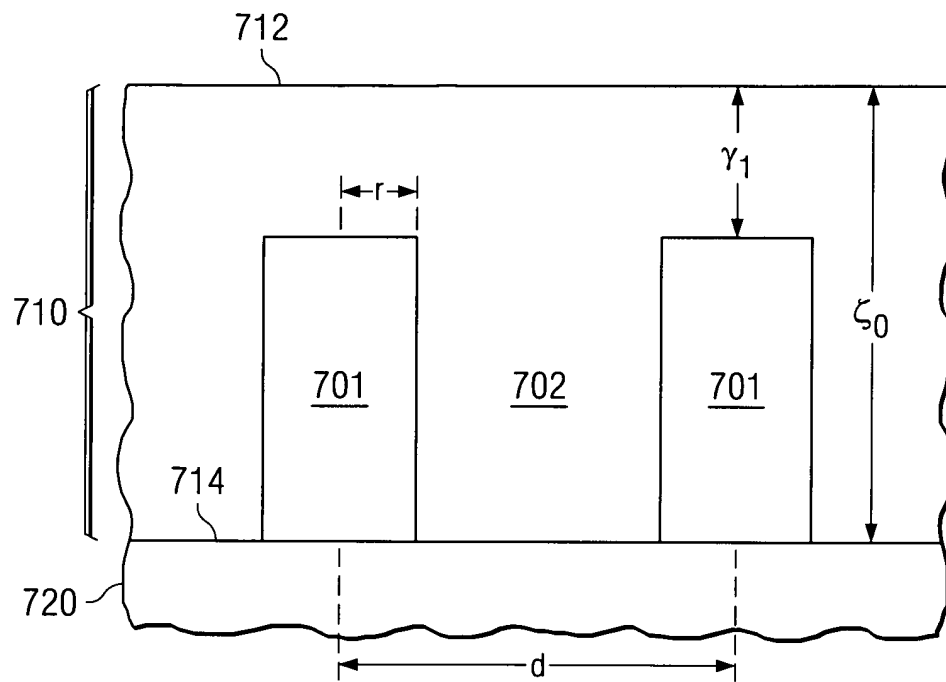


FIG. 7B

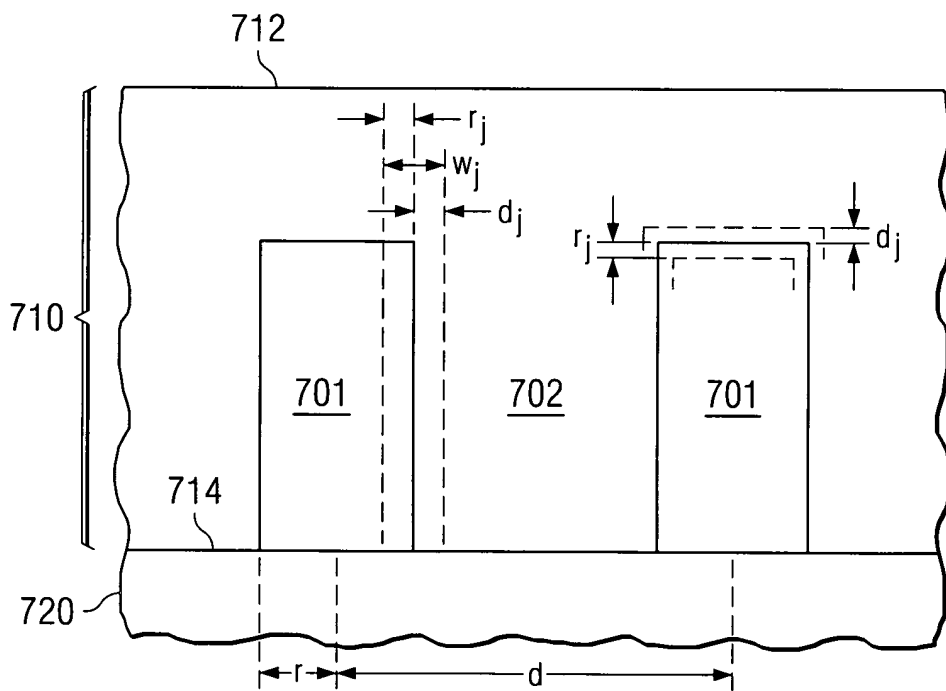


FIG. 7C

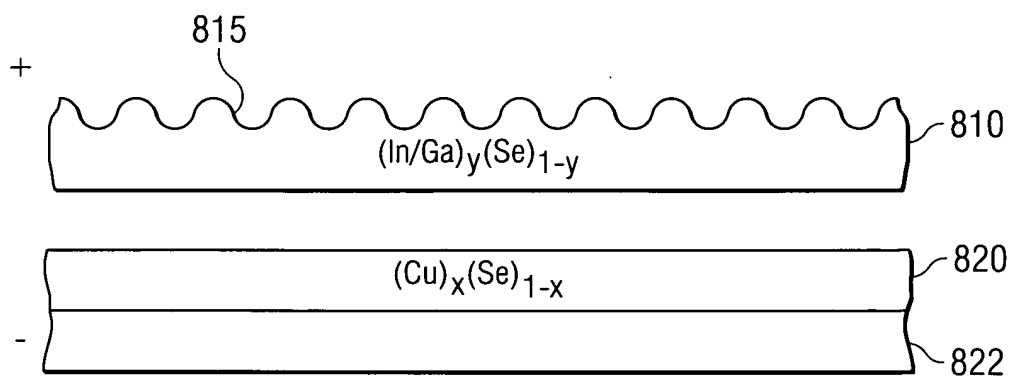


FIG. 8A

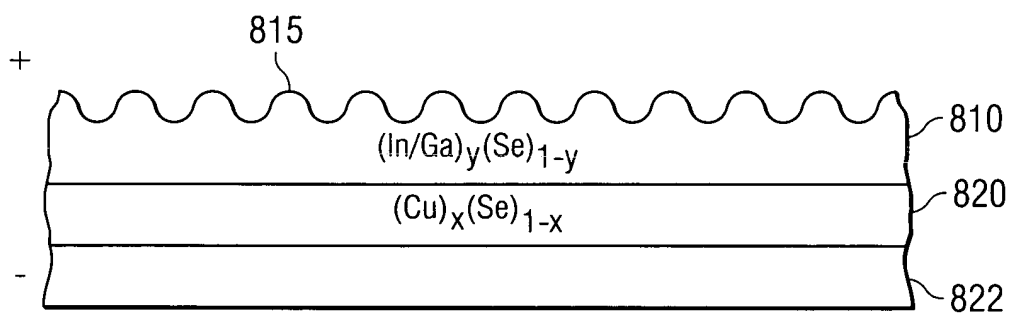


FIG. 8B

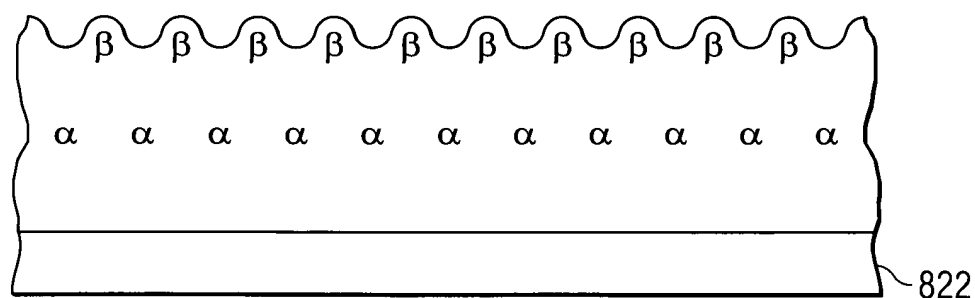


FIG. 8C

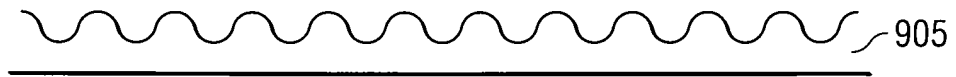


FIG. 9A



FIG. 9B

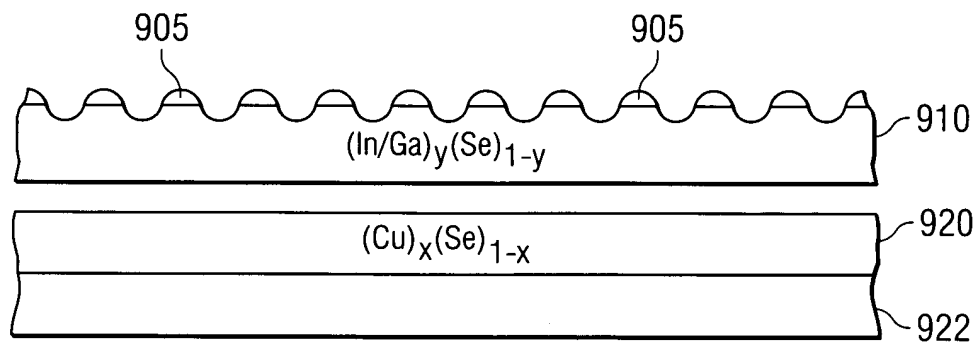


FIG. 9C

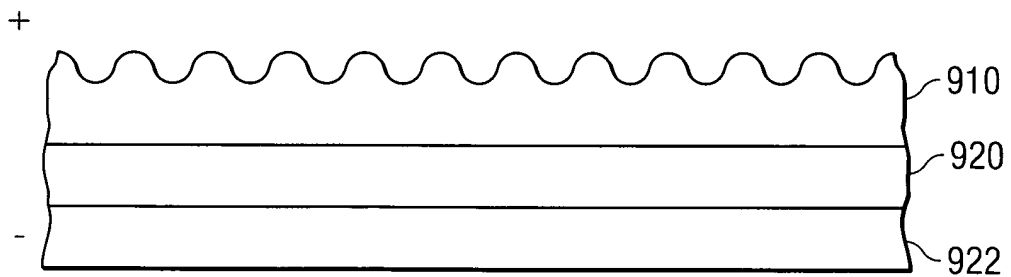


FIG. 9D

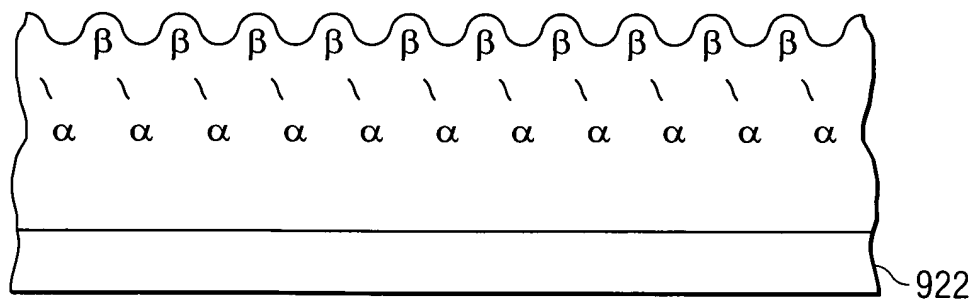


FIG. 9E

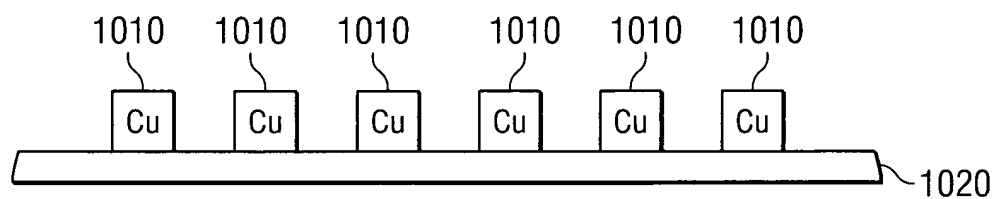


FIG. 10A

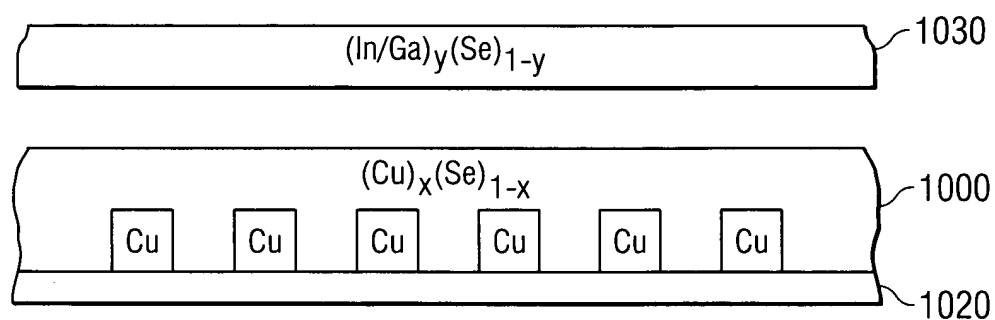


FIG. 10B

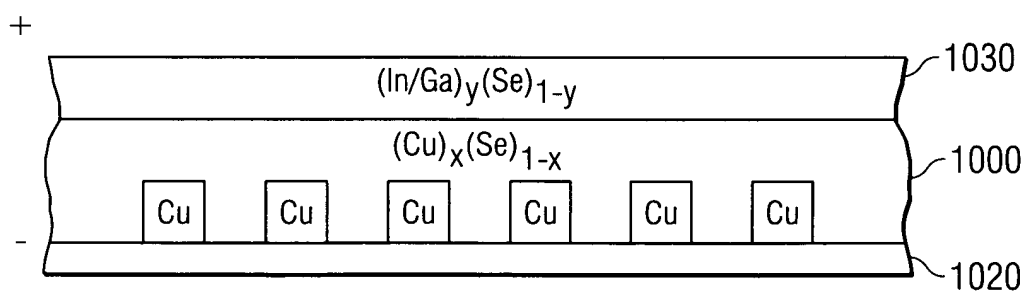


FIG. 10C

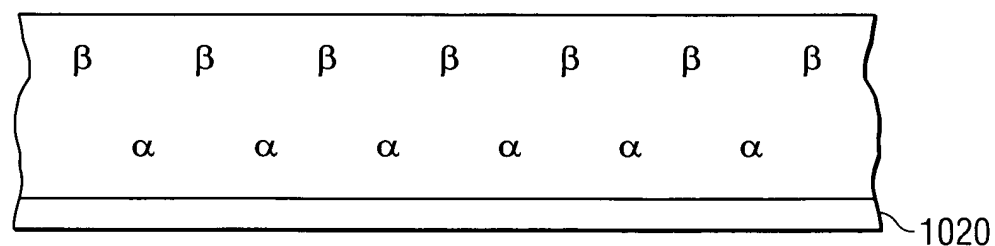


FIG. 10D

RESUMO

Patente de Invenção: "MÉTODOS PARA FAZER ESTRUTURAS DE DOMÍNIO DE FASE SEGREGADAS CONTROLADAS".

A presente invenção refere-se a um método que inclui prover um primeiro precursor sobre um primeiro substrato; prover um segundo precursor sobre um segundo substrato; contactar o primeiro precursor e o segundo precursor; reagir o primeiro precursor e o segundo precursor para formar um produto de reação química; e mover o primeiro substrato e o segundo substrato um em relação ao outro para separar o produto de reação química de pelo menos um membro selecionado do grupo que consiste no primeiro substrato e no segundo substrato, caracterizado pelo fato de que, para controlar a formação de uma estrutura de domínio de fase segregada dentro do produto de reação química, um constituinte de pelo menos um membro selecionado do grupo que consiste no primeiro precursor e no segundo precursor é provido em uma quantidade que varia substancialmente regularmente periodicamente de uma quantidade média em relação a uma localização espacial basal.