



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

(21) PI 0719765-9 A2



(22) Data de Depósito: 27/09/2007
(43) Data da Publicação: 28/01/2014
(RPI 2247)

(51) *Int.Cl.*:
H01L 33/00

(54) Título: DISPOSITIVO

(57) Resumo:

(30) Prioridade Unionista: 02/10/2006 US 11/537940

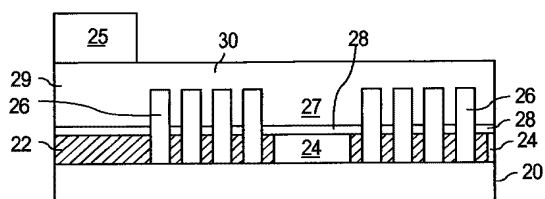
(73) Titular(es): Koninklijke Philips Electronics N.V., Philips
Lumileds Lighting Company, LLC

(72) Inventor(es): Jonathan Wierer, Jr., Mihail M. Sigalas

(74) Procurador(es): Momsen, Leonardos & CIA.

(86) Pedido Internacional: PCT IB2007053937 de 27/09/2007

(87) Publicação Internacional: WO 2008/041161 de
10/04/2008



“DISPOSITIVO”

A presente invenção refere-se a um dispositivo emissor de luz semicondutor incluindo um cristal fotônico.

Dispositivos emissores de luz semicondutores incluindo diodos emissores de luz (LEDs), diodos emissores de luz de cavidade ressonante (RCLEDs), diodos de laser de cavidade vertical (VCSELs), e lasers emissores de borda estão entre as mais eficientes fontes luminosas correntemente disponíveis. Sistemas materiais correntemente de interesse na fabricação de dispositivos emissores de luz de alto brilho, capazes de operação através do espectro visível, incluem semicondutores do grupo III V, particularmente ligas binárias, ternárias e quaternárias de gálio, alumínio, índio e nitrogênio, também referidos como materiais de nitreto III. Tipicamente, dispositivos emissores de luz de nitreto III são fabricados pelo crescimento epitaxial de uma pilha de camadas semicondutoras de diferentes composições e concentrações de dopantes sobre um substrato adequado por deposição de vapor químico metal-orgânico (MOCVD), epitaxia de feixe molecular (BEM), ou outras técnicas epitaxiais. A pilha inclui freqüentemente uma ou mais camadas tipo n dopadas com, por exemplo, Si, formadas sobre o substrato, uma região emissora ou ativa de luz formada sobre a camada ou camadas tipo n, e uma ou mais camadas tipo p dopadas com, por exemplo, Mg, formadas sobre a região ativa.

A qualidade de um LED pode ser caracterizada, por exemplo, por sua radiância, que é a potência emitida em uma direção específica por área unitária de um dispositivo emissor, e sua eficiência de extração, que é a relação entre fótons extraídos do dispositivo e os fótons gerados na região emissora de luz. A eficiência de extração é limitada, entre outras coisas, pelos fótons emitidos sofrendo múltiplas reflexões internas total nas paredes do cristal semicondutor de alto índice de refração que forma o tipo p, tipo n, e regiões emissoras de luz do dispositivo. Como resultado, muitos dos fótons

emitidos não escapam para o espaço livre, levando a baixas eficiências de extração, tipicamente, menor do que 30%.

A patente US 5.955.749, intitulada “Light Emitting Device Utilizing a Periodic Dielectric Structure”, de J. Joannopoulos et al., descreve o uso de um cristal fotônico para realçar a eficiência de extração. Um cristal fotônico é criado pela formação de uma treliça de furos através das camadas semicondutoras do dispositivo emissor de luz. A treliça de furos cria um meio com uma constante dielétrica periodicamente modulada, afetando o modo como a luz se propaga através do meio. Se o espaçamento apropriado da treliça for escolhido, luz que, de outro modo, teria sido aprisionada na estrutura pela reflexão interna total, pode agora escapar, aumentando a eficiência de extração do LED. Projetos de cristal fotônico eficientes são necessários na técnica. De acordo com os modos de realização da invenção, um dispositivo emissor de luz inclui uma estrutura semicondutora com uma região emissora de luz disposta entre uma região de tipo n e uma região tipo p. Uma pluralidade de furos na estrutura semicondutora, formando um cristal fotônico, é formada em uma primeira região da estrutura semicondutora correspondente a uma primeira porção da região emissora de luz. Uma segunda região da estrutura semicondutora correspondente a uma segunda porção da região emissora de luz não contém um cristal fotônico e pode ser circundada pela primeira região. O dispositivo é configurado de modo que, quando pressionado para frente, corrente seja injetada na segunda região, e a primeira região seja substancialmente livre de corrente. Consequentemente, luz é gerada apenas na segunda região, que não é interrompida pelo cristal fotônico. A separação das áreas da região emissora de luz na qual a luz é gerada do cristal fotônico pode evitar recombinação superficial causada pela gravação do cristal fotônico através da junção p-n. AS regiões de tipicamente, n e p podem se mantidas finas para volume de modo ótico reduzido. A estrutura semicondutora pode ser reforçada por um contato refletor para

direcionar a luz para fora de um lado.

A fig. 1 ilustra um dispositivo de nitreto III incluindo um cristal fotônico.

5 A fig. 2 é uma vista de seção transversal de uma parte do dispositivo emissor de luz de cristal fotônico de acordo com os modos de realização da invenção.

A fig. 3 é uma vista plana de uma parte do dispositivo ilustrado na fig. 2.

10 A fig. 4 é uma vista de seção transversal de uma parte de um dispositivo com uma máscara para formar um cristal fotônico e implantar a região tipicamente, p.

A fig. 5 é uma vista de seção transversal do dispositivo da fig. 4, após gravação do cristal fotônico e remoção da máscara.

15 A fig. 6 é uma vista de seção transversal do dispositivo da fig.5, após deposição de materiais de contato.

A fig. 7 é uma vista de seção transversal do dispositivo da fig. 6 após colagem a um hospedeiro e remoção do substrato de crescimento.

A fig. 8 é uma vista de seção transversal do dispositivo da fig. 7, após afinamento da estrutura epitaxial e formação de um segundo contato.

20 A fig. 9 é uma vista de seção transversal de uma parte de um dispositivo emissor de luz de cristal fotônico montado em 'flip chip' de acordo com modos de realização da invenção.

25 A fig. 10 é uma vista de seção transversal de uma parte de um dispositivo emissor de luz de cristal fotônico montado em 'flip chip', de acordo com modos de realização alternativos da invenção.

A fig. 11 é uma vista de seção transversal de uma parte de um dispositivo 'flip chip' montado sobre um suporte com o substrato de crescimento removido.

A fig. 12 é uma vista de seção transversal do dispositivo da

fig. 11 após gravação de uma estrutura de cristal fotônico.

A fig. 13 é uma vista de seção transversal do dispositivo da fig. 12 após implementação da região tipo p para formar regiões não-condutoras.

5 A fig. 14 é uma vista explodida de um dispositivo emissor de luz acondicionado.

As figs. 15A e 15B são vistas planas de exemplos de um contato n, de acordo com modos de realização da invenção.

10 A fig. 16 é um gráfico de eficiência de extração em função de distancia ente a região emissora de luz e uma camada refletora disposta sobre a base da estrutura semicondutora.

A fig. 17 é um gráfico de eficiência de extração em função de constante de treliça de cristal fotônico para várias espessuras de estruturas.

15 A fig. 18 é um gráfico de eficiência de extração em função de constante de treliça de cristal fotônico.

As figs. 19 e 20 são vistas planas de duas estruturas de cristal fotônico quase-cristal.

20 A fig. 21 é uma vista de seção transversal de uma parte de um dispositivo com um cristal fotônico e uma camada semicondutora adequada para oxidação lateral.

A fig. 22 é uma vista de seção transversal de parte do dispositivo da fig. 21 após oxidação de uma das camadas na estrutura epitaxia.

25 A fig. 23 é uma vista de seção transversal do dispositivo da fig. 22 após remoção da máscara e colagem da estrutura a um substrato hospedeiro.

A fig. 1 ilustra um LED (PXLED) 100 de cristal fotônico de nitreto-III, descrita em mais detalhe na publicação 2003/141.507, "LED Efficiency Using Photonic Crystal Stucture", depositada em 28/01/2002 e

aqui incorporada pela referência.

NO PXLED 100 da fig. 1, uma região tipo n 108 é formada sobre o substrato de crescimento 102 que pode ser, por exemplo, safira, SiC, ou GaN; uma região ativa 112 é formada sobre a região tipo N 108; a uma
5 região tipo p 116 é formada sobre a região ativa 112. Cada uma das regiões 108, 112 e 116 pode ser uma camada única ou camadas múltiplas de mesma ou diferente composição, espessura, ou concentração de dopante. Uma porção da região tipo p 116 e região ativa 112 são removidas por gravação para expor
10 sobre uma região tipo p 116 e um contato n 104 sendo formado sobre a porção exposta da região tipo n 108. O dispositivo pode ser revirado, conforme mostrado na fig. 1, e conectado a um suporte (não mostrado através de contatos 104 e 120.

A região ativa 112 inclui uma região de junção na qual
15 elétrons da região tipo n 108 combinam com furos da região tipo p 116 e, idealmente, emite energia em forma de fótons. A camada ativa 112 pode incluir uma estrutura de poço de quantum para otimizar a geração de fótons. Muitas estruturas diferentes de poço de quantum foram descritas, por exemplo, por G. B. Stringfellow e M. George Craford, em “High Brightness
20 Light Emitting Diodes”, publicada pela Associated Press em 1997. O cristal fotônico de PXLED 199 da fig. 1 é criado pela formação de uma estrutura periódica de furos 122-i no LED.

O dispositivo de cristal fotônico ilustrado na fig. 1 e o dispositivo descrito na patente US 5.955.749 podem ter várias desvantagens.
25 Por exemplo, a estrutura de cristal fotônico no dispositivo da fig. 1 pode ser formado por gravação a seco na região tipo p para formar um arranjo ordenado de furos formando uma estrutura periódica. A gravação a seco do material de nitreto-II tipo p, em particular, pode ser problemática, devido à gravação poder danificar o cristal, causando vacâncias de nitrogênio que

criam doadores tipo n. Na região tipo p 116 da fig. 1, a presença de doadores tipo n reduz a concentração de furos e, em casos de dano severo ao cristal, pode mudar o tipo de condutividade da região 116 para, tipicamente, n, de modo que a junção n-p seja arruinada e o dispositivo não possa operar. Além disso, a gravação através de poços de quantum na região ativa cria recombinação superficial, reduzindo potencialmente a eficiência do dispositivo.

De acordo com modos de realização da invenção, um dispositivo emissor de luz semiconductor inclui uma região com um cristal fotônico e outra região sem um cristal fotônico. A região com um cristal fotônico não é eletricamente ativa no dispositivo. Isto é obtido, por exemplo, pela implantação da região de cristal fotônico com uma espécie não-condutora, conforme mostrado nas figs. 4-8, por não contata a região de cristal fotônico, ou por oxidar lateralmente uma camada dentro da estrutura semicondutora, conforme mostrado nas figs. 21-23, de modo que a corrente flua e, por conseguinte, seja gerada apenas na região sem o cristal fotônico. Tal arranjo pode evitar qualquer perda de eficiência causada por dano à estrutura semicondutora provocado pela gravação do cristal fotônico.

A fig. 2 é uma vista de seção transversal de uma parte de um dispositivo emissor de luz semiconductor incluindo um cristal fotônico, de acordo com modos de realização da invenção. O dispositivo da fig. 2 inclui uma estrutura epitaxial incluindo região emissora de luz 28 disposta entre uma região tipo n incluindo regiões 27, 29 e 30, e uma região tipo p 24.

O material semiconductor que forma regiões tipo n 27, 29 e 30 pode incluir múltiplas camadas de diferentes composições e concentrações de dopante incluindo, por exemplo, camadas de preparação, como camadas de amortecimento, ou camadas de nucleação que podem ser de tipo n ou não intencionalmente dopadas, camadas de liberação destinadas a facilitar a liberação do substrato de crescimento ou afinamento da estrutura

semicondutora após remoção do substrato, e camadas de dispositivo tipo n destinadas a propriedades óticas e elétricas particulares desejáveis para a região emissora de luz emitir eficientemente luz. Como a região tipo n, o material semicondutor que forma a região tipo p 24 pode incluir também

5 múltiplas camadas de diferentes composições, espessuras e concentrações de dopante.

A região emissora de luz 28 pode incluir, por exemplo, uma ou mais camadas emissoras de luz espessa ou fina. Exemplos de regiões emissoras de luz adequadas incluem uma única camada emissora de luz com

10 uma espessura maior do que, por exemplo, 50 angstroms, e uma região emissora de luz de poço de quantum múltipla incluindo múltiplas camadas emissoras de luz finas de poço de quantum, cada uma com espessura entre, por exemplo, 20 e 30 angstroms, separadas por camadas barreira.

Um contato n 25 é eletricamente conectado à região tipo n 29

15 3 um contato p é eletricamente conectado à região tipo p 24. O contato p 20 pode ser refletor (por exemplo, maior do que refletividade de 75%) para minimizar perda de luz e luz direta fora do lado de topo do dispositivo. Uma porção 22 do material crescido epitaxialmente adjacente à região tipo p 24 é feita não-condutora. Regiões de cristal fotônico, que são, tipicamente,

20 arranjos ordenador periódicos de furos 26 no material epitaxial, são formadas na área de região não-condutora 22. Corrente flui do contato n 25 para a região tipo n 29, espalhando-se depois através da região tipo n 30 na vizinhança dos furos 26 para a região tipo n 24. Corrente flui do contato p 20 apenas na região tipo p, uma vez que a região 22 é não-condutora ou muito

25 fracamente condutora. Consequentemente, elétrons e furos podem se recombinar somente na porção ou porções da região emissora de luz 28, referidas como emissoras, localizadas entre a região tipo n 27 e a região tipo p 24. As regiões de cristal fotônico permitem luz que, de outro modo, seria totalmente internamente refletida escapar, aumentando, desse modo,

potencialmente a extração de luz emitida nas emissoras. Alternativamente, a região de cristal fotônico reflete luz propagada lateralmente dentro da estrutura semicondutora. A luz é confinada nas emissoras, onde ela pode ser extraída eficientemente. A luz pode ser extraída das emissoras, da região de cristal fotônico ou de ambas.

A fig. 3 é uma vista plana de uma porção do dispositivo ilustrado em seção transversal na fig. 2. Luz é emitida apenas nas emissoras subjacentes às regiões tipo n 27 (mostradas na fig. 2). Em áreas com furos 26 formando um cristal fotônico, o material não-condutor impede que corrente seja injetada na região emissora de luz e, desse modo, nenhuma luz é emitida destas áreas. A luz pode ser extraída das regiões com furos 26 que formam um cristal fotônico, bem como, das emissoras, nas quais os furos são formados. A treliça mostrada na fig. 3 é uma treliça triangular. Quatro furos são omitidos da treliça triangular para formar cada emissora. O tamanho, forma e espaçamento das emissoras podem diferir do que está mostrado na fig. 3 e podem ser arbitrários. Em outros modos de realização, mais ou menos furos, como um ou sete furos, podem ser omitidos em cada emissora. Embora as emissoras possam ter qualquer forma arbitrária, elas são geralmente compactas, por exemplo, grosseiramente circula ou quadrada, com um diâmetro ou diagonal entre $0,15\mu$ e $3\mu\text{m}$, mais preferidamente entre $0,3\mu\text{m}$ e $0,9\mu\text{m}$, e mais preferidamente entre $0,35\mu\text{m}$ e $0,7\mu\text{m}$. Alternativamente, as emissoras podem ser longas e estreitas em vez de compactas. As emissoras são, geralmente, espaçadas entre $0,3\mu\text{m}$ e $10\mu\text{m}$ uma da outra, mais preferidamente entre $0,6\mu\text{m}$ e $3\mu\text{m}$, e mais preferidamente entre $0,7\mu\text{m}$ e $2,5\mu\text{m}$. A distância ente emissoras pode variar, de modo que as emissoras não sejam regularmente espaçadas. Outras estruturas que não a treliça triangular podem se usadas, como descrito abaixo. Furos são periodicamente omitidos destas treliças para formar emissoras, como ilustrado na fig. 3 para uma treliça triangular.

A estrutura de cristal fotônico nas regiões entre as emissoras é, tipicamente, uma variação periódica da espessura da estrutura epitaxial, com máxima e mínima alternadas. Um exemplo é uma grade (treliça unidimensional) ou treliça plana de furos 26 (treliça bidimensional). A treliça é caracterizada pelo tipicamente, de treliça, o diâmetro dos furos d , a constante de treliça a , que mede a distância entre os centros de furos vizinhos mais próximos, a profundidade dos furos w , e a constante dielétrica do dielétrico disposto nos furos (freqüentemente, ar), ϵ_h .

Parâmetros a , d , w , ϵ_h , o tamanho e forma das emissoras, e a distância entre as emissoras influenciam, desse modo, o padrão de radiação emitido pelo dispositivo, e podem ser selecionados para realçar a eficiência de extração do dispositivo. Al quando o cristal fotônico e parâmetros de emissora adequados são escolhidos, o padrão de radiação da luz emitida pode ser estreitado, aumentando a radiância do LED. Isto é útil em aplicações nas quais a luz apenas em ângulos específicos é útil. Em um modo de realização, os parâmetros de cristal fotônico são escolhidos de modo que mais do que 50% de radiação saindo do dispositivo seja emitido em um cone de saída definido por um ângulo de 45 graus em relação a um eixo normal à superfície do dispositivo.

Os furos 26 podem ser arranjos para formar tipos de treliças triangular, quadrada, hexagonal, em colméia ou outros tipos bidimensionais, incluindo quase-cristais, como ilustrado nas figs. 19 e 20. Um quase-cristal é um padrão de furos localizados sobre os vértices de um padrão repetitivo de quadrados 131 e triângulos 132. Tal padrão repetitivo é, freqüentemente referido como treliça de Arquimedes ou superposição infinita de planos. A constante de treliça a de um quase-cristal é o comprimento de um lado de um triângulo ou quadrado no padrão repetitivo. Em alguns modos de realização, diferentes tipos dessas estruturas são formados em diferentes regiões do dispositivo. Furos 26 podem ter seção transversal circular, quadrada,

hexagonal ou outras. Em alguns modos de realização, o espaçamento dessa estrutura fica entre cerca de $0,1\lambda$ e cerca de 10λ , de preferência, entre cerca de $0,1\lambda$ e cerca de 4λ , onde λ é o comprimento de onda no dispositivo de luz emitida pela região ativa. Em alguns modos de realização, furos 26 podem ter um diâmetro d entre cerca de $0,1a$ e cerca de $0,5a$, onde a é a constante de treliça. Em alguns modos de realização, a relação entre raio de furo e constante de treliça a pode variar de $0,2$ e $0,45$. Os furos 26 podem ser carregados com ar ou com um dielétrico opcional de constante dielétrica ϵ_h , freqüentemente entre cerca de 1 e cerca de 16 . Dielétricos possíveis incluem

10 óxidos de silício.

A emissoras são circundadas por regiões de cristal fotônico na direção lateral (direção x - y) e por um contato p refletor 20 e ar na direção z , criando uma microcavidade com ressonâncias em todas as direções. A microcavidade pode oferecer controle superior da luz. Quando a estrutura

15 semicondutora é afinada, o volume de modo ótico é reduzido na direção z . O volume de modo na direção lateral é controlado pelo tamanho da emissora e o cristal fotônico que a cerca. Menos modos guiados por onda podem ser aprisionados na cavidade quando o volume de modo é reduzido, aumentando a probabilidade de que a luz saia do dispositivo. As regiões de cristal fotônico

20 ajudam na extração destes modos ou confinam a luz inteiramente no interior da emissora, onde ela pode ser extraída do dispositivo. A escolha apropriada de parâmetros de cristal fotônico e de emissora pode maximizar a extração do dispositivo.

Modelagem de domínio de tempo de diferença finita (FDTD)

25 de alguns dos dispositivos aqui descritos prevê maior radiância e maior eficiência de extração em um dispositivo com regiões de cristal fotônico separadas por regiões sem um cristal fotônico, do que no mesmo dispositivo com um cristal fotônico contínuo, ininterrupto.

Modelagem FDTD também prevê qual separação das regiões

geradoras de luz do dispositivo em relação ao cristal fotônico reduz a sensibilidade da eficiência de extração e radiância para a distância entre a região emissora de luz e o contato refletor, que pode ser difícil de controlar. Em particular, nos dispositivos em que a estrutura de cristal fotônico é gravada iniciando em uma região tipo p, como os dispositivos ilustrados nas figs. 2 e 9, há muito pouca sensibilidade à colocação da região emissora de luz. A fig. 16 é um gráfico de eficiência de extração em função da distância entre o contato p refletor 20 e a região emissora de luz 28 para o dispositivo ilustrado na fig. 2. Como ilustrado na fig. 16, a eficiência de extração não se altera significativamente quando a distância entre o contato p 20 e a região emissora de luz 28 é alterada.

Em adição, a modelagem FDTD prevê que para um dado projeto de dispositivo, a eficiência de extração melhora quando a espessura total da parte mais espessa da estrutura epitaxial diminui. A fig. 1 é um gráfico de eficiência de extração em função da constante de treliça de cristal fotônico para dispositivos com a estrutura ilustrada na fig. 2, com diferente espessura de estrutura epitaxial. Os losangos representam um dispositivo com uma espessura de estrutura epitaxial de cerca de 240nm, os quadrados representam um dispositivo com uma espessura de estrutura epitaxial de cerca de 288nm, os triângulos representam um dispositivo com uma espessura de estrutura epitaxial de cerca de 336nm, os x representam um dispositivo com uma espessura de estrutura epitaxial de cerca de 384nm, os asteriscos representam um dispositivo com uma espessura de estrutura epitaxial de cerca de 432nm, e os círculos representam um dispositivo com uma espessura de estrutura epitaxial de cerca de 480nm. Como ilustrado na fig. 17, em geral, a despeito da constante de treliça, a eficiência de extração aumenta quando a espessura de estrutura epitaxial diminui. Consequentemente, em alguns modos de realização, a estrutura epitaxial é limitada a não mais do que 500nm de espessura, mais preferidamente a não mais do que 400nm de espessura, e

mais preferidamente a não mais do que 300nm de espessura. Quando a espessura da estrutura epitaxial diminui, a distância de corrente pode se espalhar, particularmente na região tipo n, onde a área de contato pode ser limitada, é reduzida. Consequentemente, dispositivos com estruturas epitaxiais mais finas podem exigir menor espaçamento dos metais de contato de tipo n do que dispositivos com estruturas epitaxiais mais espessas.

Além disso, modelagem FDTD prevê a constante de treliça de cristal fotônico ótima. A fig. 18 é um gráfico de eficiência de extração em função da constante de treliça para um dispositivo com a estrutura ilustrada na fig. 2. Como ilustrado na fig. 18, quando a constante de treliça de cristal fotônico aumenta acima de 200nm, a eficiência de extração aumenta para um pico em uma constante de treliça entre 300 e 400nm. Consequentemente, em alguns modos de realização, a constante de treliça de cristal fotônico fica ente 200 e 500nm, mais preferidamente entre 300 e 400nm. Nos dados mostrados na fig. 18, as emissoras no dispositivo nas quais o tamanho de sete furos de cristais fotônicos. Em geral, emissoras maiores são mais sensíveis à constante de treliça do que emissoras menores.

As figs. 4-8 ilustram um método de formar o dispositivo ilustrado nas figs. 2 e 3. No dispositivo parcial ilustrado na fig. 4, uma região tipo n 34 cresceu convencionalmente sobre um substrato de crescimento adequado 32. Uma região emissora de luz 28 crescida sobre a região tipo n 34, seguida por uma região tipo p 24. Uma máscara 36, que pode ser, por exemplo, SiO_2 , é depositada sobre a região tipo p 24, depois padronizada para formar aberturas 38, por exemplo, usando uma técnica de litografia de alta resolução, como litografia por feixe de elétrons, litografia por nano-impressão, litografia por UV extremo, litografia por raios-X profundo, litografia interferométrica, gravação a quente, ou impressão por microcontato. O material semiconductor tipo p sob aberturas da máscara 38 é implantado, por exemplo, com hidrogênio, para formar regiões não-condutoras 22. O implante

não penetra na máscara 36 nas áreas destinadas a serem ininterruptas pelo cristal fotônico. O implante tem que se deslocar pela profundidade da região tipo p 24, bem como, a distância lateral entre os furos do cristal fotônico (uma distância de, aproximadamente, $(a-d)/2$). AS condições de implante para a
5 etapa de implante isotrópico são selecionadas de modo que o implante se desloque pela mais longa das duas distâncias. O implante pode se deslocar mais profundamente do que a profundidade de regiões não-condutoras 22 mostradas na fig. 4.

Na fig. 5, a estrutura epitaxial é gravada par formar o arranjo
10 ordenado de furos 26 que formam o cristal fotônico, por exemplo, usando uma técnica de gravação a seco convencional como de íon reativo, plasma indutivamente acoplado, feixe iônico focalizado, gravação por ejeção de faíscas, ressonância de ciclotron eletrônico, ou gravação por feixe iônico assistido quimicamente. Dano causado pela gravação a seco pode ser
15 mitigado por uma subsequente gravação química úmida curta, galvanização, combinação das mesmas, ou outras técnicas de passivação superficial. Os furos 26 são formados apenas onde a camada semicondutora de tipo p tenha sido implantada para formar material não-condutor 22. A máscara 36 da fig. 4, é, então, removida por um processo adequado à máscara. Como uma
20 alternativa ao processo descrito acima, os furos 26 podem se gravados primeiro, depois a estrutura pode ser implantada. Técnicas além de gravação podem ser usadas para formar furos 26, como sobrecrecimento lateral epitaxial.

Na fig. 6, o contato p 20 é formado sobre a superfície do
25 dispositivo. O contato p 20 é, geralmente, um material refletor como prata, formado em uma lâmina contínua, conforme mostrado na fig. 6. O contato p 20 pode ser depositado por evaporação inclinada, para evitar deposição de metal nos furos 26. Um óxido condutor opcional 41 para espalhar corrente e reforçar a refletividade do contato p 20, que pode ser, por exemplo, óxido de

índio-zinco, ZnO:Ga, ou InO:Ga, pode ser formado entre a superfície de topo da estrutura epitaxial e o contato p 20, por exemplo, por evaporação.

Na fig. 7, o dispositivo é revirado em relação à orientação mostrada nas figs. 4, 5 e 6 e conectado a um substrato hospedeiro 44, por exemplo, por uma ou mais camadas de colagem metálicas ou não-metálicas 45. O substrato de crescimento 32 é removido por uma técnica apropriada ao material de substrato, por exemplo, fusão a laser para um substrato de safira ou gravação para um SiC ou substrato compósito. A remoção do substrato de crescimento 32 expõe uma superfície da estrutura epitaxial, freqüentemente uma região tipo n.

Na fig. 8, a estrutura epitaxial do dispositivo pode ser opcionalmente afinada, por exemplo, por fotoeletroquímica ou gravação a seco, depois o contato n25 sendo formado sobre a superfície de topo exposta da região tipo n. O cristal fotônico pode ou não penetrar a superfície de topo do dispositivo. O contato n 25 pode ser opaco, translúcido, ou refletor e, assim, a extensão lateral do contato n 25 é limitada para minimizar absorção de luz. O contato n 25 é, geralmente, disposto em uma região sem um cristal fotônico, conforme mostrado na fig. na fig. 8, e em uma região sobreposta a uma região não-condutora 22 e, assim a luz não é gerada na porção da região emissora de luz diretamente sob o contato n 25, uma vez que a luz gerada diretamente sob o contato n deverá, provavelmente, ser perdida por absorção pelo contato. A fig. 15A e 15B são vistas planas de dois contatos n possíveis 25. No dispositivo da fig. 15A, o contato n 25 é constituído por várias linhas metálicas pouco espaçadas 150. As linhas 150 são eletricamente conectadas a uma ou mais almofadas de ligação 152, que podem ser almofadas metálicas suficientemente grandes para conectar eletricamente o dispositivo a outra estrutura, como por ligação com fio. No dispositivo da fig. 15B, o contato n 25 é formado por várias linhas metálicas pouco espaçadas 154 formadas em uma grade. Se as linhas metálicas 152 e 154 formando contato n 25 nos

dispositivos das figs. 15A e 15B forem opacas, estas linhas metálicas são, de preferência, formadas sobre regiões de cristal fotônico do dispositivo, onde nenhuma luz é gerada, em vez de sobre as emissoras, onde a luz emitida pode ser absorvida e perdida para as linhas metálicas opacas. Alternativamente, linhas metálicas 152 e 154 podem ser transparentes, ou, se a superfície de topo da estrutura semicondutora for planar, o contato n 25 pode ser um contato transparente que cubra toda ou, aproximadamente, toda, a superfície de topo, para prover espalhamento de corrente. Tipicamente, os contatos são formados de modo que as emissoras no arranjo ordenado sejam ativadas quando o dispositivo for pressionado para frente; ou seja, emissoras individuais no arranjo ordenado de emissoras não podem ser tratadas independentemente.

A fig. 9 ilustra um modo de realização alternativo da invenção, no qual a estrutura epitaxial é montada como um flip chip. O dispositivo ilustrado na fig. 9 é similar ao ilustrado na fig. 2, pelo fato do cristal fotônico se formado por gravação iniciada na superfície de uma região não-condutora adjacente à região tipo p. Em vez de um contato p em lâmina contínua 20 e um contato n formado sobre lados opostos da estrutura epitaxial, conforme mostrado na fig. 2, no dispositivo da fig. 9 uma porção de região emissora de luz 28 e região tipo p ou região não-condutora é removida para formar uma via 60 na qual o contato n 52 é formado, eletricamente conectada à região tipo n 29. O contato p 50 e a camada condutora opcional 51 são interrompidos para acomodar o contato n 52. O contato n 52 e o contato p 50 podem ser eletricamente isolados um do outro por camadas dielétricas 53 e 55, que podem ser ar ou um material sólido isolante.

A estrutura epitaxial ilustrada na fig. 9 é mostrada montada em um suporte 62. O suporte 62 pode incluir um material condutor eletricamente isolado e termalmente condutor 63, como uma cerâmica ou semicondutor. O contato p 50 é física e eletricamente conectado ao suporte 62 pelo

interconexão n 58. Interconexões p e n 57 e 58 podem ser, por exemplo, solda ou ouro. Uma ou mais vias condutoras 66 conectam eletricamente a interconexão p 57 a uma almofada de ligação p 64 na base do suporte 62. Uma ou mais vias condutoras 67 conectam eletricamente a interconexão n 58 a uma almofada de ligação n 65 na base do suporte 62.

O dispositivo ilustrado na fig. 9 pode ser formado como a seguir. Após a estrutura de cristal fotônico ser gravada como ilustrado na fig. 5, uma porção de região não-condutora 22 ou região tipo p 24, a região emissora de luz 28, e a região tipo n 27, 29, ou 30 é removida para formar a via 60 ilustrada na fig. 6. A camada condutora opcional 50 e o contato p 51 são formados sobre as porções restantes da região não-condutora 22 e região tipo p 24. O contato n 52 é formado na via 60. Camadas dielétricas e metálicas adicionais podem se formadas como ilustrado na fig. 9. A é, depois, montada sobre o suporte 62 pelo acoplamento do contato p 50 à interconexão p 57 e o contato n 52 à interconexão n 58. O substrato de crescimento 32, mostrado na fig. 5, é depois removido como descrito acima. Antes de remover o substrato de crescimento, sobre um dispositivo montado em flip chip, um material pode ser introduzido entre a estrutura epitaxial e o suporte, para suportar a estrutura epitaxial e impedir rompimento durante a remoção do substrato de crescimento. Após o substrato de crescimento ser removido, a estrutura epitaxial pode ser opcionalmente afinada, e a superfície exposta da região tipo n pode ser opcionalmente texturada para realçar a extração de luz.

As figs. 21-23 ilustram um método de formar um dispositivo no qual a corrente é bloqueada das regiões de cristal fotônico pela oxidação lateral de uma camada semicondutora dentro da estrutura epitaxial. Na porção do dispositivo ilustrada na fig. 21, uma estrutura epitaxial incluindo uma região tipo n 160, uma camada semicondutora adequada para oxidação lateral 161, que pode ser, por exemplo, AlInN, e uma re 28 entremeada à região tipo n 163 e à região tipo p 165 é crescida sobre um substrato de crescimento 32.

Um metal de contato p 20 é formado sobre a estrutura epitaxial, seguida por uma máscara 167. A estrutura é, então, padronizada para formar furos 26 nas regiões de cristal fotônico, e emisoras 168 sem um cristal fotônico.

Na fig. 22, porções de camada 161 são oxidadas, resultando em porções condutoras 161 cercadas por porções de óxido não-condutor 164. As porções de óxido AlInN 164 podem ser formadas como a seguir: a amostra é colocada em uma solução de ácido nitriloacético/hidróxido de potássio/água com um pH de 8,5. Um fio de platina é também colocado na solução e uma solicitação é estabelecido entre a amostra e o fio, ocasionando a oxidação da camada de AlIn. Porções de óxido 164 bloqueiam injeção de corrente nas regiões do dispositivo com furos de cristal fotônico 26.

Na fig. 23, a máscara 167 é removida e, depois um metal de contato 170 é formado sobre o contato p 20. Uma ou mais camadas de ligação opcionais 172 podem ser formadas sobre o metal de contato 170, depois a estrutura é ligada a um substrato hospedeiro 176. O substrato 32 pode, então, ser removido, a região tipo n 160 opcionalmente afinada e/ou texturada, e um contato n formado sobre a região tipo n, como ilustrado na fig. 2.

A fig. 10 ilustra um modo de realização de flip chip alternativo da invenção. Diferente dos dispositivos descritos acima, nos quais a estrutura de cristal fotônico é gravada começando na superfície da região tipo p, a estrutura de cristal fotônico do dispositivo da fig. 10 é formada por gravação começando na superfície da região tipo n. Arranjos ordenados de furos 76 que formam um cristal fotônico são formados em uma porção da região tipo n 74. Outra porção 77 da região tipo n 74 não é interrompida por um cristal fotônico. Estas porções ininterruptas da região tipo n 74 são dispostas sobre regiões tipo p 72. As regiões p 72 são circundadas por material não-condutor 71, de modo que a corrente seja injetada na região emissora de luz 73 apenas nas porções 77 da região tipo n 74 que não sejam interrompidas por um cristal fotônico. Regiões de material não-condutor 71 são subjacentes aos arranjos

ordenados de furos 76 que forma o cristal fotônico. Uma região tipo p 70 é subjacente às regiões de material não-condutor 71 e regiões tipo p 72.

No dispositivo da fig. 10, um contato n 52 é formado em uma via e eletricamente conectado ao lado posterior da região tipo n 74. Um
5 contato p 50 é eletricamente conectado à região tipo p 70. Contatos p e n 50 e 52 podem ser eletricamente isolados um do outro por camadas dielétricas 53 e 55. As camadas semicondutoras são montadas sobre um suporte 62, que pode ser similar ao suporte descrito acima na referência à fig. 9. Como na fig. 9, uma interconexão p 57 conecta elétrica e fisicamente o contato p 5 ao suporte
10 62, e uma interconexão 57 conecta elétrica e fisicamente o contato n 52 ao suporte 62.

As figs. 11-13 ilustram um método de forma o dispositivo ilustrado na fig. 10. Primeiro, uma região tipo n convencional 74 é crescida sobre um substrato de crescimento adequado, seguido por uma região
15 emissora de luz convencional 73, e uma região tipo p convencional 70. Uma ou mais vias 80 são gravadas através da região tipo p 70 e a região emissora de luz 73 para expor porções de uma região tipo n 74. Os contatos n 52 são formados nas vias, eletricamente conectados à região tipo n 74. Os contatos p 50 são formados sobre as porções restantes da região tipo p 70. O dispositivo
20 é, então, revirado em relação à direção de crescimento e montado sobre um suporte 62, como descrito acima, expondo a superfície da região tipo n 74, e uma camada de máscara 82 é disposta sobre a região tipo p 74, resultando no dispositivo ilustrado na fig. 11.

A camada de máscara 82 é padronizada por um processo
25 responsável pelas possíveis diferenças na altura de matriz individual sobre um wafer, por exemplo, por um processo de estampagem flexível como impressão ondulada. As camadas semicondutoras são, então, gravadas para formar arranjos ordenados de furos 76 que formam um cristal fotônico, e áreas emissoras 77 da região tipo n 74 que não são interrompidos por furos

76, como ilustrado na fig. 12. Na fig. 13, porções 71 da região tipo p 70 são implantadas, por exemplo, com hidrogênio, para torná-las não-condutoras. PORÇÕES não-condutoras 71 são dispostas sob os arranjos ordenados de furos 76 que formam o cristal fotônico. As porções não-condutoras 71 circundam porções 72 que permanecem como tipo p. Corrente só é injetada na região emissora de luz 73 na vizinhança de porções do tipo p 72; desse modo, a luz é gerada apenas pelas emissoras. Após implantar regiões não-condutoras 71, a máscara 82 pode ser removida por uma técnica apropriada a material de mascaramento, resultando no dispositivo ilustrado na fig. 10.

Nos modos de realização descritos acima, uma estrutura como uma camada de conversão de comprimento de onda como um ou mais óticos fosforosos, ou secundários conhecidos na técnica, como dicróicos ou polarizadores, pode ser aplicada à superfície emissora. A região emissora de luz pode emitir luz azul. A camada conversora de comprimento de onda pode ser configurada para absorver pelo menos uma porção da luz azul e emitir uma ou mais cores de luz a um comprimento de onda mais longo, de modo que luz azul não convertida compósita e luz convertida em comprimento de onda apareçam branco ou monocromáticas, por exemplo, vermelho, azul ou verde.

Os dispositivos descritos acima podem ter diversas vantagens. Luz é gerada em partes da região emissora de luz que não são interrompidas pelo cristal fotônico. Desse modo, as emissoras, onde luz é gerada, são fisicamente separadas das regiões de cristal fotônico, onde a luz é extraída do dispositivo. Uma vez que as portadoras se recombinaem opostamente ao cristal fotônico, os furos que formam o cristal fotônico podem se estendidos através da região ativa de modo que a profundidade dos furos seja uma percentagem elevada da espessura total do dispositivo, o que pode melhorar as propriedades refletoras do cristal fotônico, resultando potencialmente em maior confinamento da luz nas emissoras ou maior eficiência de extração.

Esta separação pode oferecer os benefícios de maior eficiência de geração de luz nas partes da região emissora de luz que emitem luz, uma vez que estas partes da região emissora de luz não sejam danificadas por gravação do cristal fotônico. Em adição, a separação das regiões de geração de luz do dispositivo do cristal fotônico permite que contatos elétricos sejam formados sobre superfícies planas, o que é vastamente mais simples do que contatar uma superfície texturizada, como um cristal fotônico, e pode resultar em um contato mais confiável e robusto.

A fig. 14 é uma vista explodida de um dispositivo emissor de luz acondicionado, como descrito com mais detalhe na patente US 6.274.924. Uma porção de drenagem terma 200 é colocada em um arcabouço moldado de inserto. O arcabouço moldado em inserto é, por exemplo, um material de plástico injetado 205 moldado ao redor de uma armação metálica 206 que provê um trajeto elétrico. A porção 200 pode incluir um copo refletor opcional 202. A matriz de dispositivo emissor de luz 204, que pode ser qualquer dos dispositivos descritos nos modos de realização acima, é montada direta ou indiretamente, via um suporte termalmente condutor 203 à porção 200. Uma cobertura 208, que pode ser uma lente ótica, pode ser adicionada.

Tendo-se descrito a invenção em detalhe, alguém experiente na técnica apreciará que, a partir da presente descrição, modificações podem ser feitas à invenção sem se afastar do espírito do conceito inventivo aqui descrito. Por exemplo, embora os exemplos acima descrevam dispositivos de nitreto III, modos de realização da invenção podem se formados em dispositivos formados de outros sistemas de material. Por conseguinte, não há intenção do escopo da invenção ser limitado aos modos de realização específicos ilustrados e descritos.

REIVINDICAÇÕES

1. Dispositivo, caracterizado pelo fato de compreender: uma estrutura incluindo uma região emissora de luz disposta entre uma região tipo n e uma região tipo p; e um refletor disposto sobre pelo menos uma porção de uma superfície de fundo da estrutura, onde: uma pluralidade de furos na estrutura é formada em uma primeira região da estrutura correspondente a uma primeira porção da região emissora de luz; uma pluralidade de segundas regiões da estrutura, cada segunda região correspondendo a uma segunda porção da região emissora de luz, são livres de furos; cada uma das segundas regiões é circundada pela primeira região; e o dispositivo é configurado de modo que, quando forçado à frente, corrente é injetada nas segundas regiões e a primeira região sendo substancialmente livre de corrente.

2. Dispositivo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato da maior parte da luz extraída da estrutura ser emitida da primeira região.

3. Dispositivo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato da maior parte da luz extraída da estrutura ser emitida da pluralidade de segundas regiões.

4. Dispositivo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato da luz extraída da estrutura ser emitida de ambas a primeira região e a pluralidade de segundas regiões.

6. Dispositivo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato da maior parte da luz extraída da estrutura ser extraída através de uma superfície de topo da estrutura.

7. Dispositivo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato da pluralidade de furos formar um cristal fotônico compreendendo uma variação periódica no índice de refração.

8. Dispositivo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato da primeira região da estrutura compreender uma camada não-

condutora.

9. Dispositivo de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato da camada não-condutora compreender uma camada implantada ou uma camada de óxido.

5 10. Dispositivo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato da estrutura compreender uma estrutura semicondutora de nitreto-III.

11. Dispositivo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato dos furos se estenderem para a região emissora de luz.

10 12. Dispositivo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato dos furos se estenderem para a região tipo n.

13. Dispositivo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato dos furos se estenderem para a região tipo p.

15 14. Dispositivo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato dos furos se estenderem através de toda a espessura da estrutura.

15. Dispositivo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato das aberturas para os furos serem dispostas em uma superfície de topo da estrutura e os furos se estenderem em direção a uma superfície de fundo da estrutura.

20 16. Dispositivo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato das aberturas para os furos serem dispostas em uma superfície de fundo da estrutura e os furos se estenderem em direção a uma superfície de topo da estrutura.

25 17. Dispositivo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato do refletor compreender prata.

18. Dispositivo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato do refletor ser um primeiro contato eletricamente conectado à região tipo p, o dispositivo compreendendo adicionalmente um segundo contato eletricamente conectado à região tipo n próximo à superfície de topo da

estrutura.

19. Dispositivo de acordo com a reivindicação 18, caracterizado pelo fato de adicionalmente compreender um óxido condutor disposto entre um dos primeiro e segundo contatos e a estrutura.

5 20. Dispositivo de acordo com a reivindicação 19, caracterizado pelo fato do óxido condutor ser um dentre óxido de índio e estanho, InO:Ga, e Zn:Ga.

10 21. Dispositivo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato do refletor ser um primeiro contato eletricamente conectado à região tipo p, o dispositivo compreendendo adicionalmente um segundo contato eletricamente conectado à região tipo n, onde o segundo contato é disposto em uma via formada na superfície de fundo da estrutura.

15 22. Dispositivo de acordo com a reivindicação 21, caracterizado pelo fato da pluralidade de furos ser disposta próximo à superfície de fundo da estrutura.

23. Dispositivo de acordo com a reivindicação 21, caracterizado pelo fato da pluralidade de furos ser disposta próximo à superfície de topo da estrutura.

20 24. Dispositivo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de pelo menos uma das segundas regiões ter uma extensão lateral entre $0,15\mu\text{m}$ e $3\mu\text{m}$.

25 25. Dispositivo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de cada uma da pluralidade de segundas regiões ser espaçada entre $0,3\mu\text{m}$ e $10\mu\text{m}$ de sua segunda região vizinha mais próxima.

26. Dispositivo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de uma espessura máxima da estrutura ser menor do que 500nm .

27. Dispositivo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato da pluralidade de furos ser formada em uma treliça tendo uma constante de treliça entre 200nm e 500nm .

28. Dispositivo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato da pluralidade de furos ser formada em uma treliça, onde a treliça ser uma dentre triangular, quadrada, hexagonal, em colméia e quase-cristal.

29. Dispositivo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato da pluralidade de furos ser formada em uma treliça tendo uma constante de treliça; e

uma relação de um raio de pelo menos um furo com a constante de treliça variar entre 0,2 e 0,45.

30. Dispositivo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de adicionalmente compreender: fios eletricamente conectados às regiões tipo n e tipo p; e uma cobertura disposta sobre a estrutura.

31. Dispositivo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de adicionalmente compreender um material conversor de comprimento de onda disposto em um trajeto de luz extraída da estrutura.

32. Dispositivo de acordo com a reivindicação 31, caracterizado pelo fato de: quando forçada à frente, a região emissora de luz emitir luz de um primeiro comprimento de onda; o material conversor de comprimento de onda ser configurado para absorver pelo menos uma porção da luz de um primeiro comprimento de onda e emitir luz de pelo menos um segundo comprimento de onda; e luz compósita compreendendo luz do primeiro comprimento de onda e luz do segundo comprimento de onda aparecendo branca.

33. Dispositivo de acordo com a reivindicação 31, caracterizado pelo fato de: quando forçada à frente, a região emissora de luz emitir luz de um primeiro comprimento de onda; o material conversor de comprimento de onda ser configurado para absorver pelo menos uma porção da luz de um primeiro comprimento de onda e emitir luz de um segundo comprimento de onda; e após passar através do material conversor de comprimento de onda, a luz escapando do dispositivo aparecer na cor do

segundo comprimento de onda.

34. Dispositivo de acordo com a reivindicação 33, caracterizado pelo fato do segundo comprimento de onda ser vermelho, verde ou azul.

5 35. Dispositivo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de adicionalmente compreender um primeiro contato eletricamente conectado à região tipo n e um segundo contato eletricamente conectado à região tipo p, onde os primeiro e segundo contatos são configurados de modo que, quando forçada à frente, corrente é injetada em cada uma das segundas
10 regiões.

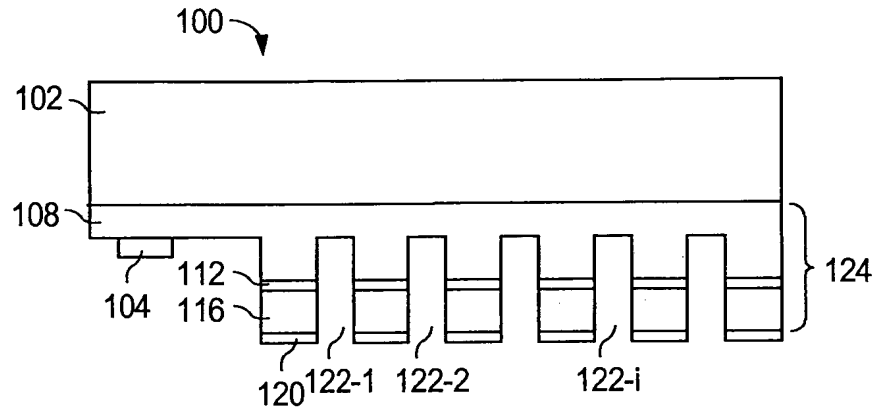


FIG. 1

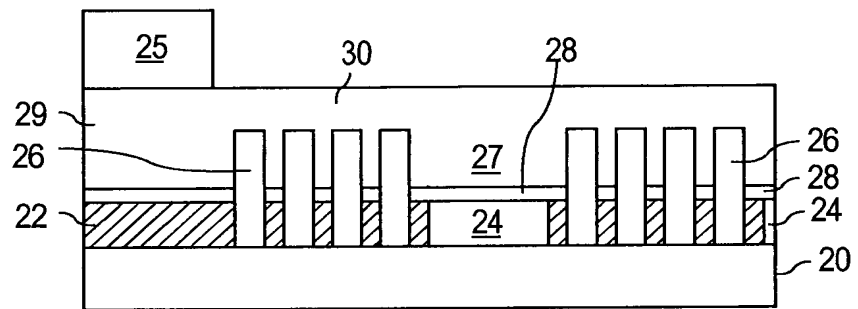


FIG. 2

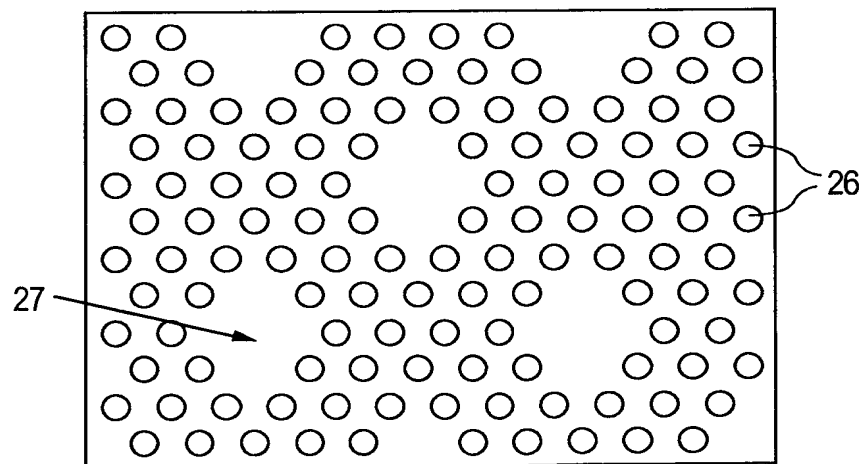


FIG. 3

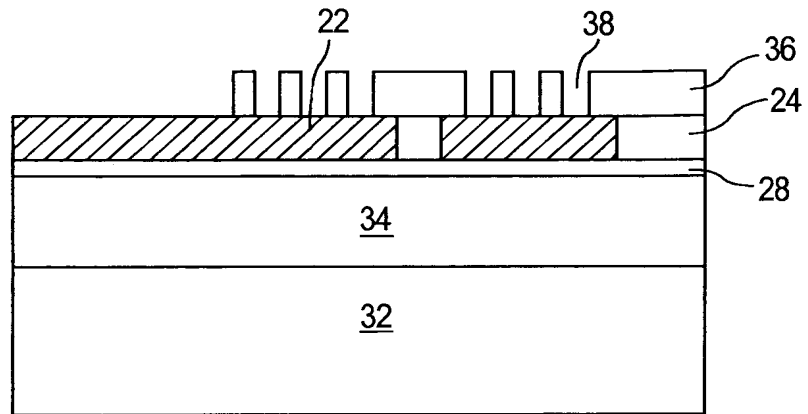


FIG. 4

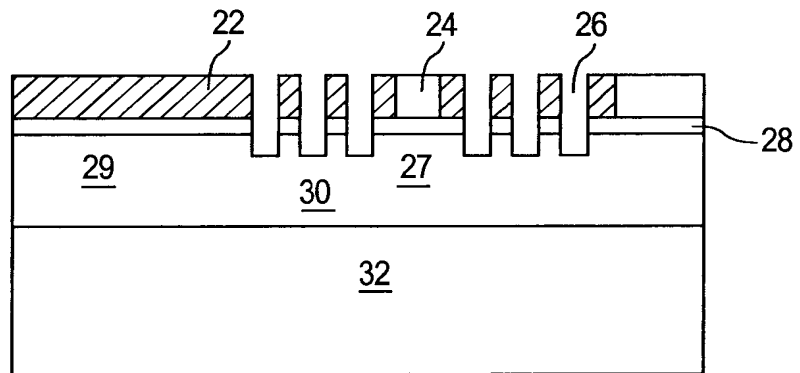


FIG. 5

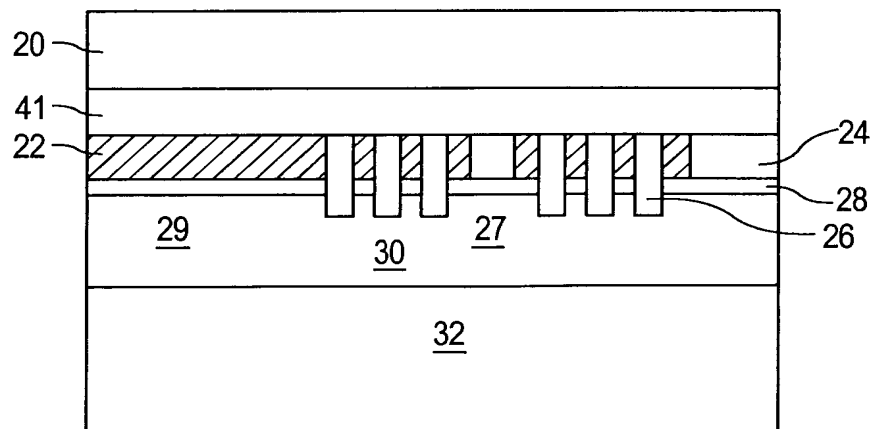


FIG. 6

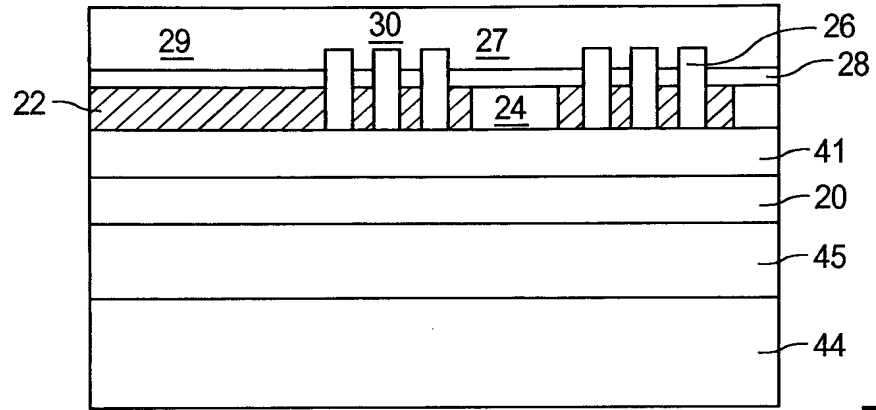


FIG. 7

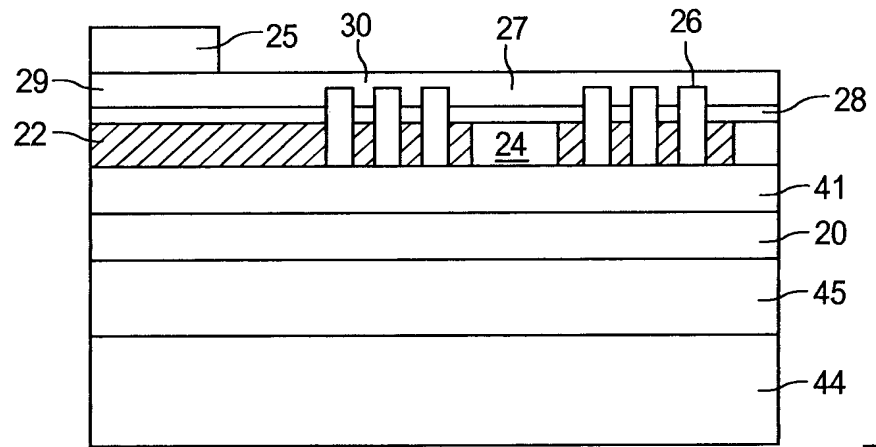


FIG. 8

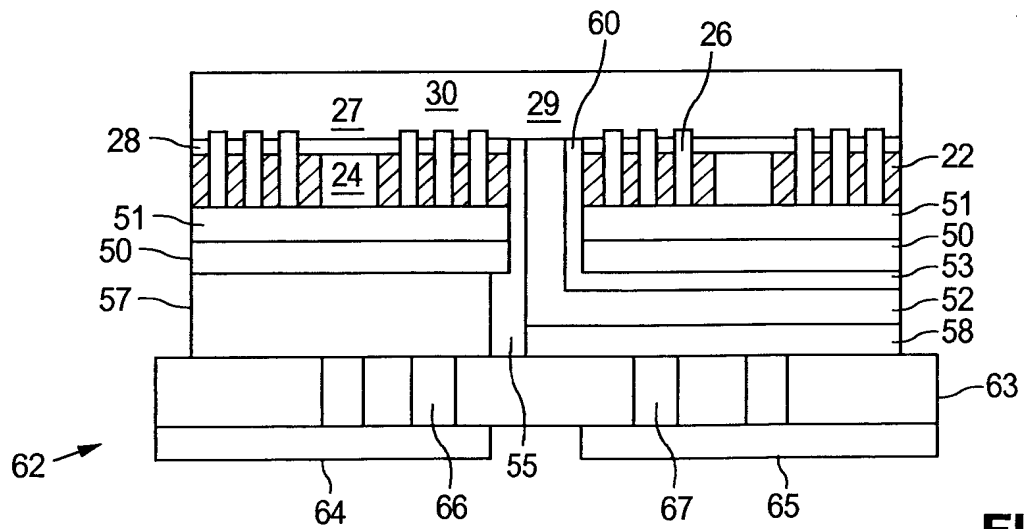


FIG. 9

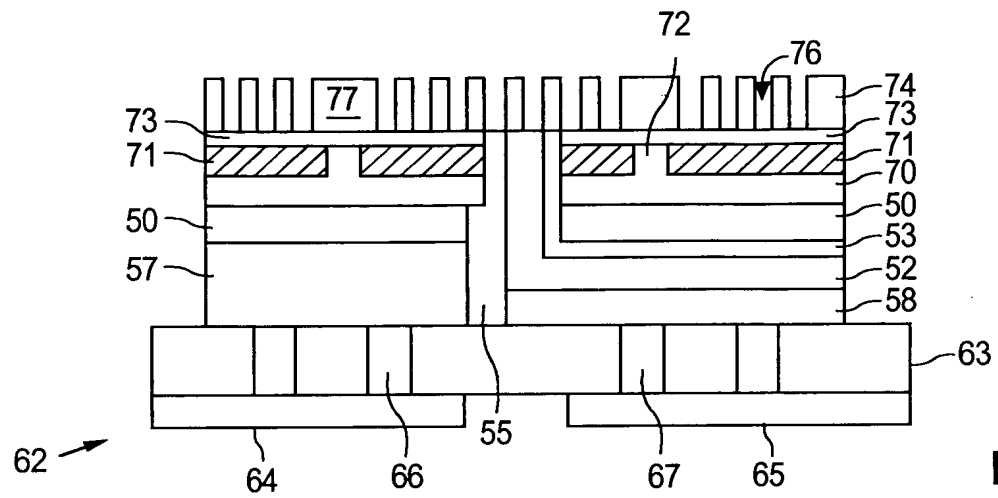


FIG. 10

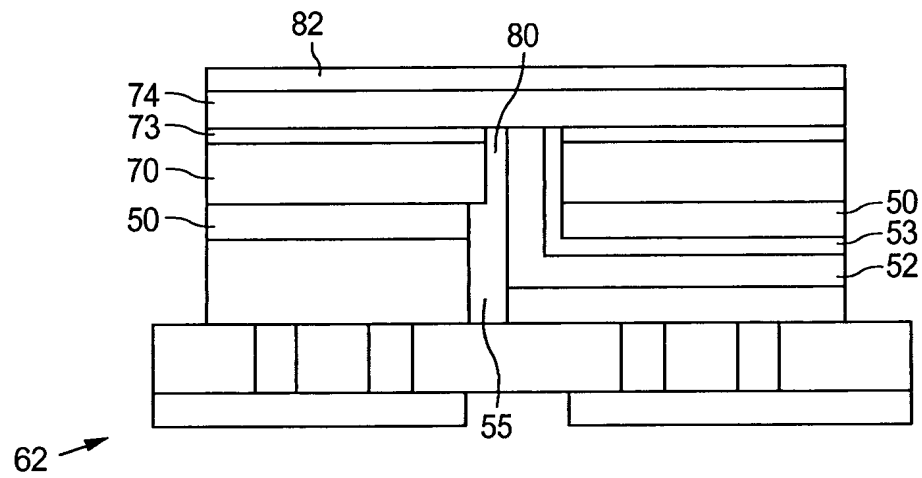


FIG. 11

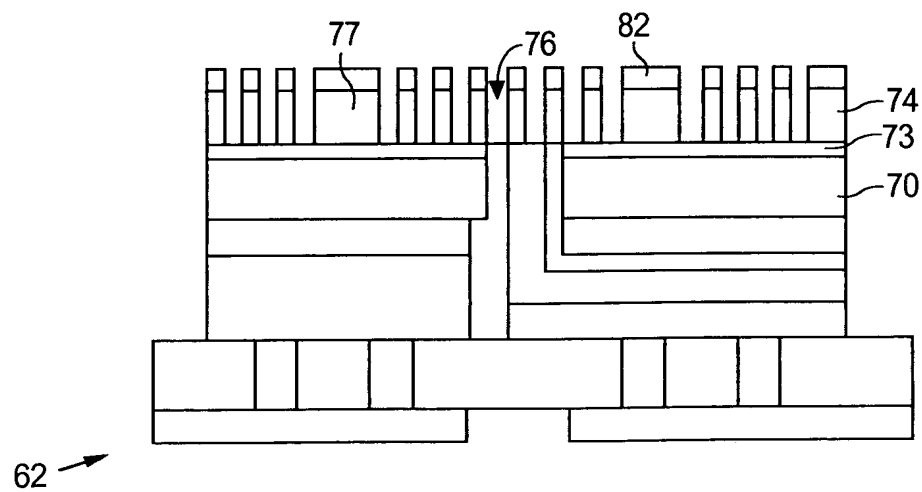


FIG. 12

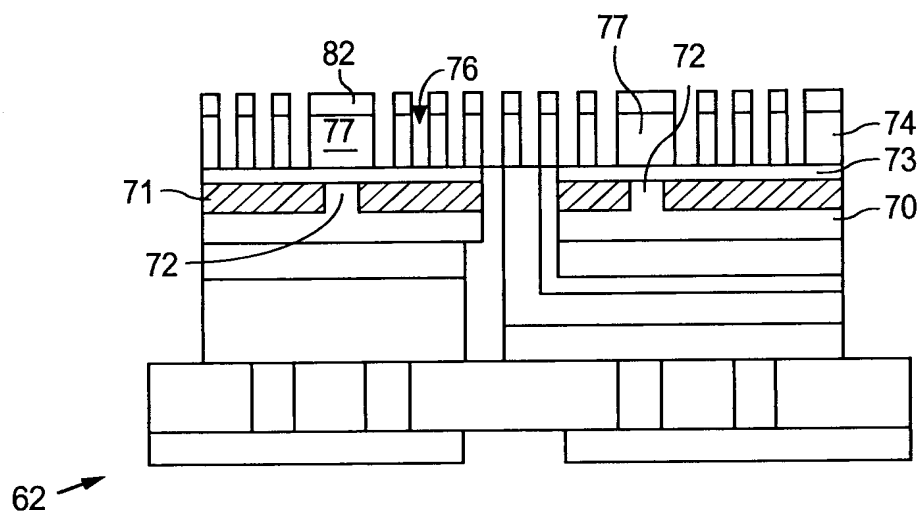


FIG. 13

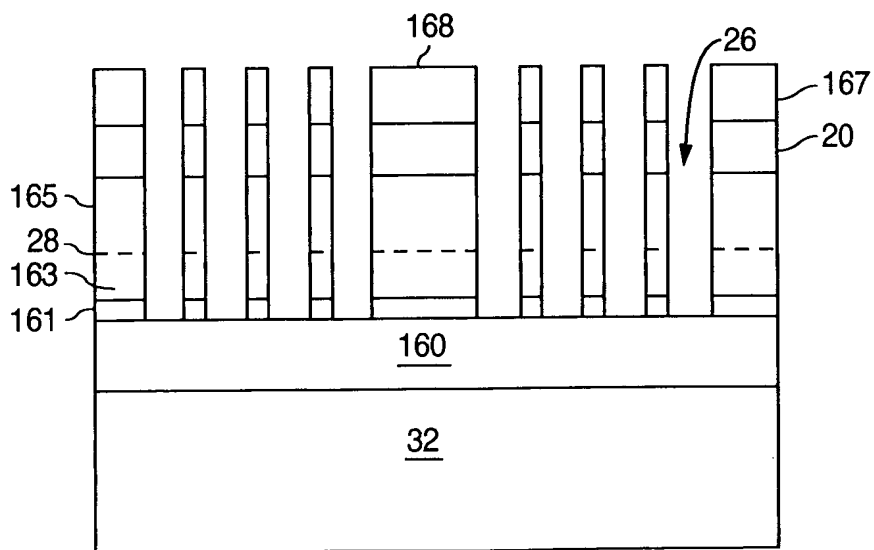
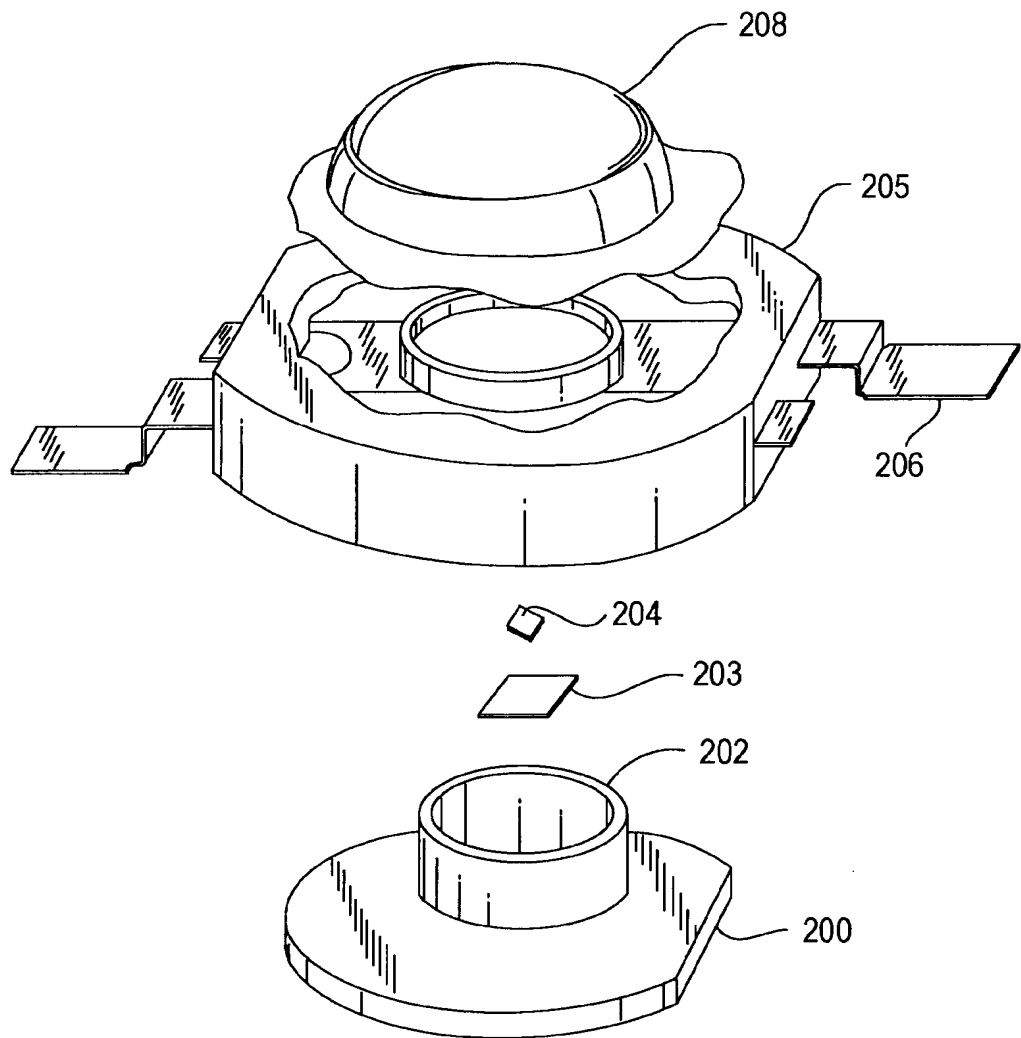


FIG. 21

**FIG. 14**

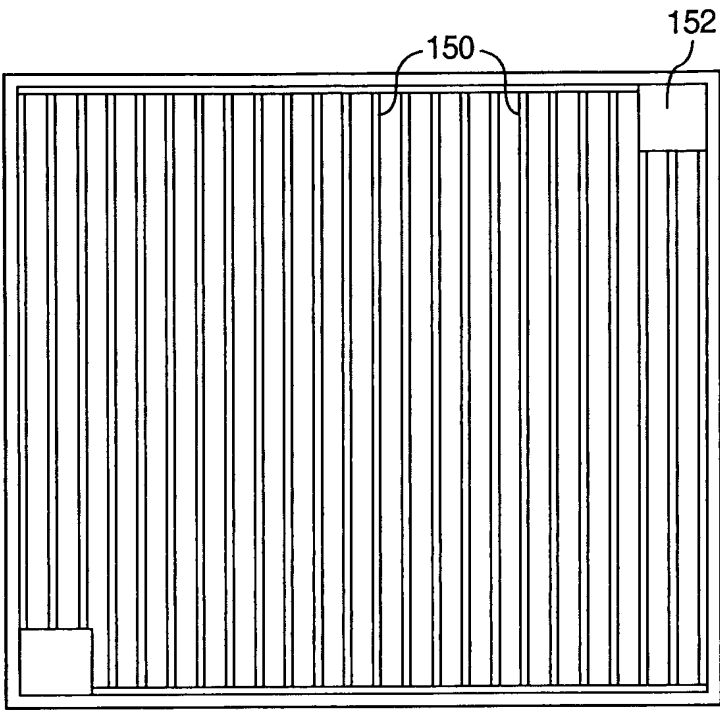


FIG. 15A

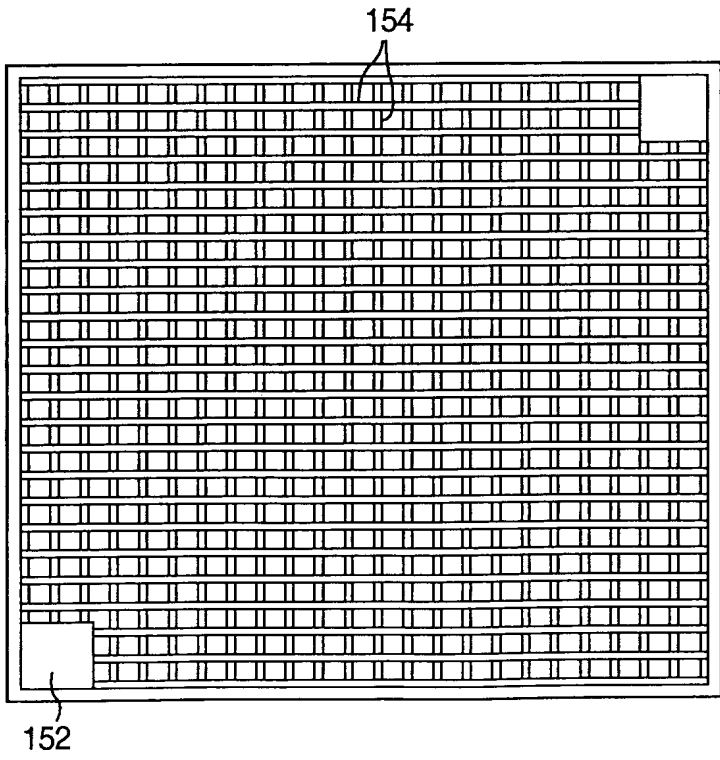


FIG. 15B

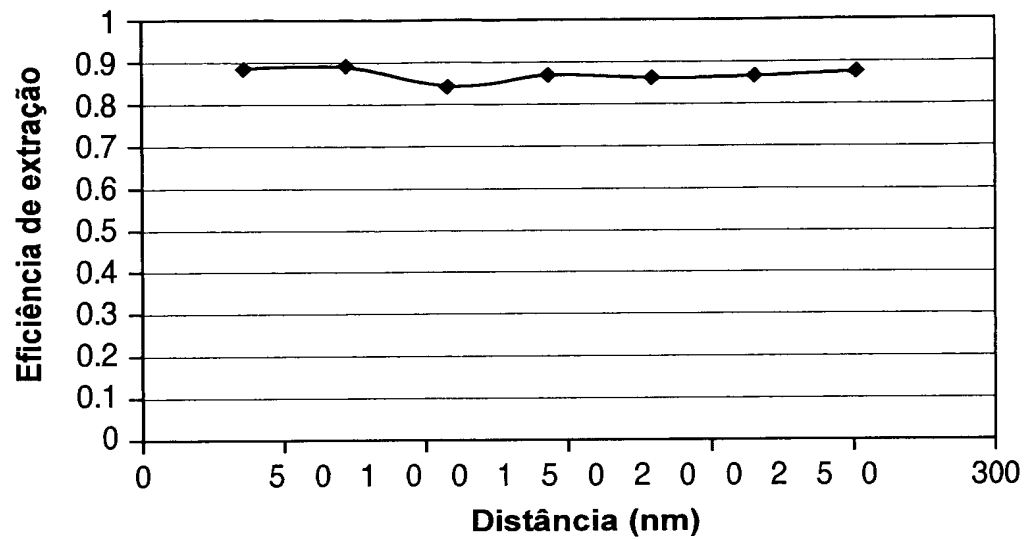


FIG. 16

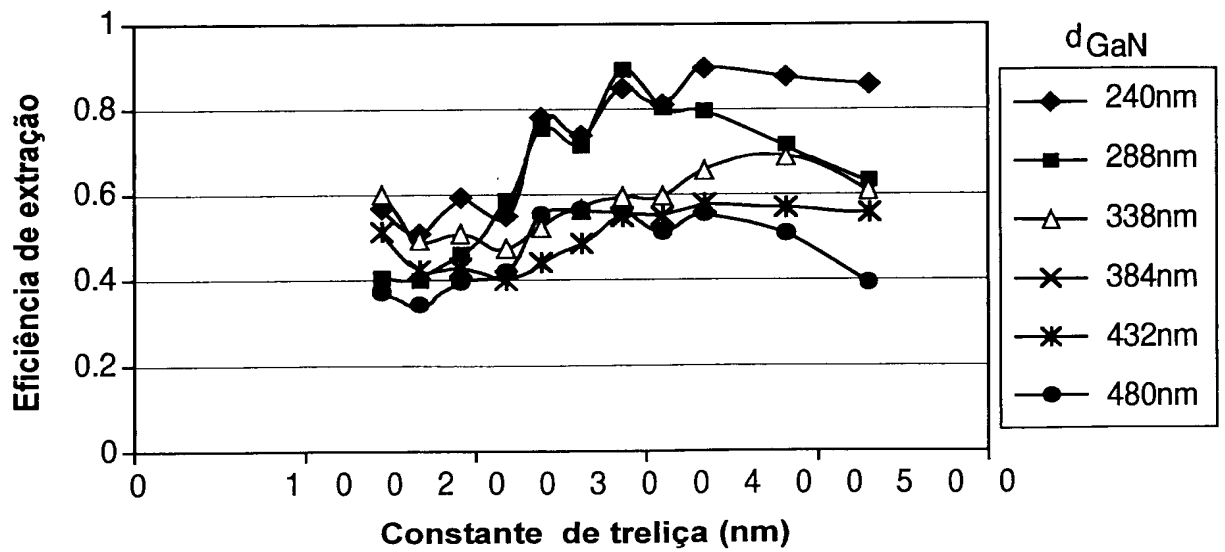


FIG. 17

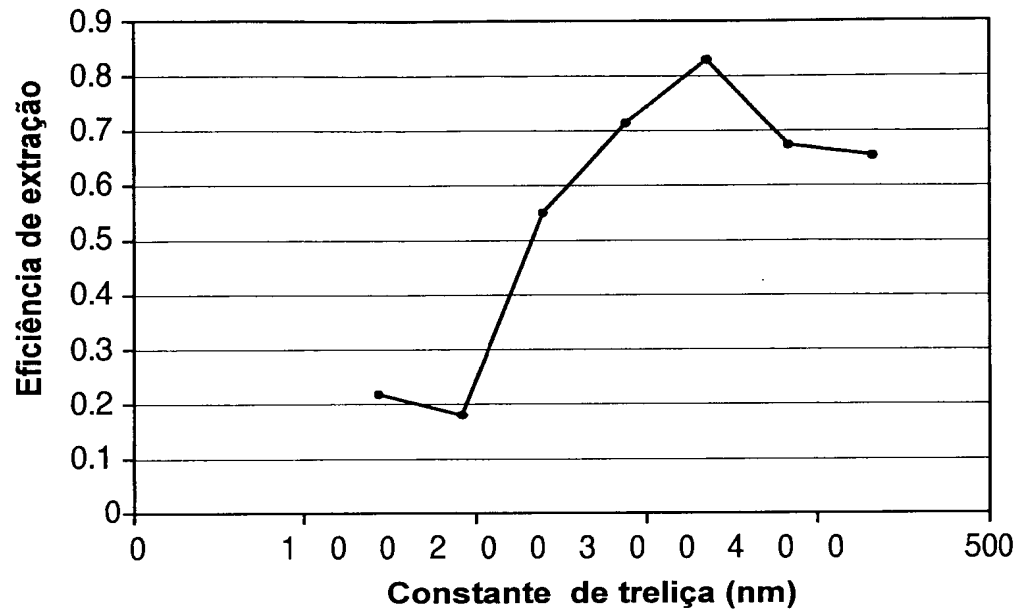


FIG. 18

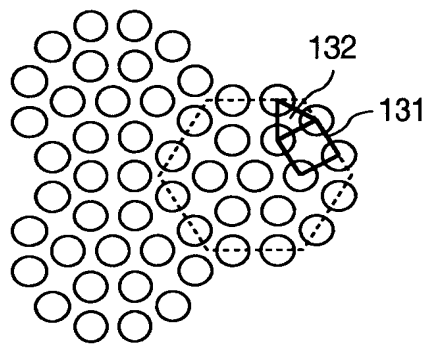


FIG. 19

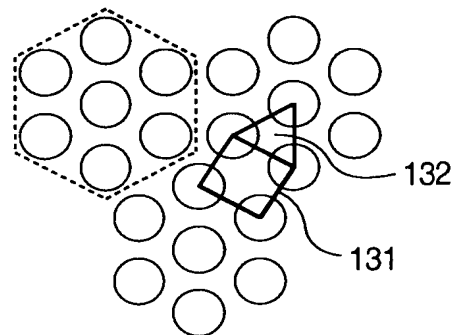


FIG. 20

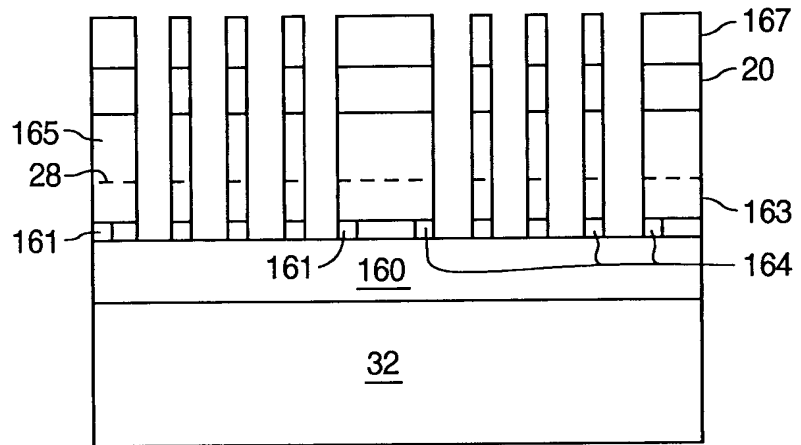


FIG. 22

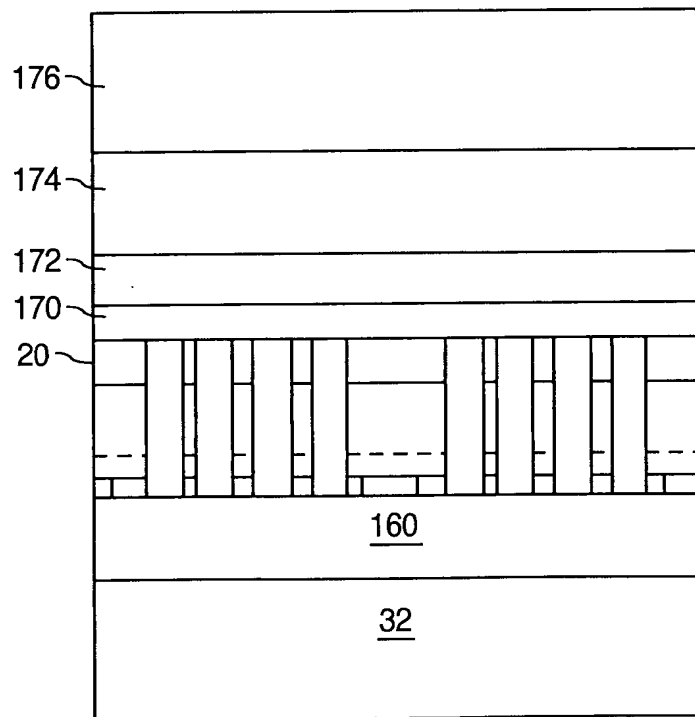


FIG. 23

RESUMO

“DISPOSITIVO”

Um dispositivo emissor de luz inclui uma estrutura com uma região emissora de luz disposta entre uma região tipo n e uma região tipo p.

- 5 Uma pluralidade de furos na estrutura, que forma um cristal fotônico, são formados em uma primeira região da estrutura correspondente a uma primeira porção da região emissora de luz. Uma segunda região da estrutura correspondente a uma segunda porção da região emissora de luz é livre de furos. O dispositivo é configurado de modo que, quando pressionado à rente,
- 10 corrente seja injetada na segunda região e a primeira região seja substancialmente livre de corrente.

DECLARAÇÃO
REFERENTE AO DOCUMENTO DE PRIORIDADE

A Requerente declara, para os fins do artigo 16, § 2º da Lei 9.279 de 14/05/96 e, de acordo com o item 3.1 do Ato Normativo 127/97 ou, se aplicável, de acordo com o item 25 do Ato Normativo 128/97, ou, ainda, com o item 3.1 do Ato Normativo 161/2002, que os dados identificadores do documento prioritário são os seguintes:

Requerente(s) e Inventor(es)

JONATHAN J. WIERER JR.,
1021 Crellin Rd., Pleasanton, CA 94566, Estados Unidos da América.
MIHAIL M. SIGALAS,
2411 South Drive, Santa Clara, CA 95051, Estados Unidos da América.

Data do Depósito

02 de Outubro de 2006.

País do Depósito

ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA.

Número do Pedido

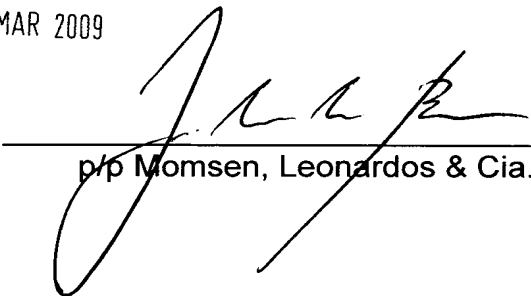
11/537,940

Título

DISPOSITIVO EMISSOR DE LUZ INCLUINDO EMISSORES AGRUPADOS
DEFINIDOS POR UM CRISTAL FOTÔNICO.

Outrossim, a Requerente declara que as informações acima são verdadeiras.

Rio de Janeiro, 31 MAR 2009


p/p Momsen, Leonardos & Cia.

P101582
HGPassos