

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

(21) **PI0607749-8 A2**



(22) Data de Depósito: 16/02/2006
(43) Data da Publicação: 16/03/2010
(RPI 2045)

(51) *Int.Cl.*:
H01L 31/055 (2010.01)
F24J 2/06 (2010.01)

(54) Título: **OBJETO LUMINESCENTE, DISPOSITIVO FOTOVOLTAICO, VISOR ATIVADO POR LUZ FLUORESCENTE, SISTEMA DE ILUMINAÇÃO DE AMBIENTE, JANELA, E, USO DE UM OBJETO LUMINESCENTE**

(30) Prioridade Unionista: 16/02/2005 EP 05075375.5,
16/02/2005 EP 05075376.3

(73) Titular(es): Stichting Voor De Technische Wetenschappen

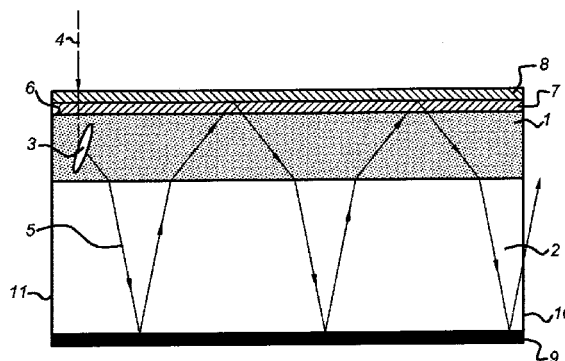
(72) Inventor(es): Carlos Sanchez, Cees W. M. Bastiaansen, Dick J. Broer, Michael G. Debijs, Michael J. Escuti

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

(86) Pedido Internacional: PCT NL2006050028 de 16/02/2006

(87) Publicação Internacional: WO 2006/088369 de 24/08/2006

(57) Resumo: OBJETO LUMINESCENTE, DISPOSITIVO FOTOVOLTAICO, VISOR ATIVADO POR LUZ FLUORESCENTE, SISTEMA DE ILUMINAÇÃO DE AMBIENTE, JANELA, E, USO DE UM OBJETO LUMINESCENTE. Um primeiro aspecto da invenção refere-se a um objeto luminescente compreendendo: a. uma camada ou núcleo luminescente, contendo um material fotoluminescente; e b, um espelho seletivo de comprimento de onda; em que a camada luminescente ou núcleo luminescente é opticamente acoplado ao espelho seletivo de comprimento de onda, dito espelho seletivo de comprimento de onda sendo pelo menos 50% transparente à luz absorvida pelo material fotoluminescente e pelo menos 50% refletivo à radiação que é emitida pelo material fotoluminescente. O objeto luminescente, de acordo com a presente invenção, pode vantajosamente ser empregado em sistemas concentradores solares luminescentes, visto que ele possibilita transporte altamente eficiente de radiação emitida pelo material fotoluminescente, em seguida à exposição à luz solar incidente. Outro aspecto da invenção diz respeito a um dispositivo fotovoltaico, compreendendo um meio de acumulação de radiação eletromagnética, contendo o objeto luminescente supracitado e uma célula fotovoltaica capaz de converter a radiação óptica em energia elétrica, que é opticamente acoplada ao objeto luminescente. Outros aspectos da invenção incluem um visor ativado por luz fluorescente e um sistema de iluminação de recinto, compreendendo o objeto luminescente supracitado.



“OBJETO LUMINESCENTE, DISPOSITIVO FOTOVOLTAICO, VISOR
ATIVADO POR LUZ FLUORESCENTE, SISTEMA DE ILUMINAÇÃO
DE AMBIENTE, JANELA, E, USO DE UM OBJETO LUMINESCENTE”
CAMPO TÉCNICO DA INVENÇÃO

5 A presente invenção refere-se a um objeto luminescente e, em particular, à aplicação de tal objeto luminescente em dispositivos concentradores luminescentes ópticos, tais como dispositivos concentradores solares luminescentes.

FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

10 O custo da energia solar por Watt unitário é de aproximadamente 5 – 10 vezes mais elevado do que a energia de outras fontes, que incluam carvão, óleo, vento, biomassa e nuclear. A fim de reduzir o custo da geração da energia solar em sistemas fotovoltaicos, é desejável fazer uso eficiente da parte mais cara do sistema, a saber, a célula fotovoltaica
15 (célula solar). Convencionalmente, isto é feito utilizando-se grandes concentradores solares focalizadores de luz (pratos parabólicos). Estes dispositivos têm diversas desvantagens, incluindo elevado custo de investimento, elevado custo de manutenção, formatos não manejáveis e a necessidade de rastrear o sol à medida que ele cruza o céu: para uma
20 recapitulação do estado atual da técnica, vide Swanson, Progress in Photovoltaics: Research and Applications 8, 93 (2000).

Uma opção alternativa que tem sido assunto de investigações é utilizar um guia de onda que colete a luz e a transporte para uma pequena célula fotovoltaica. Alguns destes esforços tentaram utilizar meios
25 holográficos (US5877874) ou óptica geométrica para redirecionar a luz (vide, por exemplo, T. Uematsu et al. Sol Energ Mater Sol C 67, 415 (2001) e US 4.505.264). Estas tentativas foram bastante mau sucedidas, especialmente para grandes distâncias de transporte, porque a eficiência era baixa ou os sistemas requeriam rastreamento do sol ou os sistemas eram complexos e não

adequados para produção em larga escala, ou combinações destes.

Os concentradores solares luminescentes (LSC) representam outra alternativa que foi o assunto de investigações, predominantemente porque estes sistemas são de fácil produção a baixo custo e porque estes sistemas não requerem rastreamento do sol. Os LSCs consistem basicamente de uma grande placa, lâmina, película, fibra, fita, tecido ou revestimentos de vidro ou polimérico, que é dopada com moléculas de corante fluorescente. Os corantes absorvem luz de comprimentos de onda específicos da luz solar incidente sobre eles e reemitem a luz em todas as direções em um mais longo comprimento de onda. Uma parte desta luz é emitida dentro do ângulo crítico do guia de onda suportante e é totalmente refletida internamente e transportada para a célula fotovoltaica. O LSC tem a vantagem de combinar materiais menos dispendiosos com flexibilidade (especialmente quando guia de onda plástico é usado), sem necessidade de um dissipador de calor ou um sistema de rastreo de sol. Um sistema amostra com um diferente propósito (iluminação de ambiente) é descrito em Earp et al., Sol Energ Mat Sol C 84, 411 (2004). No momento, os sistemas-LSC não são usados comercialmente, o que é predominantemente relacionado com sua fraca eficiência. Esta baixa eficiência total origina-se de uma elevada reabsorção da luz emitida (Deslocamento Stokes do corante limitado), de uma fraca eficiência da luz de acoplamento dentro do guia de onda e de uma fraca eficiência em manter a luz dentro do guia de onda.

A presente invenção objetiva remediar estas desvantagens dos sistemas LSC, em particular fornecendo meios de aumentar a eficiência com que a luz emitida é mantida dentro do sistema-LSC.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

Verificou-se que a eficiência dos sistemas-LSC pode ser aumentada substancialmente empregando-se (a) uma camada luminescente ou núcleo luminescente, contendo um material fotoluminescente, em combinação

com (b) um ou mais espelhos seletivos de comprimento de onda, que são grandemente transparentes à luz absorvida pelo material fotoluminescente e que refletem fortemente a radiação óptica que é emitida pelo material fotoluminescente. Em uma forma de realização preferida, é fornecido um objeto luminescente compreendendo uma camada ou núcleo luminescente, contendo um material fotoluminescente e um espelho seletivo de comprimento de onda, em que a camada luminescente ou núcleo luminescente é opticamente acoplado ao espelho seletivo de comprimento de onda, dito espelho seletivo de comprimento de onda sendo pelo menos 50% transparente à luz absorvida pelo material fotoluminescente e pelo menos 50% reflexivo à radiação que é emitida pelo material fotoluminescente e em que o espelho seletivo de comprimento de onda compreende uma camada colestérica de polímero nemático quiral.

O espelho seletivo de comprimento de onda supracitado pode adequadamente ser posicionado como uma camada separada em qualquer parte entre a camada/núcleo luminescente e a superfície que se destina a receber radiação óptica incidente. Assim, a luz incidente passará através do espelho seletivo de comprimento de onda, para excitar o material fotoluminescente contido dentro da camada luminescente ou núcleo luminescente subjacente. A radiação óptica emitida pelo material fotoluminescente que atinge o espelho seletivo de comprimento de onda será refletida, assim evitando que dita radiação emitida escape do LSC. Como resultado, a radiação emitida é concentrada alta e eficazmente dentro do LSC, resultando em uma melhorada eficiência total.

A fim de realizar os benefícios da presente invenção, o espelho seletivo de comprimento de onda deve ser grandemente transparente à radiação que é capaz de excitar o material fotoluminescente e ao mesmo tempo dito espelho deve eficazmente refletir a radiação emitida por dito material fotoluminescente. Desta maneira, o um ou mais espelhos seletivos de

comprimento de onda, empregados no objeto luminescente da presente invenção, são pelo menos 50% transparentes à luz absorvida pelo material fotoluminescente e pelo menos 50% reflexivos à radiação que é emitida pelo mesmo material fotoluminescente.

5 Em consequência, a invenção fornece um objeto luminescente compreendendo uma camada ou núcleo luminescente, contendo um material fotoluminescente; e um espelho seletivo de comprimento de onda; em que a camada ou núcleo luminescentes são opticamente acoplados ao espelho seletivo de comprimento de onda, dito espelho seletivo de comprimento de
10 onda sendo pelo menos 50% transparente à luz absorvida pelo material fotoluminescente e pelo menos 50% reflexivo à radiação que é emitida pelo material fotoluminescente e em que o espelho seletivo de comprimento de onda compreende (a) uma camada empilhada polimérica e/ou (b) uma camada colestérica de polímero nemático quiral.

15 Em uma forma de realização específica, a invenção fornece um objeto luminescente compreendendo uma camada ou núcleo luminescente contendo um material fotoluminescente; e um espelho seletivo de comprimento de onda; em que a camada ou núcleo luminescente é opticamente acoplado ao espelho seletivo de comprimento de onda, dito
20 espelho seletivo de comprimento de onda sendo pelo menos 50% transparente à luz absorvida pelo material fotoluminescente e pelo menos 50% reflexivo à radiação que é emitida pelo material fotoluminescente e em que o espelho seletivo de comprimento de onda compreende uma camada colestérica de polímero nemático quiral, preferivelmente compreendendo uma primeira
25 camada colestérica refletindo luz circularmente polarizada para a direita refletora e uma segunda camada colestérica refletindo luz polarizada para a esquerda.

Em ainda outra forma de realização específica, a invenção fornece um objeto luminescente compreendendo uma camada ou núcleo

luminescente, contendo um material fotoluminescente; e um espelho seletivo de comprimento de onda; em que a camada ou núcleo luminescente é opticamente acoplado ao espelho seletivo de comprimento de onda, dito espelho seletivo de comprimento de onda sendo pelo menos 50% transparente à luz absorvida pelo material fotoluminescente e pelo menos 50% reflexivo à radiação que é emitida pelo material fotoluminescente e em que o espelho seletivo de comprimento de onda compreende uma camada empilhada polimérica, preferivelmente compreendendo uma primeira camada empilhada polimérica, refletindo a polarização da luz e uma segunda camada empilhada polimérica, refletindo a polarização oposta da luz.

Exemplos de espelhos seletivos de comprimento de onda, que podem vantajosamente ser empregados de acordo com a presente invenção incluem células poliméricas e camadas colestéricas de polímero nemático quiral.

De acordo com um aspecto da invenção, a invenção refere-se a um objeto luminescente compreendendo um polímero alinhado que contém um material fotoluminescente orientado, dito polímero alinhado tendo um ângulo de pré-inclinado de $10 - 90^\circ$ em relação à superfície do objeto. Em uma forma de realização específica, a invenção é direcionada a um objeto luminescente compreendendo uma camada luminescente e um guia de onda, em que o objeto é um laminado óptico ou uma fibra óptica, o objeto luminescente sendo acoplado opticamente ao guia de onda, o objeto luminescente compreendendo um polímero alinhado, que contém um material fotoluminescente orientado, dito material fotoluminescente orientado sendo imobilizado dentro do polímero alinhado e dito polímero alinhado tendo um ângulo pré-inclinado de $10 - 89^\circ$, preferivelmente $10 - 90^\circ$, mais preferivelmente $10 - 85^\circ$, mesmo mais preferivelmente $15 - 85^\circ$, ainda mesmo mais preferivelmente $30 - 80^\circ$, mais preferivelmente $30 - 0^\circ$, ainda mesmo mais preferivelmente $40 - 70^\circ$ em relação à superfície do objeto.

Este objeto luminescente pode ser usado para converter luz incidente em luz de um mais longo comprimento de onda. No caso da luz emitida ser irradiada em um ângulo relativamente pequeno em relação à superfície do objeto (requerendo o uso de um ângulo pré-inclinado relativamente elevado), a luz emitida pode ser transportada eficientemente dentro do plano paralelo a dita superfície para, por exemplo, uma saída ou um dispositivo fotovoltaico. Assim, a presente invenção pode ser aplicada como tal, sem um guia de onda separado, em, p.ex., LSCs. Neste caso particular, é muito vantajoso utilizarem-se materiais fotoluminescentes com um grande deslocamento de Stokes e/ou com pouca sobreposição entre os espectros de absorção e emissão, para evitar grandes perdas de luz pelos fenômenos de reabsorção.

DEFINIÇÕES

O termo “luminescência”, como aqui usado, refere-se à capacidade de um material emitir luz na absorção de luz ou outra radiação de suficiente energia quântica. O termo inclui tanto fluorescência como fosforescência.

O termo “luz” como aqui usado refere-se a radiação óptica, que pode ser visível ou invisível ao olho humano.

O termo “radiação óptica” refere-se à radiação eletromagnética na faixa de comprimento de onda entre 100 nm e 2000 nm.

O termo “fotoluminescência” como aqui usado refere-se à luminescência gerada pela absorção da luz.

A expressão “material fotoluminescente” como aqui usada refere-se a átomos ou moléculas, incluindo íons que são capazes de fotoluminescência. A expressão “material fotoluminescente” também abrange combinações de dois ou mais componentes fotoluminescentes, p. ex., combinações de duas ou mais moléculas fotoluminescentes. A expressão “material fotoluminescente” também abrange sistemas hospede-hospedeiro,

compreendendo uma molécula fluorescente, polímeros e/ou co-polímeros fluorescentes.

O termo “reflexivo” como aqui usado significa que um material reflete a maior parte da luz solar incidente e/ou luz emitida pelo material fotoluminescente. Mais particularmente, o termo “reflexivo” significa que dito material reflete pelo menos 50%, preferivelmente pelo menos 60%, mais preferivelmente pelo menos 80% e muitíssimo preferivelmente pelo menos 90% de dita luz. A refletividade de um material é determinada pela luz incidente perpendicular à superfície reflexiva.

O termo “transparente” como aqui usado significa que um material transmite a maior parte da luz solar incidente e/ou luz emitida pelo material fotoluminescente. Mais particularmente, o termo “transparente” significa que dito material transmite pelo menos 50%, preferivelmente pelo menos 70%, mais preferivelmente pelo menos 90% de dita luz, medida para luz incidente perpendicular à superfície do objeto que é exposto a dita luz incidente.

O termo “célula polimérica” refere-se a películas de multicamadas contendo sub-camadas com diferentes índices refrativos, baseados em materiais orgânicos (poliméricos) que exibem seletividade de comprimento de onda, opcionalmente em combinação com seletividade de polarização: vide, por exemplo, US 6.157.490.

O termo “espelho seletivo de comprimento de onda” como aqui usado refere-se a espelhos que são transparentes em comprimento de onda específicos e reflexivos em outros comprimentos de onda, opcionalmente em combinação com seletividade de polarização. Uma variedade de tais espelhos é conhecida na literatura.

A terminologia “camada colestérica de polímero nemático quiral” refere-se a uma camada compreendendo polímeros cujos grupos mesogênicos são alinhados predominantemente paralelos à superfície da

camada e em que as moléculas giram em relação entre si em uma direção pré-especificada, que é induzida por um dopante reativo ou não-reativo quiral. Especialmente, a terminologia “camada colestérica de polímero nemático” refere-se a uma camada que tem uma fase nemática quiral, que exibe quiralidade (para a esquerda ou para a direita). Esta fase é com frequência chamada a fase colestérica, visto que ela foi primeiro observada para derivados de colesterol. As moléculas quirais (aquelas que não têm simetria de inversão), reativas ou não-reativas, podem dar origem a uma tal fase. Esta fase exibe uma torção das moléculas ao longo do diretor, com o eixo geométrico molecular perpendicular ao diretor. O ângulo de torção finita entre moléculas adjacentes é devido a seu acondicionamento assimétrico, que resulta em ordem quiral de maior alcance. O passo quiral refere-se à distância (ao longo do diretor) através da qual os mesogenes sofrem uma torção completa de 360° . O passo pode ser variado ajustando-se a temperatura ou adicionando-se outras moléculas ao fluido LC.

Estes espelhos seletivos de comprimento de onda podem ser sintonizados em comprimento de onda (vide, por exemplo, Katis et al. (1999) Chem. Mater. 11, 1590)) ou sintonizados em largura de faixa (vide, por exemplo, Broer et al. (1995) Nature 378, 467).

A expressão “comprimento de onda”, como aqui usada, refere-se a componentes ópticos que são transparentes à luz e que confinam a radiação óptica de uma entrada a uma desejada saída.

A expressão “comprimento de onda transparente”, como aqui usado, significa que um comprimento de onda transmite mais luz solar incidente e/ou luz emitida pelo material fotoluminescente. Mais particularmente, a expressão “comprimento de onda transparente” significa que dito comprimento de onda transmite pelo menos 50%, preferivelmente pelo menos 70% de dita luz medida para luz incidente perpendicular ao guia de onda.

As expressões “índice refrativo ordinário” e “índice refrativo extraordinário”, como aqui usadas, referem-se aos índices refrativos de um polímero alinhado perpendicular e paralelo ao eixo geométrico óptico do polímero alinhado, respectivamente.

5 A expressão “índice refrativo do comprimento de onda” refere-se ao índice refrativo do comprimento de onda no estado isotrópico. Em casos específicos, podem ser usados comprimentos de onda orientados podem ser usados que exibem birrefringência devido a, por exemplo, fluir durante o processo de produção.

10 A expressão “camada de polimérica”, como aqui usada, abrange materiais poliméricos na forma de lâminas, tiras, faixas, fibras, fitas, tecido e filamentos. A invenção não é limitada a camadas de polímero planas e inclui camadas poliméricas que foram dobradas, moldadas ou de outro modo conformadas, desde que o polímero alinhado dentro da camada
15 polimérica seja orientado em um ângulo pré-inclinado em relação à superfície do objeto como definido acima.

Os termos “alinhado” e “orientado”, como aqui usados em relação a polímeros, materiais fotoluminescentes ou a grupos contidos nestes polímeros ou materiais são sinônimos e indicam que, entre estes polímeros,
20 materiais ou grupos, uma orientação espacial particular está prevalecendo.

A terminologia “polímero alinhado tendo um ângulo pré-inclinado de 10 – 90°” indica que os grupos mesogênicos do polímero alinhado são orientados em um ângulo pré-inclinado de pelo menos 10 – 90° em relação à superfície do objeto luminescente.

25 A expressão “cristal líquido” ou “mesogene” é usada para indicar materiais ou compostos compreendendo um ou mais grupos mesogênicos (semi-) rígidos conformados em haste, conformado em banana, conformado em prancha ou conformado em disco, isto é, grupos com a capacidade de induzir comportamento de fase de cristal líquido. Os

compostos de cristal líquido com grupos conformados em haste ou conformados em prancha são também conhecidos na técnica como cristais líquidos ‘calamíticos’. Os compostos de cristal líquido com um grupo conformado em disco são também conhecidos na técnica como cristais líquidos ‘discóticos’. Os compostos ou materiais compreendendo grupos mesogênicos não necessariamente têm que exibir eles próprios uma fase de cristal líquido. É também possível que eles apresentem comportamento de fase de cristal líquido somente em misturas com outros compostos ou quando os compostos ou materiais mesogênicos, ou suas misturas, são polimerizados.

10 Para fins de simplicidade, a expressão “material de cristal líquido” é usado a seguir tanto para descrever materiais de cristal líquido como materiais mesogênicos e o termo “mesogênio” é usado para os grupos mesogênicos do material. Os compostos ou materiais compreendendo grupos mesogênicos não necessariamente exibem eles próprios uma fase de cristal líquido. É também possível que eles apresentem um comportamento de fase de cristal líquido somente em uma camada definida (polimerizada), p. ex., uma camada de revestimento em um guia de onda (vide abaixo).

15 A expressão “monômero cristalino líquido” como aqui usada refere-se a um material que pode sofrer polimerização, desse modo contribuindo com unidades constitucionais para a estrutura essencial de um polímero cristalino líquido.

20 A expressão “monômero cristalino líquido reativo”, como aqui usada, refere-se a uma monômero cristalino líquido que contém um grupo reativo que podem ser polimerizados para formar um polímero cristalino líquido ou rede polimérica cristalina líquida.

25 A expressão “polímero cristalino líquido” como aqui usada refere-se a um material polimérico em um estado mesomórfico, tendo ordem orientacional de longo alcance e ordem posicional parcial ou desordem posicional completa (IUPAC Recommendations 2001; Pure Appl. Chem.

(2002) 74(3), 493 – 509).

A expressão “relação dicróica” como aqui usada refere-se à relação dicróica derivada da absorção seletiva de polimerização do material fotoluminescente.

5 A relação dicróica é derivada de medições de absorção empregando-se luz linearmente polimerizada com a equação abaixo:

$$R = A_{//}/A_{\perp}$$

10 Nesta equação, R é a relação dicróica, $A_{//}$ a absorvência da amostra com o campo elétrico da luz incidente alinhada paralela à direção de alinhamento induzida pelo polímero alinhado e $A_{\perp}$ a absorvência da amostra com o campo elétrico da luz incidente alinhada perpendicular à direção de alinhamento induzida pelo polímero alinhado. A relação dicróica de um material fotoluminescente pode ser determinada por meio de diferentes técnicas bem conhecidas da técnica, a adequabilidade de cujas técnicas
15 dependem da natureza do material fotoluminescente e da matriz polimérica em que é contido.

A frase “revestimento polimérico fotoluminescente homeotropicamente alinhado” refere-se a um revestimento polimérico compreendendo material fotoluminescente, em que o ângulo de pré-inclinado
20 é 90°.

A expressão “ângulo pré-inclinado” do alinhamento refere-se a um ângulo feito com a horizontal, por exemplo, a superfície de uma camada superior, e é conhecido da pessoa hábil na técnica.

DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

25 A Fig. 1 representa uma seção transversal de um laminado óptico compreendendo uma camada luminescente 1 e um guia de onda 2. O laminado além disso compreende duas camadas colestéricas refletoras seletiva de comprimento de onda e seletiva de polarização 7 e 8, bem como uma camada espelho refletiva 9. A radiação óptica, representada pelas setas 4,

penetra no laminado através da camada colestérica esquerda 8 e da camada colestérica direita 7 e alcança a camada luminescente 1. Dentro da camada luminescente 1, as moléculas fotoluminescentes 3, que estiveram alinhadas em uma pré-inclinação, são excitadas pela radiação incidente 4 e emitem radiação óptica representada pelas setas 5. Uma grande fração da radiação emitida 5 penetra no guia de onda 2, onde ela é internamente refletida até alcançar a saída 10 ou 11. As camadas colestéricas 7 e 8 asseguram que não mais do que uma pequenina fração da radiação emitida 5 escapem do laminado, visto que, juntos, estes espelhos seletivos de onda 7 e 8 eficazmente refletem a radiação emitida, que repenetra na camada luminescente 1. A camada espelho 9 reflete a radiação óptica 4 e radiação emitida 5 de volta para dentro do guia de onda.

A Fig. 2 representa uma seção transversal de um laminado óptico que é idêntico ao mostrado na Fig. 1, exceto que a camada espelho 9 é substituída por duas camadas colestéricas 9a e 9b. Empregando-se uma combinação de camadas colestéricas 7, 8, 9a e 9b, que é grandemente refletiva à radiação emitida 5, porém transparente para a radiação óptica 12, que não é absorvida pelas moléculas de corante fotoluminescente 3, pode ser assegurado que a radiação óptica 12 deslocar-se-á através do laminado completo. Este laminado particular pode vantajosamente ser empregado como uma vidraça que seletivamente concentra uma fração da luz solar incidente, enquanto permitindo que a outra fração se desloque através da vidraça. Como mencionado acima, em vez de duas camadas 9a e 9b, mais ou menos camadas podem ser usadas.

A Fig. 3 representa uma seção transversal de um laminado óptico compreendendo uma camada luminescente 1 e um guia de onda 2. O laminado além disso compreende uma camada de células poliméricas 7, compreendendo uma pluralidade de sub-camadas 7a a 7k, bem como uma camada espelho reflexiva 9. A radiação óptica, representada pelas setas 4,

penetra no laminado através da camada de células poliméricas 7 e alcança a camada luminescente 1. Dentro da camada luminescente 1, as moléculas fotoluminescentes alinhadas inclinadas 3 são excitadas pela radiação incidente 4 e emitem radiação óptica representada pelas setas 5. Uma grande fração da radiação emitida 5 penetra no guia de onda 2, onde é internamente refletida até alcançar a saída 10. A camada de células poliméricas 7 assegura que não mais do que uma pequenina fração da radiação emitida 5 escape do laminado óptico, visto que este espelho seletivo de comprimento de onda 7 eficazmente reflete a radiação emitida que repenetra na camada luminescente 1. A camada espelho 9 reflete a radiação óptica 4 e radiação emitida 5 de volta para dentro do guia de onda 2. Três lados do laminado óptico, incluindo saída 11, são também fornecidos com um revestimento espelho reflexivo 9, que reflete tanto a radiação óptica 4 e a radiação emitida 5 de volta para o guia de onda 2. Assim, eficazmente a única saída para a radiação emitida pelo laminado óptico é a saída 10, que é opticamente acoplada a uma célula fotovoltaica 13.

A Fig. 4 representa uma seção transversal de uma fibra óptica compreendendo uma camada luminescente 1 e um núcleo de guia de onda 2. O laminado, além disso, compreende duas camadas colestéricas reflexivas seletiva de comprimento de onda e seletiva de polarização 7 e 8. A radiação óptica, representada pelas setas 4, penetra no laminado através da camada colestérica esquerda 8 e da camada colestérica direita 7 e alcança a camada luminescente 1. Dentro da camada luminescente 1, as moléculas fotoluminescentes alinhadas pré-inclinadas 3 são excitadas pela radiação incidente 4 e emite radiação óptica representada pelas setas 5. Uma grande fração da radiação emitida 5 penetra no guia de onda 2, onde é internamente refletida até alcançar a saída 10. As camadas colestéricas 7 e 8 asseguram que não mais do que uma pequenina fração da radiação emitida 5 escape da fonte de oscilação de radiação, visto que, juntos, estes espelhos seletivos de comprimento de onda 7 e 8 eficazmente refletem a radiação emitida, que

repenetra na camada luminescente 1.

A Fig. 5a representa uma seção transversal de uma fonte de oscilação de radiação compreendendo um núcleo luminescente 1 e um guia de onda 2. O laminado além disso compreende duas camadas colestéricas reflexivas seletiva de comprimento de onda e seletiva de polarização 7 e 8. A radiação óptica, representada pelas setas 4, penetra no laminado através da camada colestérica esquerda 8 e da camada colestérica direita 7 e alcança o núcleo luminescente 1. Dentro da camada luminescente 1 as moléculas fotoluminescentes alinhadas pré-inclinadas 3 são excitadas pela radiação incidente 4 e emitem radiação óptica representada pelas setas 5. Uma grande fração da radiação emitida 5 penetra no guia de onda 2, onde ela é internamente refletida até alcançar a saída 10. As camadas colestéricas 7 e 8 asseguram que não mais do que uma pequenina fração da radiação emitida 5 escape da fonte de oscilação de radiação, visto que, juntos, estes espelhos seletivos de comprimento de onda 7 e 8 eficazmente refletem a radiação emitida, que colide com a parede externa do guia de onda 2.

A Fig. 5b representa uma seção transversal de uma fibra óptica compreendendo um núcleo luminescente 1. O laminado além disso, compreende uma camada colestérica reflexiva seletiva de comprimento de onda e seletiva de polarização, nesta forma de realização duas camadas 7 e 8. A(s) camada(s) colestérica(s) 7 e 8 asseguram que não mais do que uma pequenina fração da radiação emitida 5 escape da fibra óptica, visto que, juntos, estes espelho seletivo de comprimento de onda 7 e 8 eficazmente refletem a radiação emitida, que colide com a parede externa do núcleo 1. O material fotoluminescente pode ser alinhado (como representado) ou pode ser isotropicamente disposto (vede também abaixo).

A Fig. 6 representa uma seção transversal de um laminado óptico compreendendo uma camada luminescente 1 e um guia de onda 2. A camada luminescente 1 contém uma pluralidade de moléculas de corante

fotoluminescente isotropicamente dispostas 3. A radiação óptica incidente 4 penetra na camada luminescente 1, onde ela excita as moléculas de corante fotoluminescente 3 para emissão de radiação óptica 5 em todas as direções. Como pode ser visto pela Fig. 1, uma fração significativa da radiação emitida 5 deixa a camada luminescente 1 através da superfície de topo 6, assim reduzindo a eficácia com que o laminado é capaz de concentrar a radiação incidente.

A Fig. 7 representa uma seção transversal de um laminado óptico que é idêntico ao representado na Fig. 6, exceto que a pluralidade de moléculas de corante fotoluminescente 3 foi alinhada em um ângulo de pré-inclinação α relativamente pequeno. As moléculas de corante fotoluminescente 3 emitem radiação óptica 5 largamente em uma direção perpendicular ao alinhamento pré-inclinado. Como mostrado na figura, a radiação é emitida em um ângulo relativamente grande em relação à interface 14 entre a camada luminescente 1 e o guia de onda 2, permitindo que uma grande fração de dita radiação seja acoplada dentro do guia de onda.

A Fig. 8 representa um seção transversal de um laminado óptico que é idêntico ao representado na Fig. 6, exceto que a pluralidade de moléculas de corante fotoluminescente 3 foi alinhada inclinada em um ângulo pré-inclinado α relativamente grande. As moléculas de corante fotoluminescente 3 emitem radiação óptica 5 grandemente em uma direção perpendicular ao alinhamento inclinado. Conseqüentemente, uma fração significativa da radiação emitida 5 atingirá a interface entre a camada luminescente 1 e o guia de onda 2 em um ângulo que é bem acima do ângulo de reflexão, significando que a maior parte desta radiação será refletida na interface 14 da camada luminescente 1 e no guia de onda 2.

A Fig. 9 apresenta os resultados do exemplo 1.

A Fig. 10 representa esquematicamente uma instalação de medição como aqui usada.

A Fig. 11 apresenta resultados do exemplo 2.

A Fig. 12 representa esquematicamente uma instalação de medição como aqui usada.

As Figs. 13a-13c representa esquematicamente numerosas formas de realização gerais de acordo com a presente invenção, em que a camada luminescente 1 contém uma pluralidade de moléculas de corante fotoluminescente isotropicamente dispostas 3. A Figura 13a representa esquematicamente uma forma de realização geral com a camada luminescente 1 e um espelho seletivo de comprimento de onda compreendendo um espelho seletivo de comprimento de onda 7 (ou 8), que preferivelmente compreende uma camada colestérica, refletindo luz circularmente polarizada para a esquerda ou para a direita. A Figura 13b representa esquematicamente uma forma de realização compreendendo duas camadas espelho seletivas 7 e 8, preferivelmente compreendendo camadas colestéricas que preferivelmente refletem luz circularmente polarizada para a esquerda e para a direita, respectivamente. A Figura 13c representa esquematicamente uma forma de realização com numerosos espelhos seletivos de comprimento de onda 7 (ou 8), todas as camadas sendo reflexivas à luz polarizada circular ou linear. Preferivelmente, estas camadas compreendem camadas colestéricas que preferivelmente todas refletem a luz circularmente polarizada para a esquerda ou para a direita, isto é, uma forma de realização com numerosas camadas colestéricas, cada uma refletindo luz circularmente polarizada para a esquerda ou para a direita. Como será evidente para a pessoa hábil na técnica, combinações destas formas de realização são possíveis. Não desenhada, mas em adição à camada luminescente 1, pode haver um guia de onda 2 e um ou mais espelhos 9, 9a, 9b ou outras camadas, como representado nas figuras 1-5a, 14a-e e 16a-16c. Por exemplo, a camada luminescente 1 das figuras 1-ba, 14a-e e 16a-c pode, em vez do alinhamento representado, conter uma pluralidade de moléculas de corante fotoluminescente isotropicamente

dispostas 3. Isto significa que a camada 1 das formas de realização, como por exemplo representada nas Figuras 1-5b, 14a-e, 15 e 16a-c, pode conter, em vez das moléculas fotoluminescentes alinhadas 3, conter moléculas fotoluminescentes isotropicamente dispostas 3. No caso de não estar presente nenhum guia de onda separado 2, as moléculas fotoluminescentes são preferivelmente isotropicamente dispostas; No caso de um guia de onda 2 estar presente, moléculas fotoluminescentes alinhadas 3 podem estar presentes.

As Figs. 14a-14e representam esquematicamente formas de realização dos dispositivos de acordo com a invenção, compreendendo um LSC e uma célula fotovoltaica 13. Em vez do espelho 9, um a ou mais camadas colestéricas podem ser usadas (vide também a figura 5).

A Fig. 15 representa esquematicamente uma forma de realização de um dispositivo de acordo com a presente invenção, compreendendo um número (isto é, aqui 2 ou mais) de LSC's e uma célula fotovoltaica 13. Acoplamento óptico pode ser conseguido via guia de onda (por exemplo, fibras ópticas) 26. A radiação do guia de onda 2 pode opcionalmente ser colimada dentro do guia de onda 26 pelos colimadores 25.

As Figs. 16a (espelho 9 ou uma ou mais camadas colestéricas não incluídos) e 16b mostram esquematicamente variantes das figuras 1 e 14b (porém podem também ser aplicadas como variantes para outras formas de realização). A Fig. 16c mostra esquematicamente outra variante da figura 1 (porém pode também ser aplicada como variante para outras formas de realização).

As figuras esquemáticas aqui não excluem a presença de outros elementos como, por exemplo, camadas de alinhamento para alinhar uma ou mais camada(s) colestérica(s) ou camadas de alinhamento para produzir o alinhamento da(s) camada(s) polimérica(s) alinhada(s), como será evidente para a pessoa hábil na técnica.

Além disso, com referência às figuras 1-5a e 14a-14e, a invenção é também dirigida a formas de realização em que a posição do guia de onda 2 e camada luminescente 1 são trocadas. Por exemplo, com referência à figura 1, isto forneceria uma célula com a seguinte seqüência: camada colestérica 8, camada colestérica 7, guia de onda 2, camada luminescente 1, espelho reflexivo 9 (vide figura 16a). Com referência, por exemplo, à figura 14a, esta forneceria uma célula com a seguinte seqüência: camada colestérica 8, camada colestérica 7, guia de onda 2, camada de alinhamento 20, camada luminescente 1, espelho reflexivo 9 (vide figura 16b). Igualmente, isto aplica-se às outras formas de realização descritas e esquematicamente representadas aqui.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

Uma célula solar luminescente é também descrita em DE 2737847, compreendendo células contendo soluções fluorescentes alternadas com células contendo gás (ar). Entretanto, o LSC da DE 2737847 não compreende um guia de onda nem descreve um material fotoluminescente orientado sendo imobilizado dentro do polímero alinhado, em que o polímero alinhado tem um ângulo pré-inclinado de 10 – 90° em relação à superfície do objeto luminescente. Além disso, D1 descreve o uso de filtros de interferência, porém não descreve o uso de um material colestérico como espelho seletivo de comprimento de onda. Em conseqüência, o LSC ou, mais precisamente, o objeto luminescente da DE 2737847 não fornece as vantagens aqui descritas do LSC e objeto luminescente, respectivamente. As camadas luminescentes e as camadas seletivas de comprimento de onda podem também ser conhecidas pela US2002/07035, EP0933655 e US2004/0105617, porém nenhum destes documentos descreve uma camada luminescente e um espelho seletivo de comprimento de onda compreendendo um material colestérico.

Um primeiro aspecto da invenção refere-se a um objeto

luminescente compreendendo:

Um primeiro aspecto da invenção refere-se a um objeto luminescente compreendendo:

5 a. uma camada ou núcleo luminescente, contendo um material fotoluminescente; e

b. um espelho seletivo de comprimento de onda;

em que a camada luminescente ou núcleo luminescente é opticamente acoplado ao espelho seletivo de comprimento de onda, dito espelho seletivo de comprimento de onda sendo pelo menos 50% transparente
10 à luz absorvida pelo material fotoluminescente e pelo menos 50% reflexivo à radiação que é emitida pelo material fotoluminescente.

É um aspecto essencial do presente objeto que a refletividade do espelho seletivo de comprimento de onda para radiação emitida pelo material fotoluminescente substancialmente exceda a refletividade do mesmo
15 espelho para radiação óptica absorvida por dito material fotoluminescente. Preferivelmente, a refletividade para a radiação emitida excede a refletividade para a radiação absorvida em pelo menos 50%, mais preferivelmente pelo menos 80% e, muitíssimo preferivelmente, em pelo menos 100%.

A fim de gozar de vantagem completo do espelho seletivo de
20 comprimento de onda, dito espelho deve cobrir pelo menos 80% de um lado da camada luminescente ou pelo menos 80% da superfície externa do núcleo luminescente. Além disso, prefere-se empregar um espelho seletivo de comprimento de onda relativamente fino. Tipicamente, a espessura do espelho seletivo de comprimento de onda não excede 100 μm , preferivelmente não
25 excede 20 μm . Usualmente, a espessura do espelho supracitado excederá 5 μm . Observa-se que o espelho seletivo de comprimento de onda da presente invenção pode adequadamente compreender duas ou mais camadas que, juntas, funcionem como um espelho seletivo de comprimento de onda, p. ex., uma célula polimérica ou uma combinação de camadas colestéricas.

A eficiência do arranjo supracitado é dependente tanto da transparência do espelho seletivo de comprimento de onda para luz absorvida pelo material fotoluminescente como da refletividade do mesmo espelho para a radiação emitida. Preferivelmente, ambos os parâmetros são maximizados, visto que na prática é difícil otimizar ambos os parâmetros independentemente. É exequível fornecer-se um espelho seletivo de comprimento de onda que seja pelo menos 60%, preferivelmente 70% transparente, mais preferivelmente pelo menos 80% e, muitíssimo preferivelmente, pelo menos 90% transparente à luz que é absorvida pelos materiais fotoluminescentes. Ademais, é possível fornecer-se um espelho seletivo de comprimento de onda que seja pelo menos 60%, preferivelmente 70%, mais preferivelmente pelo menos 90% refletivo à radiação que é emitida pelo material fotoluminescente.

A eficiência com que o presente objeto concentra a radiação emitida pelo material fotoluminescente criticamente depende da eficiência com que o espelho seletivo de comprimento de onda reflete dita radiação. Tipicamente, o espelho seletivo de comprimento de onda exibe uma refletividade máxima de pelo menos 50%, preferivelmente de pelo menos 60%, mais preferivelmente de pelo menos 70% para radiação óptica com um comprimento de onda dentro da faixa de 500 – 2000 nm, preferivelmente dentro da faixa de 600 – 2000 nm e, muitíssimo preferivelmente, dentro da faixa de 630 – 1500 nm.

Igualmente e em particular, se o espelho seletivo de comprimento de onda for posicionado como uma camada separada em qualquer lugar entre a camada/núcleo luminescente e a superfície que se pretende receba a radiação óptica incidente, é importante que a radiação altamente energética, que é capaz de excitar o material fotoluminescente, seja transmitida por dito espelho com alta eficiência. Portanto, o espelho seletivo de comprimento de onda preferivelmente exibe uma transmitância máxima de

pelo menos 60%, preferivelmente de pelo menos 70% para radiação óptica com um comprimento de onda dentro da faixa de 350 – 600 nm, preferivelmente dentro da faixa de 250 – 700 nm e, mesmo mais preferivelmente, dentro da faixa de 100 – 800 nm.

5 Uma vez o comprimento de onda da radiação emitida pelo material fotoluminescente inevitavelmente exceda o comprimento de onda da radiação absorvida pelo mesmo material, prefere-se que o máximo de refletividade ocorra em um comprimento de onda que exceda a máxima transmitância, preferivelmente em pelo menos 30 nm, mais preferivelmente
10 pelo menos 50 nm, mesmo mais preferivelmente em pelo menos 100 nm.

O espelho seletivo de comprimento de onda empregado no presente objeto pode vantajosamente compreender um espelho seletivo de comprimento de onda polimérico e/ou um espelho seletivo de polarização.

Em uma forma de realização vantajosa, o espelho seletivo de
15 comprimento de onda compreende um espelho seletivo de polarização que seja pelo menos 50%, preferivelmente pelo menos 60%, mais preferivelmente pelo menos 70% transparente à luz absorvida pelo material fotoluminescente e que seja pelo menos 50%, preferivelmente pelo menos 70% refletivo à radiação polarizada circular ou linear com a apropriada polarização,
20 notavelmente à radiação polarizada circular ou linear, que é emitida pelo material fotoluminescente. Tal arranjo vantajoso pode ser realizado empregando-se um espelho seletivo de comprimento de onda compreendendo camadas de células poliméricas e/ou camadas colestéricas.

O presente objeto luminescente pode vantajosamente conter
25 espelho seletivo de comprimento de onda que compreende uma camada colestérica de polímero nemático quirais. Em uma forma de realização mesmo mais preferida, o espelho seletivo de comprimento de onda polimérico compreende uma primeira camada colestérica refletindo a luz circularmente polarizada para a direita e uma segunda camada colestérica refletindo a luz

circularmente polarizada para a esquerda. Na última forma de realização, a camada luminescente é adequadamente intercalada entre as camadas colestéricas e um guia de onda ou, alternativamente, um guia de onda é intercalado entre as camadas colestéricas e a camada luminescente.

- 5 Preferivelmente, a camada luminescente é intercalada entre as camadas colestéricas adjacentes e o guia de onda. As camadas colestéricas são capazes de eficazmente refletir uma estreita faixa de radiação circularmente polarizada. Dependendo da orientação helicoidal da camada colestérica, a camada refletirá a radiação circularmente polarizada para a direita ou para a
- 10 esquerda. Empregando-se duas camadas colestéricas com orientações helicoidais opostas, a luz circularmente polarizada tanto para a direita como para a esquerda será refletida eficazmente.

- O presente objeto luminescente pode também vantajosamente conter um espelho seletivo de comprimento de onda que compreenda uma ou
- 15 mais camadas colestéricas de polímero nemático quirais. Preferivelmente, o espelho seletivo de comprimento de onda polimérico compreende uma ou mais camadas selecionadas do grupo consistindo de uma camada colestérica refletindo a luz circularmente polarizada para a direita e uma camada colestérica refletindo a luz circularmente polarizada para a esquerda. Em uma
- 20 forma de realização, a camada polimérica alinhada luminescente pode ser intercalada entre a(s) camada(s) colestérica(s) e o guia de onda ou o guia de onda pode ser intercalado entre a(s) camada(s) colestérica(s) e a camada polimérica alinhada luminescente. Preferivelmente, a camada polimérica alinhada luminescente é intercalada entre as camadas colestéricas adjacentes e
- 25 o guia de onda.

Em variantes específicas, o espelho seletivo de comprimento de onda polimérico compreende uma ou mais camada(s) colestérica(s) refletindo a luz circularmente polarizada para a direita ou uma ou mais camada(s) colestérica(s) refletindo a luz circularmente polarizada para a

esquerda ou compreende tanto uma ou mais camada(s) colestérica(s) refletindo a luz circularmente polarizada para a direita como uma ou mais camada(s) colestérica(s) refletindo a luz circularmente polarizada para a esquerda. Um “simples” sistema de duas camadas para a direita e para a esquerda pode, por exemplo, somente refletir uma largura de faixa de luz de 75 nm. É possível alargar a faixa, porém na técnica isto parece não ser simples. De acordo com a invenção, pode vantajosamente ser mais fácil alargar a faixa de comprimentos de onda refletidos colocando em camadas sucessivos colestéricos direitos no topo de cada outro, seguido por colestéricos esquerdos no topo de cada outro, ou vice-versa, ou qualquer combinação de camadas direita e esquerdas. É também concebível utilizar-se somente camadas direitas ou esquerdas de colestéricos para a inteira amostra, isto é, por exemplo, 2-5 camadas esquerdas ou 2-5 camadas direitas. A invenção não é restringida a um sistema de 2 camadas.

Uma substância quiral, misturada com um material nemático, induz uma torção helicoidal transformando o material em um material nemático quiral, que é sinônimo de um material colestérico. O passo colestérico do material nemático quiral pode ser variado em uma faixa bastante grande, com facilidade comparativa. O passo induzido pela substância quiral é, em uma primeira aproximação, inversamente proporcional à concentração do material quiral usado. A constante de proporcionalidade desta relação é chamada a potência de torção helicoidal (HTP) da substância quiral e definida pela equação:

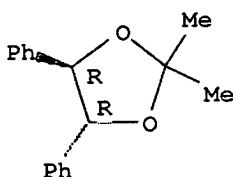
$$HTP = 1/(cP)$$

em que c é a concentração da substância quiral e P é o passo helicoidal induzido.

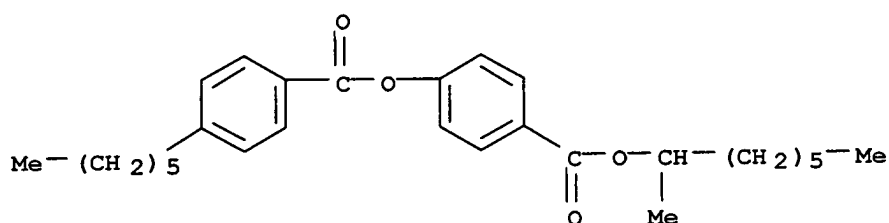
Os compostos opticamente ativos, que são capazes de induzir uma estrutura helicoidal, são geralmente referidos como “dopantes quirais”.

Muitos dopantes quirais foram sintetizados e exemplos típicos

deles incluem compostos representados pela seguinte estrutura: 2,2-dimetil-4,5-difenil-1,3-dioxolano



ZLI 811, ácido benzóico, 4-hexil-, 4-[[[(1-metileptil)óxi]carbonil]fenil éster (9CI)



5 A camada colestérica ou combinação de camadas colestéricas vantajosamente reflete a radiação óptica emitida pela camada ou núcleo luminescente e é grandemente transparente à radiação óptica com um comprimento de onda na faixa de 100 – 600 nm, preferivelmente de 250 – 700 nm e, muitíssimo preferivelmente, de 350 – 800 nm.

10 Em outra forma de realização, o presente objeto luminescente adicionalmente compreende um espelho seletivo de comprimento de onda na forma de camada de células poliméricas, que é fortemente refletivo à radiação que é emitida pelo material fotoluminescente. Mais particularmente, o espelho seletivo de polarização polimérico compreende uma primeira camada de
15 células poliméricas refletindo um plano da luz polarizada e uma segunda camada de células poliméricas, refletindo o plano oposto da luz polarizada, em que uma camada luminescente é intercalada entre as camadas de células poliméricas e um guia de onda ou em que um guia de onda é intercalado entre as camadas de células poliméricas e o camada luminescente.

20 Em uma forma de realização específica, é fornecido um objeto luminescente, em que o espelho seletivo de comprimento de onda

compreende uma primeira camada de células poliméricas refletindo uma polarização de luz e uma segunda camada de células poliméricas refletindo a polarização de luz oposta, ambas as camadas de células poliméricas sendo localizadas no mesmo lado da camada luminescente ou sendo localizadas fora do núcleo luminescente.

As camadas de células poliméricas são capazes de seletivamente refletir a radiação óptica dentro de uma certa faixa de comprimentos de onda. As camadas de células poliméricas são também referidas como refletores de multicamadas e são usadas para dividir partes do espectro eletromagnético entre reflexão e transmissão. As camadas de células poliméricas tipicamente empregam numerosas camadas de pelo menos dois diferentes materiais dentro de uma célula óptica. Os diferentes materiais têm índices refrativos ao longo de pelo menos um eixo geométrico em plano da célula, que são suficientemente diferentes para substancialmente refletir luz na interface das camadas. As camadas de células poliméricas podem ser construídas para refletir radiação óptica incidente em ângulos de incidência perpendiculares e/ou oblíquos.

Preferivelmente, as camadas de células poliméricas empregadas no presente objeto luminescente foram projetadas para refletir radiação óptica acima de 600 nm, mais preferivelmente acima de 700 nm e, muitíssimo preferivelmente, acima de 800 nm. Em uma forma de realização preferida, a camada luminescente é intercalada entre a camada de células poliméricas e um guia de onda.

As camadas de células poliméricas, que são empregadas como espelhos seletivos de comprimento de onda de acordo com a presente invenção, podem adequadamente ser preparadas usando-se a metodologia descrita na US 6.157.490 e Weber, M.F. et al., Science 287, 2451, que são incorporados aqui por referência.

O material fotoluminescente empregado de acordo com a

presente invenção tipicamente emite radiação óptica com um comprimento de onda na faixa de 100 nm a 2500 nm. Preferivelmente, o material fotoluminescente emite radiação na faixa de 250 – 1500 nm, mais preferivelmente na faixa de 400 – 1000 nm. Para muitas aplicações, um material fotoluminescente ótimo tem uma larga faixa de absorção cobrindo a maior parte do espectro solar, bem como uma estreita faixa de emissão, tendo um comprimento de onda um tanto mais longo. Assim, o material em laço absorve a radiação solar entrante e emite-a em outro comprimento de onda. O material fotoluminescente empregado no presente objeto tipicamente tem uma curva de absorção com um máximo de absorção abaixo de 800 nm, preferivelmente abaixo de 700 nm e, muitíssimo preferivelmente, abaixo de 600 nm. De acordo com uma forma de realização particularmente preferida, o objeto absorve luz entre 500 e 600 nm e emite luz em um maior comprimento de onda.

Verificou-se que a eficiência do presente objeto luminescente, como um elemento de um sistema LSC, pode ser aumentada dramaticamente, empregando-se nele uma camada luminescente ou núcleo luminescente compreendendo um polímero alinhado, que contém um material fotoluminescente orientado. O alinhamento do polímero é usado para induzir a orientação do material fotoluminescente.

A radiação emitida pelo material fotoluminescente não-alinhado, isotrópico, desloca-se em todas as direções, com ligeira preferência para uma direção de emissão perpendicular ao sistema-LSC para iluminação perpendicular ao plano do sistema-LSC. Em outras palavras, uma grande fração da luz é emitida fora do modo de guia de onda e não é transportada dentro do guia de onda. A alinhamento apropriado do material fotoluminescente dentro do polímero assegura que uma grande fração da luz emitida pelo material fotoluminescente orientado seja irradiada para dentro do modo de guia de onda do sistema-LSC.

Assim, no caso de alinhamento em um ângulo pré-inclinado significativo, a radiação será emitida em um ângulo que permite que seja acoplada muito eficazmente dentro de um guia de onda. Alternativamente, no caso de alinhamento em um grande ângulo inclinado, uma fração
5 relativamente grande da radiação emitida encontrará a interface do objeto luminescente com ar com um ângulo maior do que o ângulo crítico da reflexão total e permanecerá dentro do objeto. Conseqüentemente, o uso de material fotoluminescente alinhado torna possível conter uma fração muito mais elevada da luz emitida dentro de um sistema-LSC do que era possível
10 até agora. Como resultado, a presente invenção torna possível aumentar a eficiência operacional dos sistemas LSC em mais do que 25%.

Desta maneira, uma forma de realização preferida da invenção refere-se a um objeto luminescente em que a camada luminescente ou núcleo luminescente compreende um polímero alinhado que contém um material
15 fotoluminescente orientado, dito polímero alinhado tendo um ângulo pré-inclinado de $10 - 90^\circ$. No caso da luz emitida ser irradiada pelo material fotoluminescente em um ângulo relativamente pequeno em relação à superfície do objeto (requerendo o uso de um ângulo pré-inclinado elevado), a luz emitida pode ser transportada eficientemente dentro do plano paralelo a
20 dita superfície para, por exemplo, uma saída de um dispositivo fotovoltaico. Assim, a presente película pode ser aplicada como tal, sem um guia de onda separado, em, p. ex., LSCs. Neste caso particular, é muito vantajoso utilizarem-se materiais fotoluminescentes com um grande deslocamento Stokes e/ou com pouca sobreposição entre os espectros de absorção e
25 emissão, para evitarem-se grandes perdas de luz pelos fenômenos de re-absorção.

Em uma forma de realização, é fornecido um objeto luminescente compreendendo uma camada luminescente e um guia de onda, em que o objeto é uma laminado óptico ou uma fibra óptica, o objeto

luminescente sendo acoplado opticamente ao guia de onda, o objeto luminescente compreendendo um polímero alinhado, que contém um material fotoluminescente orientado, dito material fotoluminescente orientado sendo imobilizado dentro do polímero alinhado e dito polímero alinhado tendo um
5 ângulo pré-inclinado de $10 - 90^\circ$ em relação à superfície do objeto.

O objeto luminescente de acordo com a presente invenção podem também vantajosamente ser acoplado opticamente a um guia de onda (transparente) (sem corantes fluorescentes), visto que a eficiência da transferência (ou acoplamento interno) da luz emitida para dentro do guia de
10 onda é grandemente aumentada pela presente invenção, especialmente se o material fotoluminescente for orientado em um ângulo pré-inclinado dentro da faixa de $30 - 70^\circ$. O acoplamento óptico do presente objeto luminescente pode adequadamente ser conseguido produzindo-se uma estrutura de multicamadas (p. ex., um laminado óptico ou uma fibra óptica de
15 multicamadas), em que o objeto luminescente é ligado como uma camada separada no guia de onda.

Tipicamente, o material fotoluminescente é alinhado dentro da camada/núcleo luminescente essencialmente na mesma direção da dos grupos mesogênicos do polímero alinhado. Os materiais fotoluminescentes dicróicos
20 são particularmente adequados para uso de acordo com a presente invenção, visto que eles podem ser orientados relativamente fácil dentro de uma matriz polimérica alinhado, p. ex., polímero cristalino líquido.

O mesogene pode ser um mesogene reativo ou um mesogene não-reativo. Exemplos de mesogenes não-reativos adequados são aqueles
25 disponíveis na MerckTM, por exemplo, como descrito em seu folder de produto Licristal® Liquid Crystal Mixtures for Electro-Optic Displays (Maio de 2002), cujo conteúdo referente a mesogenes não-reativos é incorporado aqui por referência.

Exemplos de mesogenes reativos adequados são aqueles

compreendendo grupos acrilato, metacrilato, epóxi, vinil-éter, estireno, tioleno e oxetano. Exemplos adequados são, por exemplo, descritos em WO 04/025337, cujo conteúdo referente a mesogenes reativos, referidos no WO 04/025337 como compostos mesogênicos polimerizáveis e materiais de cristal líquido polimerizáveis, é incorporado aqui por referência. Podem também ser usadas misturas de mesogenes reativos (MerckTM Reactive Mesogenes, Brighter Clearer Communication).

Também misturas de mesogenes reativos e não-reativos podem ser usadas. No caso de uma mistura, todos os mesogenes usados são preferivelmente em um estado alinhado na camada final.

No caso de polímeros cristalinos líquidos, é vantajoso incorporar e/ou dissolver o material fluorescente em um monômero reativo cristalino líquido. Estes monômeros facilmente alinham-se na presença de um campo (estiramento mecânico, campo de fluxo, pólo elétrico, magnético ao objeto) ou na presença de camadas de alinhamento (poliimidas polidos ou não-polidos, materiais fotopolimerizáveis lineares etc.). A pré-inclinação que é gerada pode ser facilmente controlada por aqueles hábeis no estado da técnica (vide, por exemplo, Sinha et al. (2001) Appl. Phys. Lett. 79, 2543). Após o apropriado alinhamento do monômero reativo (mistura), uma polimerização térmica ou induzida por radiação do material de cristal líquido é realizada. Em casos específicos, é vantajoso adicionarem-se iniciadores de polimerização apropriados. Por exemplo, no caso de uma polimerização com luz ultra violeta, um iniciador UV (vide por exemplo Irgacure 184, Ciba Specialty Chemicals) é usado e, no caso de uma polimerização térmica, um apropriado iniciador térmico (vide, por exemplo, 2,2'-azobisisobutironitrila (AIBN), Aldrich Chemicals) é usado.

É possível discernir diversas espécies de orientações pré-inclinadas. De acordo com um exemplo típico de uma orientação pré-inclinada, o diretor das materiais de cristal líquido de uma camada de cristal

líquido é quase idêntico a qualquer posição na direção da espessura de película. É também exequível prover uma orientação em que, na vizinhança de uma das superfícies de camada, o diretor seja paralelo a dita superfície e, quando a superfície oposta da camada é aproximada, o diretor gradualmente muda, exibindo uma orientação homeotrópica ou um estado orientado próximo dela (configuração alargada). Tanto uma orientação inclinada, em que o ângulo entre o diretor e uma projeção do diretor a um plano da camada é constante, em qualquer ponto da direção de espessura da camada, como uma orientação em que dito ângulo muda continuamente na direção da espessura da camada, são incluídas no escopo da orientação pré-inclinada, como referido aqui.

Em uma forma de realização, o presente objeto luminescente compreende pelo menos um camada do polímero alinhado, contendo material fotoluminescente orientado, em que a superfície de topo de dita camada coincide com ou estende-se paralela à superfície de topo do objeto luminescente. Tal objeto luminescente pode ser empregado para concentrar radiação óptica incidente em uma maneira altamente eficiente.

O presente objeto luminescente pode compreender uma ou mais camadas compreendendo polímero alinhado e material fotoluminescente orientado. O uso de diversas de tais camadas oferece a vantagem de que cada uma das camadas pode ser otimizada para absorver uma largura de faixa particular da radiação óptica, de modo que a película total é capaz de absorver e concentrar um largo espectro de radiação óptica. O uso de diversas camadas também permite que diferentes polímeros sejam usados em cada camada, como ditado pelas preferências dos corantes fotoluminescentes individuais ou pela necessidade de obterem-se alinhamentos inclinados específicos.

O material fotoluminescente empregado no objeto luminescente pode adequadamente ter sido misturado dentro do polímero alinhado por dopagem do polímero alinhado com o material fotoluminescente

orientado. Alternativamente, o material fotoluminescente orientado pode ser covalentemente ligado ao polímero alinhado. De acordo com ainda outra forma de realização adequada da invenção, o material fotoluminescente orientado é um grupo mesogênico do polímero alinhado.

5 O material fotoluminescente orientado do presente objeto pode consistir de um único componente fotoluminescente ou pode compreender uma mistura de componentes fotoluminescentes. Pode ser vantajoso empregar-se uma combinação de componentes fotoluminescentes que, cada um, absorva radiação óptica de diferentes comprimentos de onda. Assim, 10 selecionando-se uma combinação adequada de componentes fotoluminescentes pode ser assegurado que o material fotoluminescente contido no presente objeto absorva uma larga faixa de radiação óptica, p. ex., uma parte principal do espectro de radiação solar. Caso o presente objeto contenha uma pluralidade de camadas, pode ser vantajoso aplicarem-se 15 diferentes materiais fotoluminescentes em diferentes camadas. Assim, o desempenho do presente objeto, em termos de eficiência de contração de luz, pode ser maximizado. Naturalmente, se uma combinação de componentes fotoluminescentes for usada, deve ser tomado cuidado para assegurar que haja pouca ou nenhuma sobreposição entre os comprimentos de onda em que esta 20 combinação de componentes fotoluminescentes emite e absorve radiação ou, no caso em que haja forte sobreposição, a combinação deve atuar como uma cascata, significando que a radiação emitida por um componente fotoluminescente e absorvida por outro componente fará com que o último componente luminesça.

25 O material fotoluminescente orientado, empregado no objeto luminescente da presente invenção, preferivelmente tem uma relação dicróica de pelo menos 2,0, mais preferivelmente de pelo menos 3,0, muitíssimo preferivelmente de pelo menos 5,0. Em um orientação planar, o material fotoluminescente dicróico absorverá uma direção de polarização linear de

radiação óptica em uma extensão substancialmente maior do que os outros.

Os materiais fotoluminescentes dicróicos são particularmente adequados para uso no presente objeto luminescente. De acordo com uma forma de realização preferida, o material fotoluminescente orientado
5 compreende corantes fotoluminescentes orgânicos e/ou poliméricos. Como aqui usado, a expressão “corante fotoluminescente” significa um corante que é uma molécula que colore sozinha o e, assim, absorve luz no espectro visível e, possivelmente, no espectro ultravioleta (comprimentos de onda variando de 100 a 800 nanômetros), porém que, ao contrário com um corante padrão,
10 converte a energia absorvida em luz fluorescente de um maior comprimento de onda emitido principalmente na região visível do espectro. Os corantes fotoluminescentes devem possuir uma elevada eficiência quântica, boa estabilidade e ser altamente purificados. Os corantes estão usualmente presentes em uma concentração de 10^{-1} a 10^{-5} Molar. Exemplos típicos de
15 corantes fotoluminescentes orgânicos, que podem adequadamente ser empregados de acordo com a presente invenção, incluem mas não são limitados a piranos substituídos (tais como DCM), cumarinas (tais como Cumarina 30), rodaminas (tais como Rodamina B), BASF® Luminogen™, derivados de perileno, Exciton® série LDS, Nile Blue, Nile Red, DODCI,
20 oxazinas, piridinas, a série ‘estirila” (Lambdachrome®), dioxazinas, naftalimidas, tiazinas e estilbenos.

É um aspecto essencial da presente invenção que o material fotoluminescente orientado seja imobilizado dentro de uma matriz polimérica alinhada. Um objeto baseado em polímero cristalino líquido e contendo um
25 material fotoluminescente pode ser alinhado de diversas maneiras. No caso de polímeros cristalinos líquidos, é com frequência preferido alinhar um material de cristal líquido reativo e, subsequente, polimerizar o monômero como examinado anteriormente. Esta procedimento é usualmente adotado porque os monômeros cristalinos líquidos facilmente se orientam (ao contrário da

maioria dos polímeros cristalinos líquidos).

A superfície do objeto é usualmente provida com uma camada de orientação que induz o apropriado alinhamento do monômero/polímero de cristal líquido. Algumas possíveis camadas de orientação são:

- 5 a. As camadas de alinhamento de poliimida (polidas, esfregadas ou não-polidas, não-esfregadas) são convencionalmente usadas para gerar polímeros cristalinos líquidos alinhados com um alinhamento planar ou homeotrópico e/ou com uma pré-inclinação específica. Exemplos típicos são Optimer A1 1051 (da JSR Micro) para alinhamento planar e verniz
10 de poliimida 1211 (da Nissan Chemical) para alinhamento homeotrópico:

- b. Os chamados materiais fotopolimerizáveis lineares (LPP) podem ser usados como uma camada de alinhamento com uma bem definida pré-inclinação (vide, por exemplo, StaralignTM, Vantico AG, Basel, CH)

- 15 Outras técnicas para o alinhamento de cristais líquidos incluem:

- a. Gravar com um estilete afiado ou rombudo, evaporação oblíqua ou crepitação de SiO₂, lançar deposição de inorgânicos em ângulo, ftalocianinas de cobre depositadas Langmuir-Blodgett dopadas com camadas de polimetacrilato e camadas de película fina de carbono semelhantes a
20 losangos (vide, por exemplo, referências: Varghese et al. (2004) Appl. Phys. Lett. 85, 230; Motohiro T. e Taga, Y. (1990) Thin Solid Films 185, 137; Castellano J. A. (1984) 4, 763; Robbie, K. et al. (1999) Nature 399, 764, Lu, R. et al. (1997) Phys. Lett. A 231, 449, Hwang, J-Y et al. (2002) Jpn. J. Appl. Phys. 41, L654).

- 25 b. Tensoativos induzindo alinhamento, p. ex., silanos, álcoois superiores (p. ex., n-dodecanol) e similares podem ser usados para sintonizar mais o alinhamento dos cristais líquidos.

- c. Pela adição de um dopante indutor de alinhamento ao polímero cristalino líquido.

d. Pela aplicação de estiramento mecânico, campo de fluxo, pólo elétrico, magnético ao objeto.

e. Alinhando-se polímeros com orientação esmética-A através da passagem do objeto através de rolos aquecidos. A deformação de cisalhamento resultante faz com que os grupos mesogênicos tornem-se orientados.

f. Alinhando-se os cristais líquidos utilizando-se mesogenes reativos que obtêm orientação esmética-C por um (apropriado) tratamento térmico, seguido pelo início da reação de polimerização dos mesogenes para forçar o sistema na orientação esmética-C.

Técnicas que são particularmente adequadas para preparar um objeto luminescente compreendendo um polímero alinhado, tendo uma pré-inclinação de $30 - 80^\circ$, são descritas em Hwang, Z e Rosenblatt, C. Appl. Phys. Lett. 86, 011908, Lu, M. Jpn. J. Appl. Phys. 43, 8156, Lee, F. K. et al. Appl. Phys. Lett. 85, 5556, The StaralignTM linearly photopolymerizable polymer system (Vantico AG), Varghese, S et al. Appl. Phys. Lett. 85, 230 e Sinha, G. P. et al., Appl. Phys. Lett. 79, 2543. Estas publicações são incorporadas aqui por referência.

Os benefícios da presente invenção são particularmente pronunciados, notadamente objetos planos, nos quais o polímero alinhado é alinhado em um ângulo de pré-inclinação menor que 85° , preferivelmente menor que 80° . Preferivelmente, o ângulo de pré-inclinação é $10-89^\circ$, mais preferivelmente, $10-85^\circ$, ainda mais preferivelmente $15-85^\circ$; mais preferivelmente $30-80^\circ$, preferivelmente na faixa de $30-70^\circ$, mais preferivelmente na faixa de $35-65^\circ$ e mais preferivelmente na faixa de $40-60^\circ$.

Em particularmente quando usado em objetos luminescentes planos em combinação com uma guia de onda, é vantajoso empregar polímero alinhado em um ângulo de pré-inclinação dentro da faixa de $10-89^\circ$, mais preferivelmente $10-85^\circ$, ainda mais preferivelmente $15-85^\circ$; mais

preferivelmente 30-80°, preferivelmente na faixa de 30-70°, mais preferivelmente na faixa de 35-65° e mais preferivelmente na faixa de 40-60°. A aplicação de tal ângulo de pré-inclinação permite acoplamento no mesmo altamente eficiente da radiação emitida na guia de onda. Como explanado aqui antes, os benefícios da presente invenção resultam do alinhamento do material luminescente. O alinhamento do material fotoluminescente é alcançado pela imobilização do material fotoluminescente dentro de uma matriz polimérica alinhada. A orientação prevalecente do material fotoluminescente dentro de tal matriz polimérica alinhada coincide com o alinhamento de dita matriz polimérica. Será entendida portanto que os ângulos de orientação preferidos do material fotoluminescente são os mesmos daqueles mencionados em relação ao polímero alinhado.

No caso de objeto luminescente presente é um objeto não plano, em particular se dito objeto é um fibra óptica, em uma realização um ângulo de pré-inclinação maior que 50°, especialmente maior que o ângulo de 70° pode ser vantajosa. Entretanto, em uma realização ainda mais preferida, o ângulo de pré-inclinação está na faixa de 30-70°, mais preferivelmente na faixa de 35-65° e mais preferivelmente na faixa de 40-60°.

O nível de alinhamento do material fotoluminescente dentro de um objeto planar pode adequadamente ser definido em termos do parâmetro de ordem. O parâmetro de ordem é definido como:

$$S = (A_{//} - A_{\perp}) / (A_{//} + 2 A_{\perp})$$

em que $A_{//}$ denota absorção da quantidade pela amostra de luz com vetor elétrico paralelo à direção do alinhamento, $A_{\perp}$ a absorção pela amostra de luz com vetor elétrico perpendicular à direção do alinhamento, e S a orientação média do momento de absorção no quadro de laboratório fixo. Referência: Van Gorp, M. And Lavine, Y. K., J. Chem. Phys. 90, 4095 (1989).

O material fotoluminescente contido no presente objeto,

preferivelmente, exibe um parâmetro de ordem de pelo menos 0,5, mais preferivelmente de pelo menos 0,6, muitíssimo preferivelmente de pelo menos 0,7.

5 A eficácia com que o presente objeto luminescente pode ser empregado em, p. ex., sistemas LSC, é criticamente dependente do nível de (re)absorção da luz emitida dentro do mesmo objeto. De acordo com uma forma de realização particularmente preferida, as máximas de absorção e máximas de emissão do material fotoluminescente contido dentro de uma matriz polimérica alinhada distinta, p. ex., uma camada, diferem em pelo
10 menos 30 nm, preferivelmente pelo menos 50 nm, Mais preferivelmente pelo menos 100 nm.

O objeto luminescente de acordo com a presente invenção vantajosamente toma o formato de uma película, camada, fibra, fita ou não-tecido. A espessura de tal película, camada, fibra, fibra ou não-tecido pode
15 variar, dependendo da aplicação pretendida. Tipicamente, dita espessura será na faixa de 0,1 – 500 μm , preferivelmente na faixa de 5 – 50 μm .

O objeto luminescente vantajosamente compreende duas ou mais camadas empilhadas de polímero alinhado contendo material fotoluminescente orientado. De acordo com a forma de realização particular,
20 cada camada polimérica alinhada contém um diferente material fotoluminescente. Vantajosamente, estes materiais fotoluminescentes exibem diferentes máximas de absorção. De acordo com outra forma de realização, o ângulo pré-inclinado do polímero alinhado das respectivas camadas poliméricas alinhadas muda de camada para camada. Este arranjo possibilita
25 mais otimização da eficiência com que as radiações incidentes podem ser convertidas em radiação fotoluminescente e, subseqüentemente, ser transportadas, especialmente através de um guia de onda separado. Em ainda outra forma de realização, cada camada polimérica alinhada contém um diferente polímero alinhado. O uso de camadas empilhadas de diferentes

polímeros alinhados é particularmente vantajoso em combinação com a aplicação de diferentes materiais fotoluminescentes em cada uma das camadas poliméricas alinhadas e/ou em combinação com o uso de camadas poliméricas alinhadas, que exibem diferentes ângulos pré-inclinados.

5 O objeto luminescente da presente invenção pode vantajosamente ser aplicado em, p. ex., janelas, especialmente se estas janelas tiverem sido acopladas a um dispositivo fotovoltaico ou se elas forem opticamente acopladas a uma fonte de iluminação interna. Fixando-se o presente objeto luminescente em tal janela (ou um elemento de prédio com
10 uma função similar), a janela eficazmente torna-se um guia de onda que concentra a radiação eletromagnética que é emitida pela camada luminescente. Como será explicado abaixo, nestas aplicações é altamente desejável que o objeto luminescente seja transparente a pelo menos uma fração (p. ex., através de uma largura de faixa de pelo menos 100 nm) do
15 espectro de luz visível, especialmente à parte do espectro de luz visível que é necessário para a fotossíntese.

Uma forma de realização particularmente vantajosa da invenção refere-se a um objeto luminescente na forma de um laminado óptico ou uma fibra óptica, compreendendo um guia de onda que seja opticamente
20 acoplado à camada luminescente ou núcleo luminescente, em que o índice refrativo do guia de onda, n_w , é de modo que $n_w \geq n_0 - 0,005$, em que n_0 é o índice refrativo ordinário da camada luminescente do núcleo. De acordo com uma forma de realização mesmo mais preferida, $n_w \geq n_0$, preferivelmente $n_w > n_0$. Isto vantajosamente promove a contenção da luz dentro do guia de onda e
25 diminui o escape da luz, por exemplo, de volta para a camada luminescente.

Os laminados ópticos de acordo com a presente invenção podem adequadamente ser empregados para concentrar radiação óptica incidente concentrada. A radiação incidente no laminado é absorvida e reemitida pela camada luminescente. Esta radiação reemitida é acoplada

dentro do comprimento de onda e guiada por reflexão interna ao longo do guia de onda para uma superfície externa. A radiação reemitida pode sair pela superfície de saída, permitindo que a superfície de saída funcione como uma fonte de luz. Alternativamente, na superfície de saída, a radiação reemitida
5 pode ser acoplada dentro de um dispositivo, tal como um dispositivo fotovoltaico, que converterá a radiação óptica em outra forma de energia.

As fibras ópticas de acordo com a presente invenção podem ser lateralmente excitadas por radiação óptica, em seguida ao que a radiação emitida será transportada para as extremidades da fibra. As fibras da presente
10 invenção podem vantajosamente ser empregadas para concentrar radiação óptica e/ou transmitir informação óptica.

Em razão de os laminados e fibras de acordo com a presente invenção reemitirem radiação em resposta à radiação incidente, estes laminados e fibras podem adequadamente ser usados para transportar
15 informação óptica, especialmente informação binária óptica. Uma vez, entretanto, que o nível de radiação emitida correlacione-se com a intensidade da radiação incidente, os presentes laminados e fibras ópticos podem também ser usados para transportar informação analógica.

De acordo com ainda outra forma de realização preferida, o
20 índice refrativo do guia de onda é entre os índices refrativos ordinários e extraordinários da camada ou núcleo luminescente. O índice refrativo do guia de onda tipicamente é de pelo menos 1,4. Preferivelmente, o índice refrativo do guia de onda está dentro da faixa de 1,4 – 1,8, mais preferivelmente dentro da faixa de 1,4 – 1,7. A aplicação de um guia de onda com um elevado índice
25 refrativo, especialmente relativo ao índice refrativo da película luminescente, assegura que o trajeto óptico da radiação emitida dentro da película luminescente seja reduzido quando a radiação emitida é eficientemente acoplada dentro do guia de onda. A fim de assegurar que a luz emitida seja eficazmente acoplada dentro do guia de onda é ademais vantajoso que a

superfície da camada luminescente (ou núcleo) e a superfície do guia de onda sejam adjacientemente unidas entre si. A camada polimérica alinhada e o guia de onda podem adequadamente ser unidos por meio de um adesivo, desde que o adesivo seja muito transparente à radiação emitida.

5 A camada luminescente dentro do laminado ou fibra óptica tipicamente tem uma espessura de 0,1 – 500 μm , preferivelmente de 5 – 50 μm . O guia de onda tipicamente tem uma espessura de 0,05 – 50 mm, preferivelmente de 0,1 – 10 mm. No caso do guia de onda constituir o núcleo de uma fibra óptica da presente invenção, as faixas supracitadas são aplicáveis
10 ao diâmetro do guia de onda.

Os laminados e fibras ópticos da presente invenção podem adequadamente ser produzidos de materiais flexíveis elásticos. Os laminados e fibras flexíveis assim obtidos podem, por exemplo, ser produzidos como rolos ou podem ser aplicados sobre superfícies curvas. A presente invenção
15 também abrange fibras e laminados que são relativamente rígidos, p. ex., em razão de fazerem uso de uma camada ou núcleo de vidro.

Os presentes laminados e fibras ópticos podem ser manufaturados de muitas diferentes maneiras bem conhecidas na técnica. Os laminados podem ser produzidos primeiro fornecendo-se uma camada
20 (película), p. ex., o guia de onda, seguido por criação in situ das outras camadas, p. ex., por polimerização ou endurecimento in situ. Alternativamente, as camadas individuais podem ser pré-manufaturadas individualmente e, subsequente, ser combinadas em um único laminado, opcionalmente usando-se adesivos e/ou outras técnicas de união.
25 Naturalmente, é também possível empregarem-se combinações destas técnicas. Abordagens similares podem ser usadas na manufatura das fibras ópticas da presente invenção, exceto que, no caso de fibras, o processo de colocação em camadas começará com o fornecimento do núcleo da fibra óptica.

Os materiais adequados para o guia de onda transparente são muito transparentes para a radiação emitida que é para ser transportada através do guia de onda. Materiais adequados incluem polímeros transparentes, vidro, cerâmicas transparentes e suas combinações.

5 Preferivelmente, o guia de onda é feito de um polímero transparente, que pode ser termomoldável ou termoplástico. Estes polímeros podem ser (semi)cristalinos ou amorfos. Polímeros adequados incluem metacrilatos de polimetila, poliestireno, poliarbonato, copolímeros de olefina cíclica, tereftalato de etileno, poliéter sulfona, acrilatos reticulados, epóxis, uretano,
10 borrachas de silicone, bem como combinações e copolímeros destes polímeros.

O laminado óptico da presente invenção pode adequadamente tomar o formato de uma placa planar chata. Entretanto, uma vez que a funcionalidade do laminado óptico não é essencialmente dependente da forma
15 do laminado, também os formatos não-planares são abrangidos pela presente invenção.

A fim de evitar que radiação escape, o presente objeto luminescente pode ser vantajoso para empregar-se um espelho que seja reflexivo a uma larga faixa de radiação óptica, dito espelho sendo localizado
20 na superfície de fundo do objeto, significando que a radiação incidente, que passa através da camada luminescente, bem como a radiação óptica emitida pela mesma camada, na direção do espelho, serão refletidas por dito espelho. Mais particularmente, esta forma de realização fornece um objeto luminescente como definido aqui antes, em que a superfície de fundo é
25 coberta com um espelho que é pelo menos 80% refletivo para comprimentos de onda de 450 – 1200 nm, preferivelmente pelo menos 90% refletivos para comprimentos de onda de 450 – 1200 nm.

As perdas de radiação do presente objeto luminescente podem ser ainda minimizadas aplicando-se espelhos aos lados do objeto que não se

supõe transmitir radiação, p. ex., um dispositivo fotovoltaico. Desta maneira, em uma forma de realização preferida pelo menos um dos lados do objeto é coberto com um espelho que é pelo menos 80% refletivo para comprimentos de onda de 450 – 1200 nm, preferivelmente pelo menos 90% refletivos para
5 comprimentos de onda de 450 – 1200 nm. Mais preferivelmente, pelo menos dois lados e, muitíssimo preferivelmente, pelo menos três lados do objeto são cobertos com tal espelho.

Para certas aplicações, pode ser vantajoso se o presente objeto luminescente for muito transparente para radiação óptica dentro de uma faixa
10 de comprimentos de onda particular. De acordo com um forma de realização particularmente preferida, o objeto luminescente é predominantemente transparente para radiação óptica na faixa de 400 – 500 nm e/ou 600 – 700 nm. Assim, o objeto luminescente pode adequadamente ser aplicado sobre ou usado em lugar de, p. ex., vidraças de janelas ou estufa, visto que a luz visível
15 que é usada na fotossíntese passará através do objeto luminescente, enquanto a radiação óptica de outros comprimentos de onda pode ser concentrada e transportada eficazmente pelo mesmo objeto. De acordo com uma forma de realização muito preferida, o objeto luminescente é predominantemente transparente para radiação óptica em ambas as faixas de 400 – 500 nm e 600 –
20 700 nm. Assim, a presente invenção também abrange uma estufa compreendendo uma ou mais vidraças cobertas com um objeto luminescente, como definido aqui antes, que seja transparente à radiação óptica na faixa de 400 – 500 e/ou 600 – 700 nm, em combinação com uma ou mais células fotovoltaicas capazes de converter radiação óptica em energia elétrica, dita
25 uma ou mais células fotovoltaicas sendo opticamente acoplados ao objeto luminescente.

Uma outra forma de realização da invenção refere-se a um dispositivo fotovoltaico compreendendo um meio de coleta de radiação eletromagnética contendo o objeto luminescente como definido aqui antes e

uma célula fotovoltaica capaz de converter radiação óptica em energia elétrica, que seja opticamente acoplada a um guia de onda consistindo do objeto luminescente, dita célula fotovoltaica preferivelmente sendo disposta na borda do guia de onda ou próximo da borda do guia de onda, na superfície de topo ou de base da camada de guia de onda.

Outra forma de realização da invenção refere-se a um visor ativado por luz fluorescente, compreendendo um objeto luminescente como definido acima.

Ainda outra forma de realização da presente invenção refere-se a um sistema de iluminação de ambiente, compreendendo um objeto luminescente como definido acima, em que o sistema é disposto de tal maneira que a luz solar incidente é convertida em iluminação de ambiente por dito objeto luminescente.

Outro aspecto da invenção refere-se ao uso de um objeto luminescente como definido aqui antes, para concentrar radiação óptica incidente. Este uso do objeto luminescente abrange, p. ex., o uso de películas luminescentes auto-suportantes, que compreendem uma camada luminescente e um espelho seletivo de comprimento de onda, como definido aqui antes. Além disso, dito uso compreende a utilização de laminados ópticos ou fibras ópticas que compreendam uma camada ou núcleo luminescente, um espelho seletivo de comprimento de onda e um guia de onda.

Em uma forma de realização, é provido um sistema LSC sem uma superfície traseira opaca (isto é, por exemplo, sem um espelho traseiro, como aqui descrito), para implementação em uma estufa. Preferivelmente, em uma outra variante, as regiões de comprimento de onda dos espectros não usados (pra crescimento) pelas plantas são coletadas e convertidas em eletricidade via a fotovoltaica. Em ainda outra variante, a luz de maior comprimento de onda (isto é, a luz convertida) é coletada e via um tubo de luz usada para re-iluminar as plantas em um comprimento de onda que as plantas

utilizam para crescimento. Por exemplo, o sistema LSC pode ser aplicado para coletar e converter luz verde, que em geral não é usada pelas plantas, e converte a luz em luz vermelha (ou luz azul, no caso de materiais de conversores ascendentes serem usados). A luz vermelha gerada pode ser usada pelas plantas na estufa.

Em ainda outra forma de realização, os LSC como fibras de acordo com a presente invenção poderiam ser tecidos dentro ou sobre pano ou outros materiais (roupas, sacos de dormir, tendas etc.) e feixes das fibras iluminando uma célula fotovoltaica ou solar para geração elétrica (vide também, por exemplo, a fig. 15). A invenção é também direcionada a tais produtos como roupas, sacos de dormir, tendas etc. (por exemplo, com fibras de cerca de 0,005 mm – 10 cm, preferivelmente cerca de 0,5 mm – 1,0 cm). Um objeto luminescente, na forma de um laminado ou folha com um guia de onda óptico, de acordo com a presente invenção, pode também ser usado para construir-se objetos, tais como laterais de tenda, e pode ser usado para geração de eletricidade por uma célula solar. A invenção é também dirigida a tais objetos.

Além disso, por exemplo, produtos de consumidor de pequena escala, tais como coberturas de laptop, canetas, relógios, coberturas de calculadoras, jóias, chapéus, capas etc. poderiam conter folhas ou fibras do material projetado para geração elétrica por uma célula solar.

Seria também possível utilizar-se a saída de luz diretamente para efeitos visuais, em vez de geração elétrica (isto é, a aplicação do objeto como acima mencionado, sem uma célula solar).

Mais aplicação da invenção pode ser, por exemplo, em sinais ou marcadores de estrada, para gerar eletricidade ou para induzir ou aumentar os efeitos de segurança visual destes sinais, equipamentos ao ar livre que geram eletricidade ou efeitos de luz visuais, barreiras de som, ao lado de rodovias, transparentes, semi-transparentes ou opacas, que geram eletricidade

ou efeitos de iluminação visual etc.

Em uma forma de realização específica, aplicações extraterrestres são incluídas: as ‘velas solares’ para propulsão de espaçonaves podem ser equipadas com os LSC de acordo com a presente invenção, para
5 simultaneamente gerar eletricidade via células PV irradiadas pela radiação coletada por LSC (e opcionalmente também irradiação direta pelo sol), bem como propelir a nave.

Algumas formas de realização específicas de uma célula solar e dos LSC de acordo com a presente invenção são representadas nas figuras
10 14a – 14e. Estas figuras são similares à figura 1 descrita acima. Naturalmente, outras configurações são possíveis, como, por exemplo, aquelas representadas nas figuras 2, 3, 4, 5a, 5b e 16a – 16c. Estes desenhos esquemáticos são somente mostrados para ilustrar possíveis construções:

a. uma célula solar 13, colocada lateralmente, de modo que a
15 luz do guia de onda 2 seja concentrada dentro da célula solar ou célula fotovoltaica 13.

b. uma célula solar 13, colocada no “fundo”, por exemplo, interceptando a camada espelho opcional 9, de modo que a luz do guia de onda 2 seja concentrada dentro da célula solar ou célula fotovoltaica 13.

20 c. uma célula solar 13, colocada no “topo”, por exemplo, interceptando as camadas colestéricas opcionais 7 e 8, de modo que a luz do guia de onda 2 seja concentrada dentro da célula solar ou célula fotovoltaica 13.

d. uma célula solar 13, colocada no “topo”, por exemplo,
25 interceptando camadas colestéricas opcionais 7 e 8 e camada luminescente 1, de modo que a luz do comprimento de onda 2 seja concentrada dentro da célula solar ou célula fotovoltaica 13.

e. uma célula solar 13, colocada na “base”, por exemplo, interceptando a camada espelho opcional 9 e guia de onda 2, de modo que a

luz da guia de onda 2 seja concentrada dentro da célula solar ou célula fotovoltaica 13.

As figuras 14a – 14e também mostram a camada de alinhamento opcional 20, como descrita acima (por exemplo, uma camada PI). Tais camadas de alinhamento são conhecidas da pessoa hábil na técnica.

Outra forma de realização é esquematicamente mostrada na Figura 14. Aqui numerosos (especialmente dois ou mais) concentradores solares, compreendendo a camada luminescente 1 e o guia de onda 2, são usados par fornecer luz solar à célula solar 13. Por exemplo, os LSC podem ser como representados nas figuras 1 – 8. A luz do guia de onda 2 pode ser transportada para a célula solar 13 via guias de ondas (fibras) 26. Opcionalmente, a luz concentrada no guia de onda 2 pode ser colimada pelos colimadores 25 dentro dos guias de ondas 26.

Como será evidente para a pessoa hábil na técnica, as formas de realização esquemáticas das figuras 14a – 14e também incluem formas de realização em que numerosas células solares 13 são incorporadas na combinação da camada luminescente 1 e guia de onda 2. Por exemplo, no caso de a camada luminescente 1 e guia de onda 2 (e outras camadas opcionais, como descrito acima) sejam na forma de uma laminado plano ou substancialmente plano, pelo menos parte de uma ou mais das bordas do laminado de guia de onda 2 pode ser opticamente acoplada a numerosas células solares ou células PV 13. Em consequência, em uma forma de realização é provida uma janela compreendendo o objeto luminescente de acordo com a presente invenção e uma célula fotovoltaica (ou mais do que uma, como será evidente para a pessoa hábil na técnica) capazes de converter radiação óptica em energia elétrica que seja opticamente acoplada ao objeto luminescente.

Além disso, um LSC compreendendo uma camada luminescente 1 e guia de onda 2 de acordo com a presente invenção pode ser

acoplado a mais do que 1 fibra 26 e pode assim fornecer luz a mais do que um célula PV 13.

Em ainda outra forma de realização, o LSC compreendendo a camada luminescente 1 e guia de onda 2 sendo essencialmente uma folha fina de película plástica, como um slide de transparência, com ou sem um suporte adesivo. A película conteria moléculas de corante alinhadas ou não-alinhadas e uma camada preferível e seletivamente reflexiva (por exemplo, esta poderiam ser camadas colestéricas 9a e/ou 9b). Esta película poderia então ser fixada pelo usuário final em qualquer janela. Pré-colocada dentro do caixilho de janela estaria a fotovoltaica. Assim, a janela torna-se o guia de onda 2, transportando a luz para as células solares 13 dentro do caixilho. A película pode ser descartável: isto é, ela pode ser descascada da janela para permitir luz solar natural de volta para dentro do recinto, se desejado.

Em uma forma de realização, as expressões “acoplado opticamente” ou “opticamente acoplado” também inclui o acoplamento óptico de objetos cujas superfícies não são adjacentes, porém entre as quais uma distância pode estar presente. Por exemplo, a célula fotovoltaica 13 fica preferivelmente adjacente ao guia de onda 2, porém, em uma forma de realização, pode haver algum espaço no meio. Tal espaço pode, por exemplo, ser enchido com ar ou compreender um vácuo ou mesmo polímero. O polímero pode, por exemplo, ser usado para fixar uma célula PV ao guia de onda, como em uma forma de realização uma folha de plástico termocurável de elevado índice pode ser aplicado para auxiliar na extração de luz do guia de onda e introdução desta luz dentro do PV. Por exemplo, colocando-se um polímero de baixo índice refrativo entre o espelho metálico da base e a camada de corante ou guia de onda parece aumentar a saída do sistema.

A invenção é também dirigida a formas de realização em que o objeto luminescente compreende, em seguida a uma camada polimérica alinhada (com material fotoluminescente alinhado), ainda uma ou mais

camadas compreendendo material fotoluminescente não orientado.

Em uma forma de realização, o objeto luminescente compreende ainda pelo menos uma camada colestérica reflexiva seletiva de comprimento de onda e seletiva de polarização (mostrada como camadas 7 ou 8). O objeto luminescente pode também compreender (uma célula de) duas ou mas camadas colestéricas reflexivas seletivas de comprimento de onda e seletiva de polarização. Por exemplo, o objeto luminescente pode compreender uma camada colestérica direita e uma esquerda, porém pode também compreender duas camadas colestéricas direitas ou uma célula de camadas colestéricas direita, direita e esquerda ou direita, esquerda direita, como camadas seletivas de comprimento de onda. Tal forma de realização é esquematicamente indicada na Fig. 16c com um espelho seletivo de comprimento de onda compreendendo, em vez de camadas colestéricas direitas e esquerdas 7 e 8, respectivamente, por exemplo, uma célula de três camadas 8 (sendo todas esquerdas ou todas direitas) vide também figura 3)). Como será evidente da pessoa hábil na técnica, esta forma de realização pode também ser aplicável a outras formas de realização, como, por exemplo, esquematicamente mostrado nas outras figuras. Para dar um exemplo, também a fibra das figuras 7 e 8 podem compreender, em vez das camadas 7 e 8, uma ou mais camada(s) colestérica(s) refletindo luz circularmente polarizada para a direita ou uma ou mais camada(s) colestérica(s) refletindo luz circularmente polarizada para a esquerda ou compreender tanto uma ou mais camada(s) colestérica(s) refletindo a luz circularmente polarizada para a direita como uma ou mais camada(s) colestérica(s) refletindo luz circularmente polarizada para a esquerda.

Como mencionado acima, a posição da camada luminescente 1 e guia de onda 2 pode ser trocada (vide, por exemplo, também as figuras 7 e 8), o que é esquematicamente mostrado nas Figs. 16a e 16b, que são variantes das figuras 1 e 14b, porém podem também ser aplicada como variantes a

outras formas de realização.

No caso de que somente uma camada colestérica refletindo luz circularmente polarizada para a direita ou para a esquerda seja aplicada, como camada de topo 7 (ou 8), como, por exemplo, mostrado na figura 13a (vide também formas de realização das figuras 1 – 5 b; 14a – e; 16a-b) ou como camada de base 9 (vide a forma de realização da figura 2) ou tanto tais camadas de topo 7 (ou 8) como de base (9), a refletividade para radiação de emissão pode ser menor do que pelo menos 50%. Pelo menos 25% pode ser suficiente, ou pelo menos 50 % da luz com a polarização específica (circularmente polarizada para a direita ou para a esquerda, respectivamente). Em consequência, em uma forma de realização específica, um objeto luminescente é provido, compreendendo:

a. uma camada ou núcleo luminescente contendo um material fotoluminescente; e

b. um espelho seletivo de comprimento de onda;
em que a camada ou núcleo luminescente é opticamente acoplado ao espelho seletivo de comprimento de onda, dito espelho seletivo de comprimento de onda sendo pelo menos 50% transparente à luz absorvida pelo material fotoluminescente e pelo menos 25% reflexiva à radiação que é emitida pelo material fotoluminescente e em que o espelho seletivo de comprimento de onda compreende uma camada colestérica de polímero nemático quirais.

Especialmente, um objeto luminescente é provido, em que o espelhos seletivos de comprimento de onda o espelho seletivo de comprimento de onda polimérico compreende uma ou mais camada(s) colestérica(s) refletindo luz circularmente polarizada para a esquerda ou compreende tanto uma ou mais camada(s) colestérica(s) refletindo luz circularmente polarizada para a direita como uma ou mais camada(s) colestérica(s) refletindo luz circularmente polarizada para a esquerda. As

formas de realização específicas ainda descritas nas reivindicações, especialmente reivindicações 3, 7, 11 – 27 são também aplicáveis a esta forma de realização.

Em ainda uma outra forma de realização, em vez de ou em
 5 adição à conversão descendente do material fotoluminescente (isto é material que absorve luz em um mais curto comprimento de onda do que emite luz, por exemplo, um conversor verde para vermelho), o objeto luminescente da invenção pode também compreender materiais de conversão ascendente (isto é, materiais que absorvem luz em um mais curto comprimento de onda do que
 10 emitem luz.

A invenção é ainda ilustrada por meio dos seguintes exemplos.

EXEMPLOS

Exemplo 1

Um substrato de vidro puro tem uma camada de alinhamento
 15 de poliimida (Optimer A1 1051, da JSR Micro) moldado em fusão sobre ele a 2000 rpm/s em uma aceleração de 2500 rpm/s^2 por 45 seg. Após isto, o substrato foi aquecido por 1,5 hora a 180°C sob vácuo. A camada de alinhamento foi esfregada com um pano de veludo, para induzir um alinhamento planar do cristal líquido colestérico aplicado.

20 No lado oposto do slide, uma mistura dopada com corante isotrópico foi aplicada. A mistura foi preparada misturando-se 1 % em peso de Irgacure 184 (da Ciba Chemicals) e 1 % em peso de DCM (4-dicianometileno-2-metil-6-(p-dimetilaminoestirila)-4H-pirano (da Aldrich Chemicals), junto com uma solução contendo 75 % em peso de pentaacrilato
 25 de dipentaeritritol (Aldrich) e 25 % em peso de etanol. Uma película com a espessura de aproximadamente $10 \mu\text{m}$ foi produzida por revestimento por rotação a 4000 rpm por 45 segundos (2500 rpm/seg velocidade de rampa). A amostra foi curada UV ($\lambda = 365 \text{ nm}$) sob uma atmosfera de N_2 por 10 minutos em temperatura ambiente. Os espectros de absorção e emissão da amostra

podem ser vistos na Figura 9 como curvas cheias e pontilhadas em negrito, respectivamente.

Um espelho de prata de 120 nm foi borrifado no topo da camada de corante, empregando-se um revestidor de borrificação convencional (revestidor de borrificação Emitech K575X, em uma corrente de 65 mA por 2,5 min).

Uma mistura colestérica foi feita misturando-se 3,9 % em peso de um dopante quiral para a direita LC756 (da BASF), 1 % em peso Irgacure 184 (da Ciba Chemicals), 1 % em peso de tensoativo e 94 % em peso de hospedeiro de cristal líquido reativo RM257 (Merck) dissolvido em xileno 55 % em peso de sólidos, 45 % em peso de solvente). Subseqüentemente, a mistura foi agitada a 80°C por 3 horas.

A mistura colestérica foi moldada por rotação sobre a camada de alinhamento de poliimida a 2000 rpm por 45 s, com uma velocidade de aceleração de 2500 rpm/s. Após moldagem por rotação, o substrato foi aquecido a 80°C por cerca de 1 min, para evaporar o solvente e permitir que o tensoativo melhore o alinhamento do cristal líquido nemático quiral. Em seguida, a fotopolimerização foi realizada em temperatura ambiente por irradiação por 10 min, usando-se uma lâmpada UV (comprimento de onda pico 365 nm) em um ambiente-N₂. Um segundo colestérico para a esquerda pôde então ser facilmente aplicado à superfície usando-se um processo similar. Finalmente, uma camada de tinta prata reflexiva foi aplicada às três bordas do guia de onda, resultando no dispositivo final.

O procedimento acima foi repetido duas vezes usando-se 4,2 e 4,5 % em peso do dopante quiral para a direita LC756. A Figura 9 representa os espectros de transmissão da camada colestérica contendo 3,5 % em peso do dopante quiral para a direita exposto à luz não polarizada em três ângulos de incidência, isto é, 0°, 20° e 40°. Os espectros de transmissão para as camadas colestéricas contendo 4,2 % em peso ou 4,5 % em peso do dopante quiral são

essencialmente idênticos, exceto que a faixa de reflexão para as camadas contendo 4,2 % em peso e 4,5 % em peso ocorre em comprimentos de onda significativamente mais curtos. Para sermos mais precisos, a faixa de reflexão para a incidência de luz perpendicular na amostra de 4,2 % em peso é mudada para azul em cerca de 32 nm e a faixa de reflexão para a amostra de 4,5 % em peso em cerca de 83 nm.

A saída de luz das amostras LSC foi determinada usando-se um Autronic DMS 703 (Melchers GmbH) junto com um CCD-Spect-2 (Câmera-CCD). As amostras de LSC foram colocadas em um suporte de amostra feito sob medida e expostas a uma fonte de luz aproximadamente uniforme, localizada em uma distância de cerca de 11 cm. A saída de luz de uma pequena área (cerca de 0,8 cm²) da borda de emissão da amostra foi medida através de uma distribuição angular de -50 – 50° em etapas de 1 grau. A emissão total foi determinada por integração dos espectros através de todos os comprimentos de onda medidos (350 – 800 nm) e todos os ângulos. As medições ao longo do comprimento da borda da amostra indicam pouca variação da posição, porém para estes experimentos a posição de medição de emissão foi fixa. Todas as medições para amostras únicas com múltiplas camadas foram feitas no mesmo dia. Um esboço da instalação de medição é mostrado na Figura 10.

Amostra	Quantidade de dopante quiral usado	Ângulo de incidência		
		0°	20°	40°
A	3,9 % em peso	17%	14%	11%
B	4,2 % em peso	4%	0,6%	-8%
C	4,5 % em peso	1%	-6%	-14%

Como pode ser claramente visto, a aplicação da única camada colestérica (Amostra A) melhorou a saída de luz pelo menos 11 – 17% e pela aplicação de uma segunda camada esquerda esta melhoria será da ordem de 20 – 35%. Os resultados obtidos para as amostras B e C são reduzidos porque a faixa de reflexão da camada colestérica parcialmente coincide com o pico de

absorção do material fotoluminescente e/ou somente parcialmente coincide com o pico de emissão de dito material fotoluminescente.

Aqui, a camada de alinhamento foi usada para alinhar as camadas colestéricas.

5 Este experimento foi repetido, porém utilizando-se um substrato pmma em lugar de um substrato de vidro. Uma camada de alinhamento de poliimida (Optimer Al 1051 da JSR Micro) foi moldada por rotação sobre ele a 2000 rpm/s em uma aceleração de 2500 rpm/s² por 45 seg. Após isto, o substrato foi aquecido por 1,5 hora a 100°C no ar. O camada de
10 alinhamento foi esfregada com um pano de veludo, para induzir um alinhamento planar do cristal líquido colestérico aplicado.

No lado oposto do slide, uma mistura dopada com corante isotrópico foi aplicada. A mistura foi preparada misturando-se 1 % em peso de Irgacure 184 (da Ciba Chemicals) e 1 % em peso DCM (4-Diciametilen-
15 2-metil-6-(-dimetilaminoestireil)-4H-pirano (da Aldrich Chemicals), junto com uma solução contendo 75 % em peso de pentaacrilato de dipentaeritritol (Aldrich) e 25 % em peso de etanol. Uma película com espessura de aproximadamente 10 µm foi produzida por revestimento por rotação a 4000 rpm por 45 segundos (velocidade de rampa de 2500 rpm/seg). A amostra foi
20 curada UV ($\lambda = 365$ nm) sob uma atmosfera N₂ por 10 minutos em temperatura ambiente.

Um espelho de prata de 120 nm foi borrifado no topo da camada de corante usando-se um revestidor de borrifo convencional (revestidor de borrifo Emitech K575X, em uma corrente de 65 mA por 2,5
25 min).

Uma mistura colestérica foi feita misturando-se 4,1 % em peso de um dopante quiral para a direita LC756 (da BASF), 2 % em peso de Irgacure 184 (da Ciba Chemicals), 1 % em peso de tensoativo e 94 % em peso de hospedeiro de cristal líquido reativo RM257 (Merck) dissolvido em xileno

(55 % em peso sólidos, 45 % em peso solvente). Subseqüentemente, a mistura foi agitada a 80°C por 3 horas.

A mistura colestérica foi moldada por rotação sobre a camada de alinhamento de poliimida a 2000 rpm por 45 seg, com uma velocidade de
5 aceleração de 2500 rpm/s. Após moldar por rotação, o substrato foi aquecido a 80°C por cerca de 1 min, para evaporar o solvente e permitir que o tensoativo melhore o alinhamento do cristal líquido nemático quiral. Em seguida, a fotopolimerização foi realizada em temperatura ambiente por irradiação por 10 min, empregando-se uma lâmpada-UV (comprimento de
10 onda pico 365 nm) em um ambiente de N₂. Uma segunda colestérica para a esquerda pôde então ser facilmente aplicada à superfície usando-se um processo similar. Finalmente, uma camada de tinta de prata reflexiva foi aplicada a três bordas do guia de onda, resultando no dispositivo final.

A saída de luz da amostra LSC foi determinada usando-se um
15 Autronic DMS 703 (Melchers GmbH) junto com um CCD-Spect-2 (Câmera-CCD). As amostras de LSC foram colocadas em um suporte de amostra feito sob medida e expostas a uma fonte de luz aproximadamente uniforme, localizada a uma distância de cerca de 11 cm. A saída de luz de uma pequena área (cerca de 0,8 cm²) da borda de emissão da amostra foi medida através de
20 uma distribuição angular de -70-70° em etapas de 1 grau. A emissão total foi determinada integrando-se os espectros através de todos os comprimentos de onda medidos (350 – 800 nm) e todos os ângulos. Para este experimento, a posição de medição de emissão foi fixada.

A amostra com o único colestérico para a direita demonstrou
25 um aumento de 34% na saída de luz integrada para luz de entrada perpendicular à superfície da guia de onda, quando comparada com a saída de luz integrada da camada de corante nua. Quando subseqüentemente coberta com o segundo colestérico para a esquerda, a saída de luz integrada total foi determinada como sendo 53% maior do que a da camada de corante sozinha

para luz de entrada incidente perpendicular à superfície do guia de onda.

Exemplo 2

Uma mistura de cristal líquido dopada com corante homeotrópico foi aplicada a um slide de vidro puro de 30 mm x 30 mm x 1 mm. A mistura de material líquido foi preparada misturando-se uma solução de etanol, que continha 1 % em peso de Irgacure 184 (da Ciba Chemicals) e 1 % em peso de Coumarin 30 (da Aldrich Chemicals), junto com uma solução contendo 50 % em peso de monômero RMM77 e um xileno de 50 % em peso em uma relação em peso de 1:1. RMM77 (Merck) é um cristal líquido reativo homeotrópico nemático, cujos componentes principais são os cristais líquidos RM82 e RM257 (ambos Merck) e um dopante homeotrópico. A mistura foi agitada a 80°C por 2 horas, até todo etanol fosse evaporado. O xileno foi evaporado aplicando-se a mistura sobre os guias de ondas pré-aquecidos (80 gc) por 10 minutos. Após evaporação do xileno, uma película úmida foi criada com uma haste Meyer de 24 μm , resultando em uma película com a espessura de aproximadamente 10 μm . As amostras foram curadas UV ($\lambda = 365 \text{ nm}$) sob uma atmosfera N_2 por 4 minutos em temperatura ambiente e então por 4 minutos a 110°C.

A medição da saída de luz pela amostra foi realizada por um Autronic DMS 703 (Melchers GmbH) junto com um CCD-Spect-2 (Câmera CCD). As amostras LSC foram colocadas em um suporte de amostra feito sob medida e expostas a uma fonte de luz colimada. A saída da luz da superfície da amostra foi medida através de uma distribuição angular de 0 – 90°, em etapas de 1 grau. A emissão pico foi determinada e comparada à emissão pico da superfície de uma amostra isotrópica, preparada da exata maneira como descrito acima, porém usando-se uma mistura RM82 e RM257, não contendo o dopante homeotrópico. O resultado foi que a amostra homeotrópica quase repartiu igualmente a quantidade de luz perdida através da amostra, desse modo aumentando a quantidade de luz dirigida para dentro do guia de onda. A

Figura 11 representa o resultado deste experimento. Nesta figura, a intensidade de luz emitida pela superfície é fornecida em função do ângulo de emissão para duas amostras, uma com um corante isotropicamente alinhado (círculos) e um com o corante homeotropicamente alinhado (triângulos). Observe-se que para o guia de onda usado neste experimento, toda luz acima de 33° foi capturada pela reflexão interna total e, assim, não pôde escapar através da superfície. O guia de onda aqui compreende a placa de vidro tendo dimensões de $30 \times 30 \times 1$ mm ($l \times w \times h$).

O desempenho deste LSC é melhorado substancialmente pela aplicação de uma camada colestérica direita e esquerda, acoplada com os espelhos de prata, como descrito no Exemplo 1.

Exemplo 3

O Exemplo 2 é repetido, exceto que um polímero cristalino líquido é empregado que é alinhado em um ângulo de inclinação em torno de 30° , utilizando-se o procedimento descrito por Sinha et al. em Appl. Phys. Lett. (2001), 79 (16), 2543 – 2545.

Repetindo, a eficiência do LSC é medida usando-se a metodologia descrita no Exemplo 1. Os resultados mostram que a eficiência do LSC excede a eficiência dos LSCs descritos nos exemplos 1 e 2. Esta superior eficiência acredita-se ser associada com um melhorado acoplamento da radiação emitida para dentro do guia de onda.

Exemplo 4

Um alinhamento inclinado das moléculas de corante foi também obtido da seguinte maneira. Uma solução foi preparada de dois polímeros: 4% Nissan G1211, um poliimida homeotrópico, e 96% Nissan g130, um poliimida planar. Esta solução foi moldada por rotação em uma placa de vidro de $30 \times 30 \times 1$ mm a 5000 rpm por 60 segundos e curada em um forno de vácuo por 90 minutos a 180°C . O poliimida foi esfregado em um pano de veludo.

Uma mistura contendo 1% de um corante baseado em perileno, 1% do fotoiniciador Irg 184 (Ciba Chemicals) e 98% RM257 (Merck), dissolvida em uma relação de 55:45 % em peso em xileno, foi moldada por rotação sobre as camadas de alinhamento de poliimida a 2000 rpm por 40 segundos e colocada em uma placa quente a 80° para evaporar o solvente. Este procedimento resultou em um ângulo de inclinação dos corantes baseados em perileno de cerca de 15°.

A saída de luz da amostra de LSC foi determinada usando-se um Autronic DMS 703 (Melchers GmbH) junto com um CCD-Spect-2 (Câmera-CCD). As amostras de LSC foram colocadas em um suporte de amostra feito sob medida e expostas a uma fonte de luz aproximadamente uniforme, localizada em uma distância de cerca de 11 cm. A saída de luz de uma pequena área (cerca de 0,8 cm²) da borda de emissão da amostra foi medida através de uma distribuição angular de -70 – 70° em etapas de 1 grau. A emissão total foi determinada integrando-se os espectros através de todos os comprimentos de onda medidos (350 – 800 nm) e todos os ângulos. Para este experimento, a posição de medição de emissão foi fixa. A saída de luz integrada total desta amostra foi de ~10% mais elevada do que a saída de uma amostra aleatoriamente orientada, preparada da mesma maneira (que não compreendia uma camada de alinhamento de poliimida).

Deve ser observado que as formas de realização acima mencionadas ilustram em vez de limitar a invenção e que aqueles hábeis na técnica serão capazes de projetar muitas formas de realização alternativas, sem desvio do escopo das reivindicações anexas. Nas reivindicações, quaisquer sinais de referência colocados entre parênteses não serão interpretados como limitando a reivindicação. O uso do verbo “compreender” e suas conjugações não exclui a presença de elementos ou etapas que não aquelas citadas em uma reivindicação. O artigo “um” ou “uma” precedendo um elemento não exclui a presença de uma pluralidade de tais elementos. A

invenção pode ser implementada por meio de hardware compreendendo diversos elementos distintos e por meio de um computador adequadamente programado. Na reivindicação do dispositivo enumerando diversos meios, diversos destes meios podem ser corporificados pelo mesmo item de hardware. O mero fato de que certas medidas são mencionadas em reivindicações dependentes mutuamente diferentes não indica que uma combinação destas medidas não possa ser usada com vantagem.

REIVINDICAÇÕES

1. Objeto luminescente, caracterizado pelo fato de compreender:

a. uma camada ou núcleo luminescente, contendo um material fotoluminescente; e

b. um espelho seletivo de comprimento de onda;

em que a camada luminescente ou núcleo luminescente é opticamente acoplado ao espelho seletivo de comprimento de onda, dito espelho seletivo de comprimento de onda sendo pelo menos 50% transparente à luz absorvida pelo material fotoluminescente e pelo menos 50% refletivo à radiação que é emitida pelo material fotoluminescente e em que o espelho seletivo de comprimento de onda compreende uma camada colestérica de polímero nemático quiral.

2. Objeto luminescente de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de o espelho seletivo de comprimento de onda polimérico compreender uma ou mais camada(s) colestérica(s) refletindo luz circularmente polarizada para a direita ou uma ou mais camada(s) colestérica(s) refletindo luz circularmente polarizada para a esquerda ou compreende tanto uma ou mais camada(s) colestéricas refletindo luz circularmente polarizada para a direita e uma ou mais camada(s) colestérica(s) refletindo luz circularmente polarizada para a esquerda.

3. Objeto luminescente de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de compreender uma primeira camada colestérica refletindo luz circularmente polarizada para a direita e uma segunda camada colestérica refletindo luz circularmente polarizada para a esquerda.

4. Objeto luminescente, caracterizado pelo fato de compreender uma camada ou núcleo luminescente contendo um material fotoluminescente e um espelho seletivo de comprimento de onda; em que a camada luminescente ou núcleo luminescente é opticamente acoplado ao

espelho seletivo de comprimento de onda, dito espelho seletivo de comprimento de onda sendo pelo menos 50% transparente à luz absorvida pelo material fotoluminescente e pelo menos 50% reflexivo à radiação que é emitida pelo material fotoluminescente e em que o espelho seletivo de comprimento de onda compreende uma camada de células poliméricas.

5 5. Objeto luminescente de acordo qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de o espelho seletivo de comprimento de onda compreender uma primeira camada de células poliméricas refletindo uma polarização de luz e uma segunda camada de células poliméricas refletindo a polarização oposta de luz.

10 6. Objeto luminescente de acordo qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de a refletividade do espelho seletivo de comprimento de onda, para radiação emitida pelo material fotoluminescente, exceder a refletividade do mesmo espelho para radiação óptica absorvida por dito material fotoluminescente em pelo menos 50%, preferivelmente pelo menos 80%.

20 7. Objeto luminescente de acordo qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de o espelho seletivo de comprimento de onda ser pelo menos 60% transparente, preferivelmente pelo menos 70% transparente à luz absorvida pelos materiais fotoluminescentes.

8. Objeto luminescente de acordo qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de o espelho seletivo de comprimento de onda ser pelo menos 60% refletivo, preferivelmente pelo menos 70% refletivo à radiação que é emitida pelo material fotoluminescente.

25 9. Objeto luminescente de acordo qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de o espelho seletivo de comprimento de onda compreender um espelho seletivo de polarização que é pelo menos 50% transparente à luz absorvida pelo material fotoluminescente e que é pelo menos 50% refletivo à radiação polarizada circular ou linear com

a apropriada polarização.

10. Objeto luminescente de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de o espelho seletivo de comprimento de onda compreender uma primeira camada de células poliméricas refletindo uma polarização de luz e uma segunda camada de células poliméricas refletindo a polarização oposta de luz, ambas camadas de células poliméricas sendo localizadas no mesmo lado da camada luminescente ou sendo localizadas fora do núcleo luminescente.

11. Objeto luminescente de acordo qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de a camada luminescente ou núcleo luminescente compreender um polímero alinhado que contém um material fotoluminescente orientado.

12. Objeto luminescente de acordo qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de o objeto ser uma laminado óptico ou uma fibra óptica, dito objeto compreendendo um guia de onda que é opticamente acoplado à camada ou núcleo luminescente, em que o índice refrativo do guia de onda, n_w , é de modo que $n_w > n_o - 0,005$, em que n_o é o índice refrativo ordinário do polímero alinhado.

13. Objeto luminescente de acordo qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de o objeto ser predominantemente transparente para radiação óptica na faixa de 400 – 500 e/ou 600 – 700 nm.

14. Objeto luminescente de acordo qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de compreender uma camada luminescente e um guia de onda, em que o objeto é um laminado óptico ou uma fibra óptica, o objeto luminescente sendo acoplado opticamente ao guia de onda, o objeto luminescente compreendendo um polímero alinhado, que contém um material fotoluminescente orientado, dito material fotoluminescente orientado sendo imobilizado dentro do polímero

alinhado e dito polímero alinhado tendo um ângulo pré-inclinado de $10 - 90^\circ$ em relação à superfície do objeto.

15. Objeto luminescente de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de o material fotoluminescente orientado ter uma
5 relação dicrótica de pelo menos 2,0, preferivelmente de pelo menos 3,0, muitíssimo preferivelmente de pelo menos 50,0 em uma célula planar.

16. Objeto luminescente de acordo com a reivindicação 14 ou 15, caracterizado pelo fato de o polímero alinhado ter um ângulo pré-inclinado de $30 - 80^\circ$.

10 17. Objeto luminescente de acordo qualquer uma das reivindicações 14 a 16, caracterizado pelo fato de o polímero alinhado ter um ângulo pré-inclinado de $30 - 70^\circ$, preferivelmente de $40 - 70^\circ$, mais preferivelmente $40 - 60^\circ$.

15 18. Objeto luminescente de acordo qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de o objeto ser uma fibra óptica compreendendo uma camada luminescente e um núcleo de guia de onda.

20 19. Objeto luminescente de acordo qualquer uma das reivindicações 1 a 17, caracterizado pelo fato de o objeto ser uma fibra óptica compreendendo um núcleo luminescente e um guia de onda.

20. Objeto luminescente de acordo qualquer uma das reivindicações 14 a 19, caracterizado pelo fato de o guia de onda não compreender um corante fluorescente.

25 21. Objeto luminescente de acordo qualquer uma das reivindicações 14 a 20, caracterizado pelo fato de o ângulo pré-inclinado estar dentro da faixa de $15 - 85^\circ$.

22. Objeto luminescente de acordo qualquer uma das reivindicações 14 a 20, caracterizado pelo fato de o ângulo pré-inclinado estar dentro da faixa de $30 - 60^\circ$.

23. Dispositivo fotovoltaico, caracterizado pelo fato de compreender um meio de coleta de radiação eletromagnética contendo um objeto como definido em qualquer uma das reivindicações precedentes e uma célula fotovoltaica capaz de converter radiação óptica em energia elétrica que
5 é opticamente acoplada ao objeto luminescente.

24. Visor ativado por luz fluorescente, caracterizado pelo fato de compreender um objeto luminescente como definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 22.

25. Sistema de iluminação de ambiente, caracterizado pelo fato
10 de compreender um objeto luminescente como definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 22.

26. Janela, caracterizada pelo fato de compreender o objeto luminescente como definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 22 e uma célula fotovoltaica capaz de converter a radiação óptica em energia
15 elétrica, que é opticamente acoplada ao objeto luminescente.

27. Uso de um objeto luminescente como definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 22, caracterizado pelo fato de ser para concentrar radiação óptica incidente.

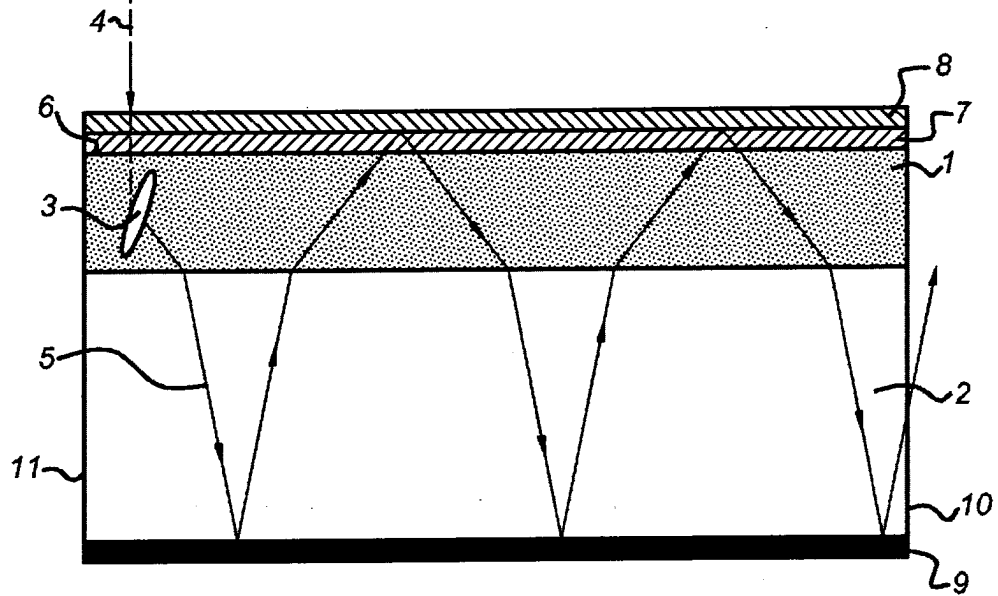
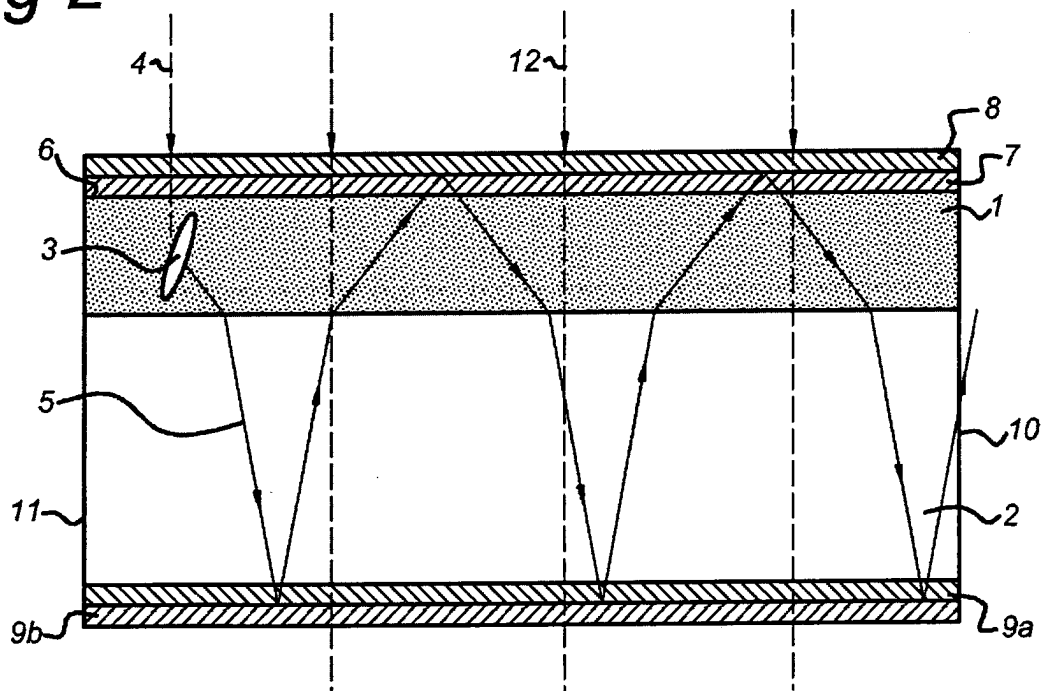
Fig 1**Fig 2**

Fig 3

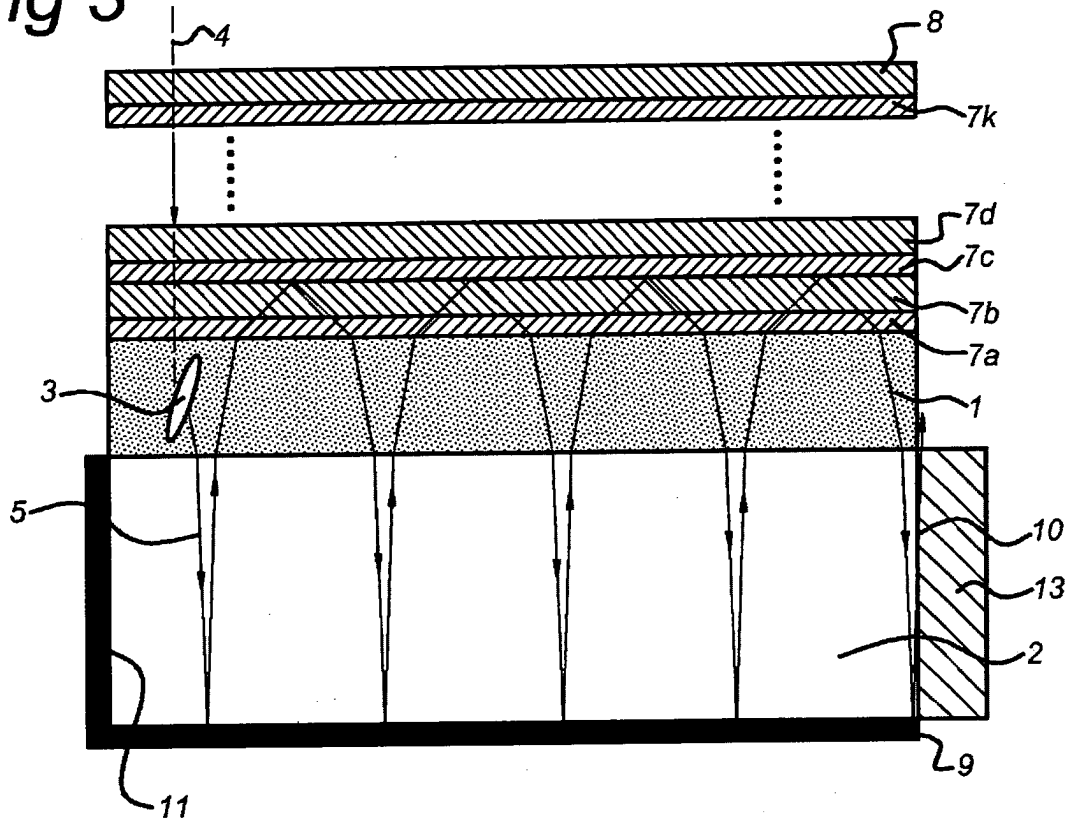


Fig 4

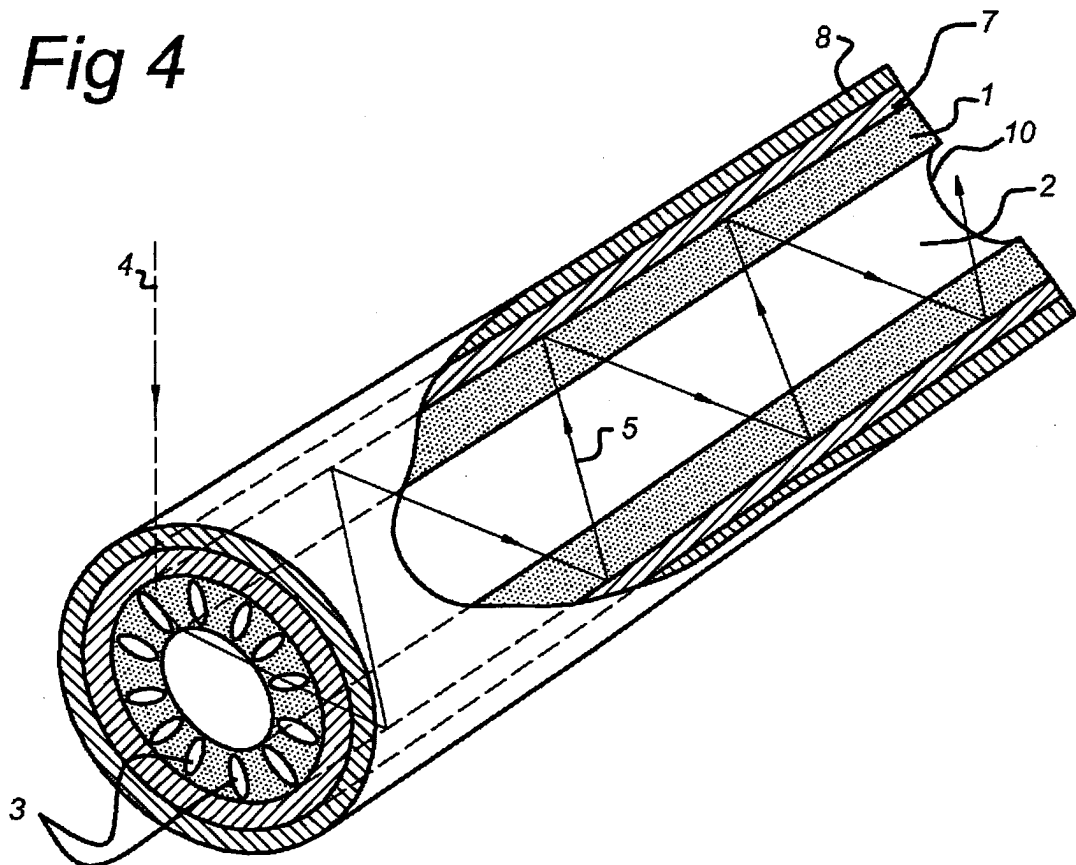


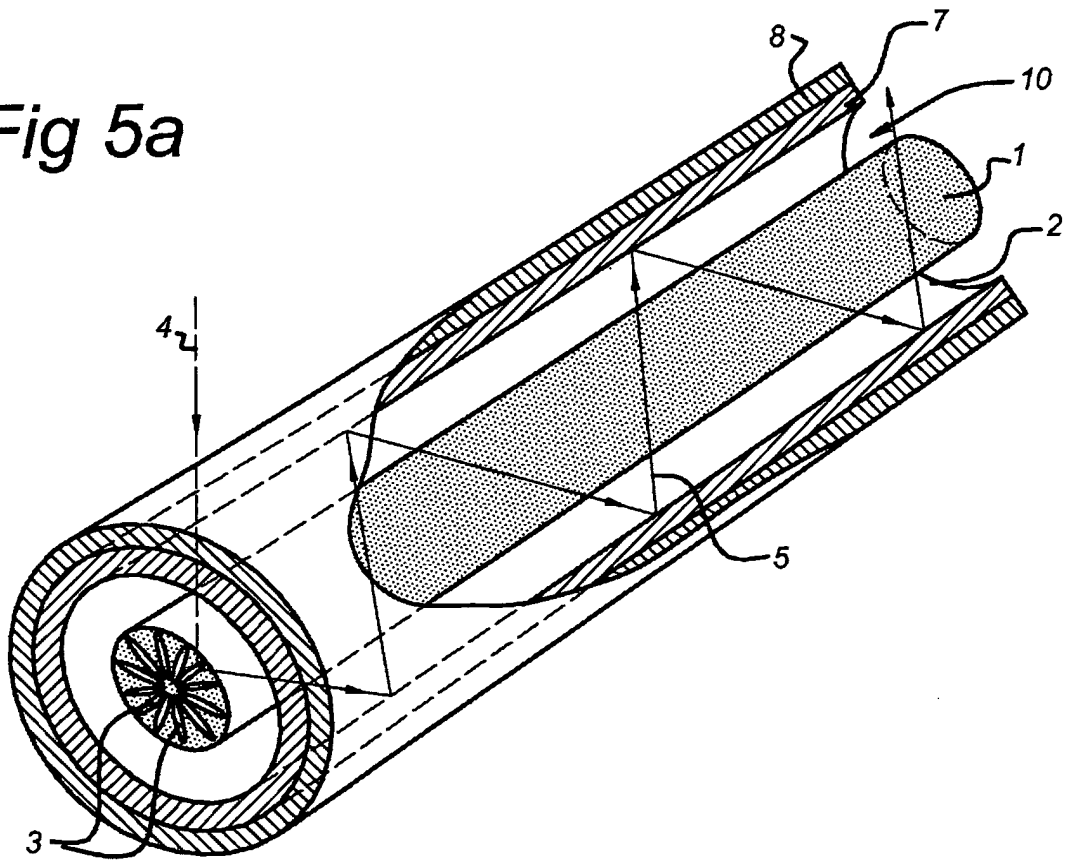
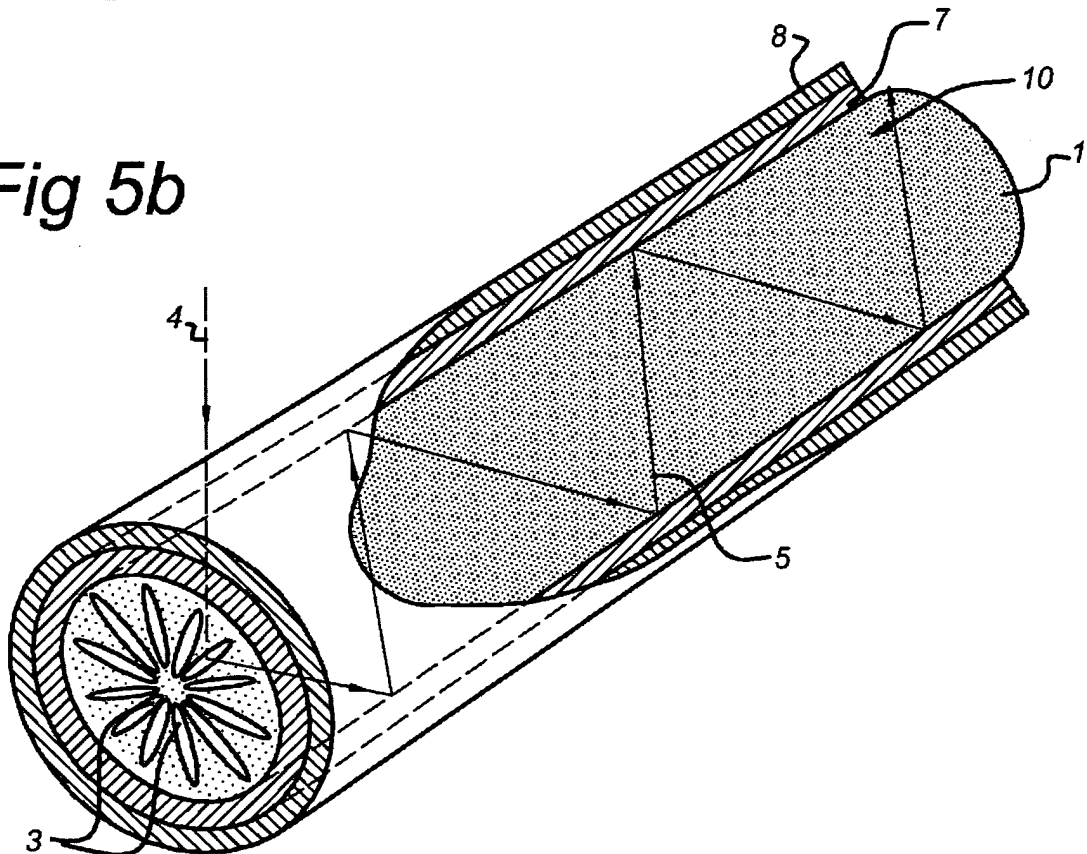
Fig 5a*Fig 5b*

Fig 6

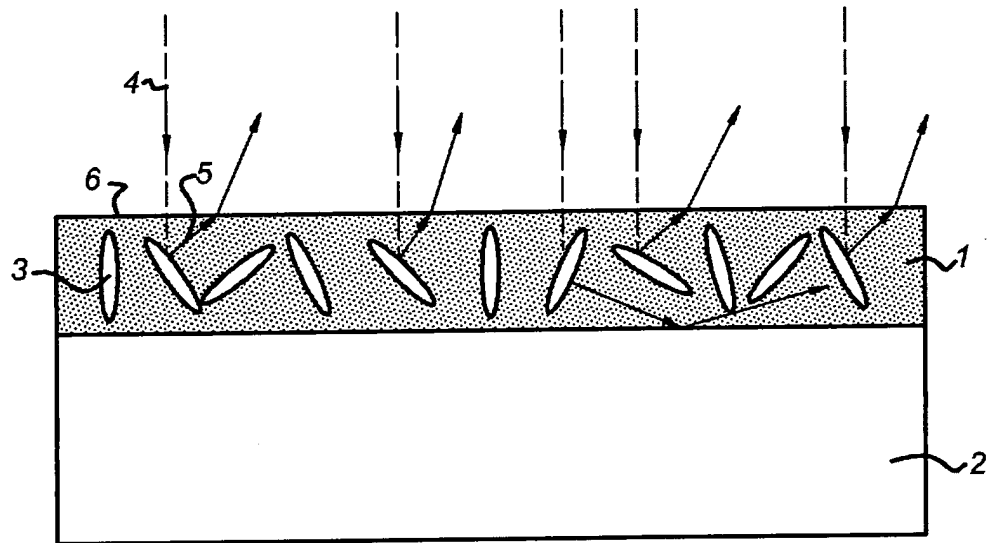


Fig 7

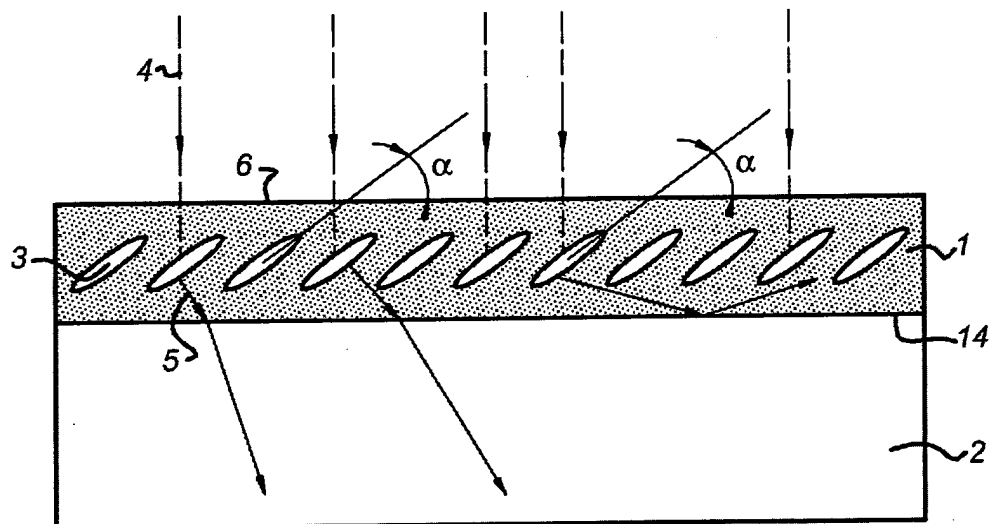


Fig 8

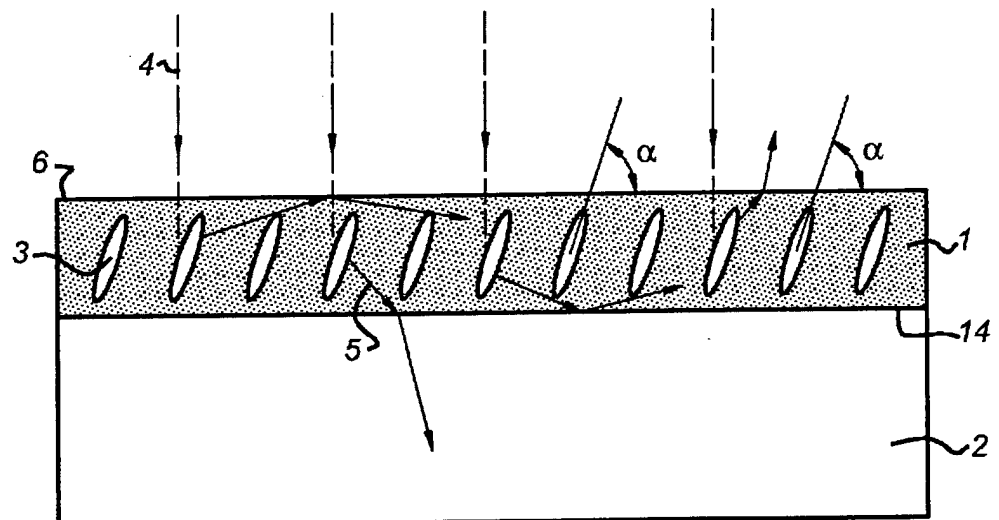


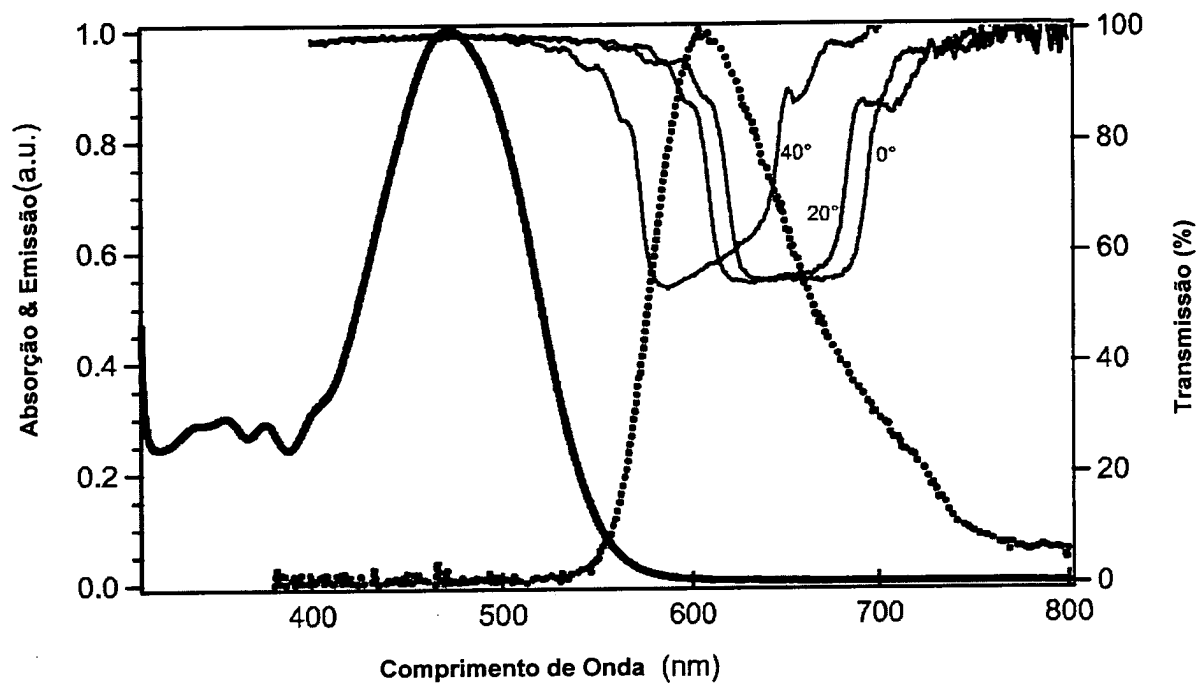
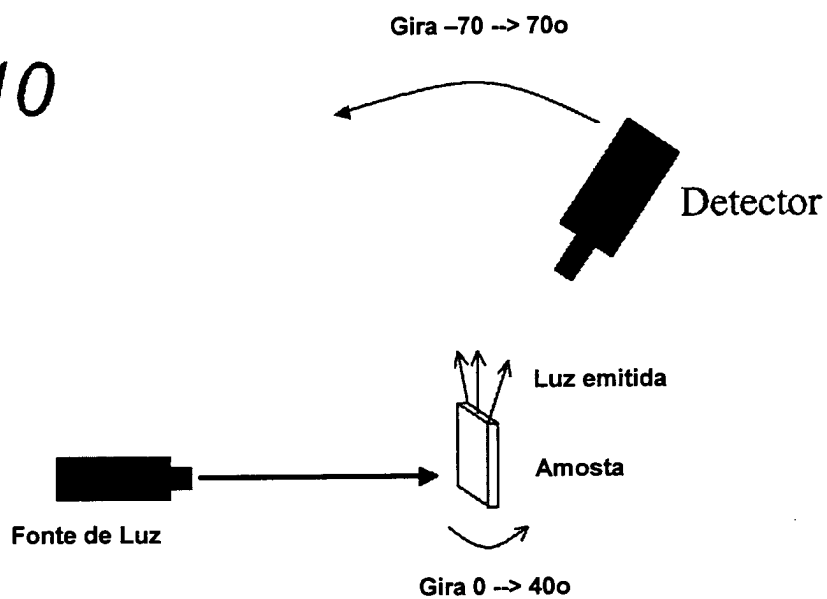
Fig 9*Fig 10*

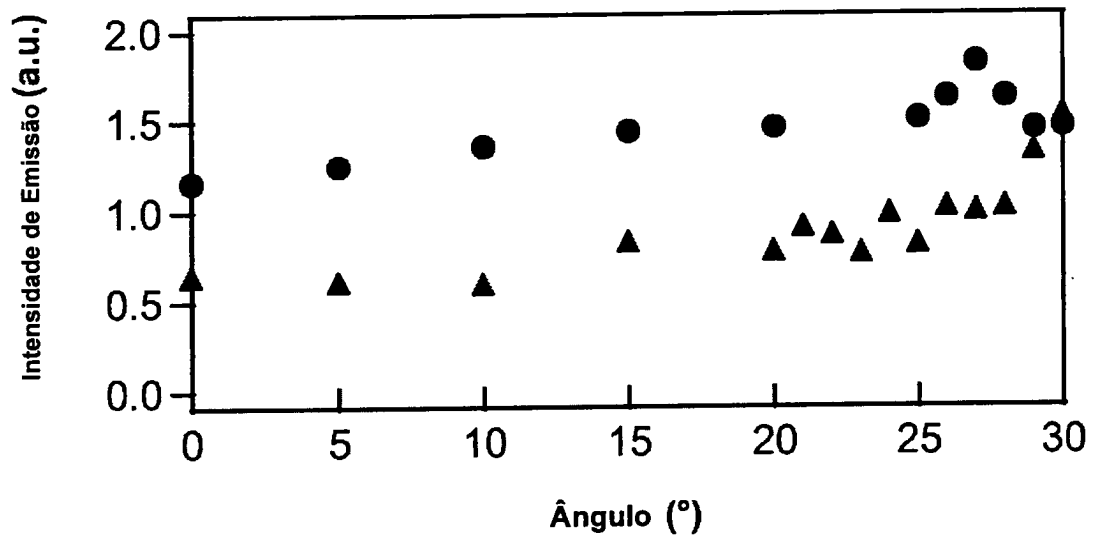
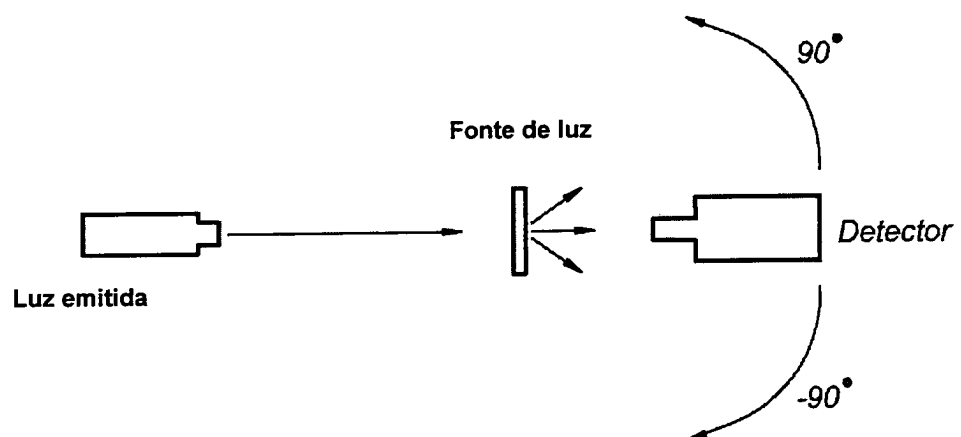
Fig 11*Fig 12*

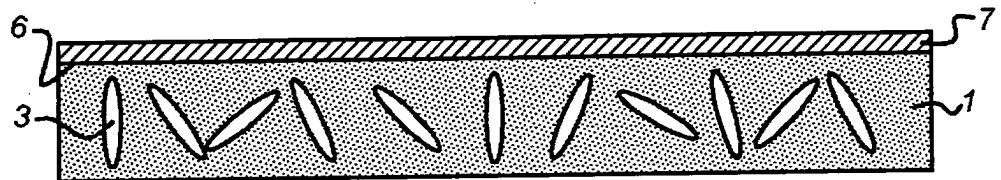
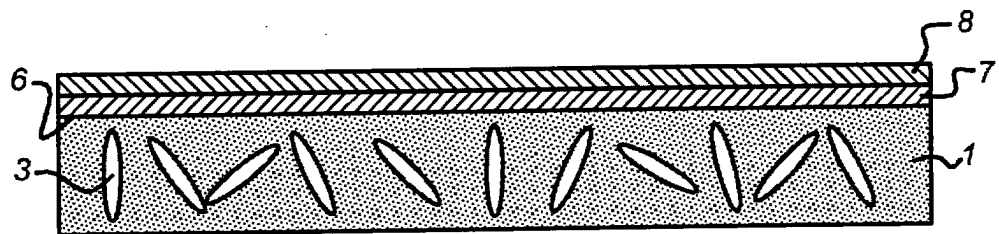
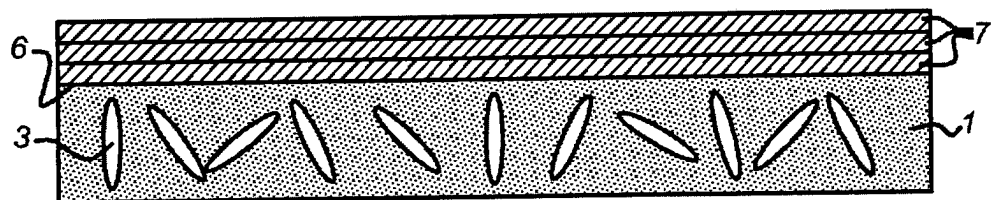
Fig 13a*Fig 13b**Fig 13c*

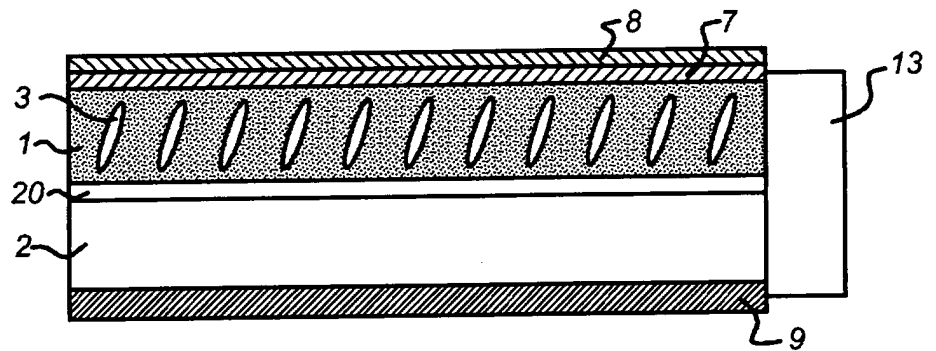
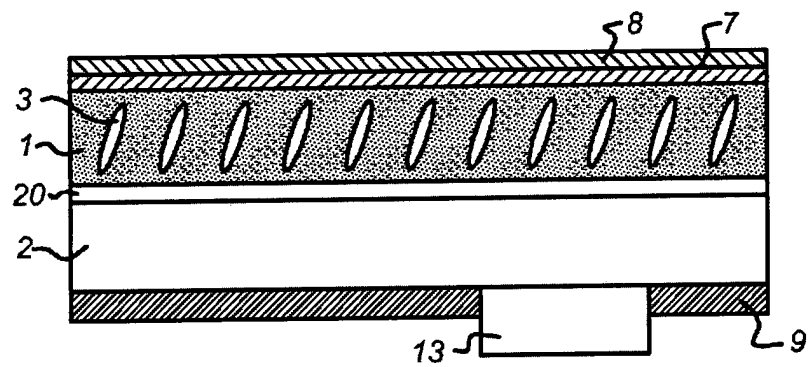
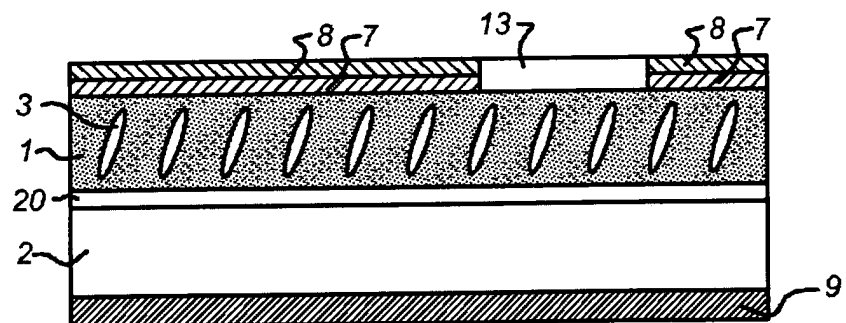
Fig 14a*Fig 14b**Fig 14c*

Fig 14d

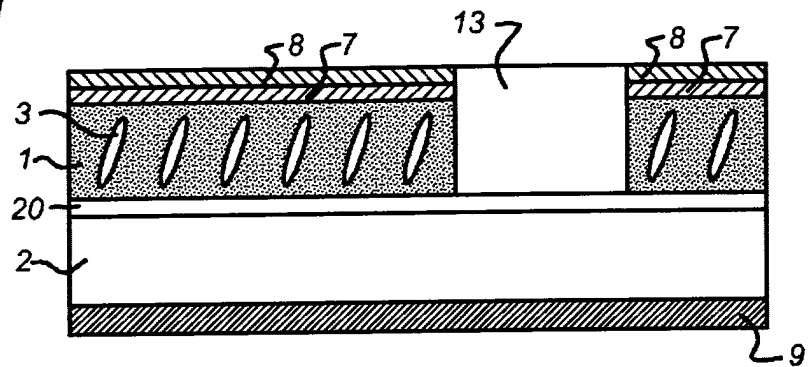


Fig 14e

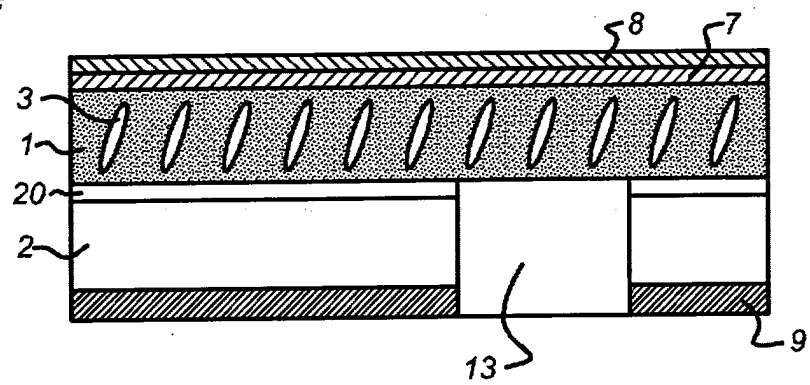


Fig 15

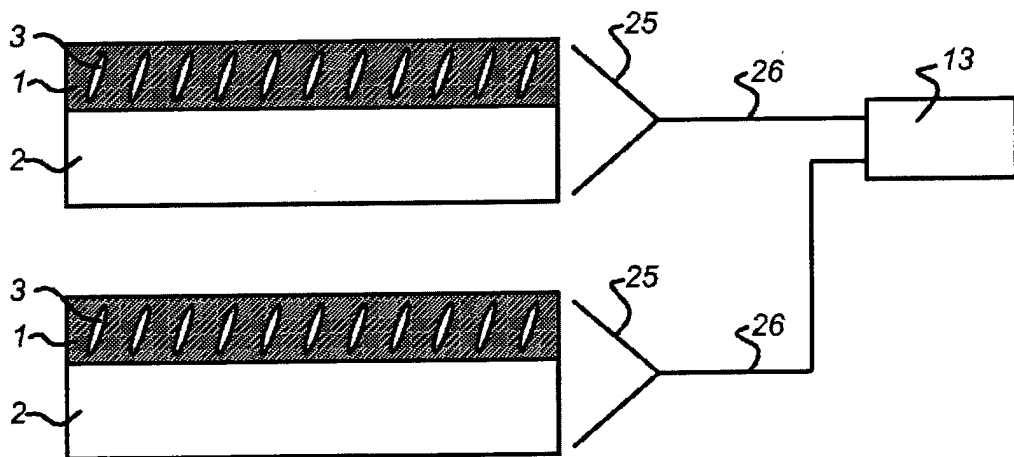
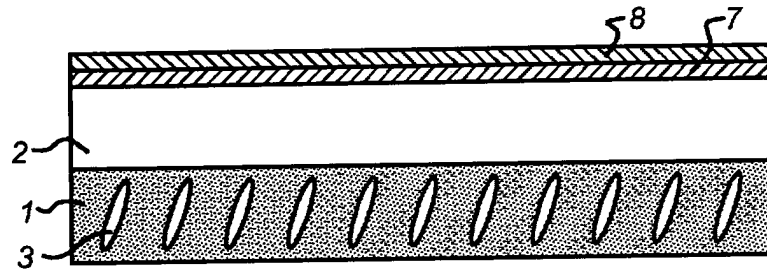
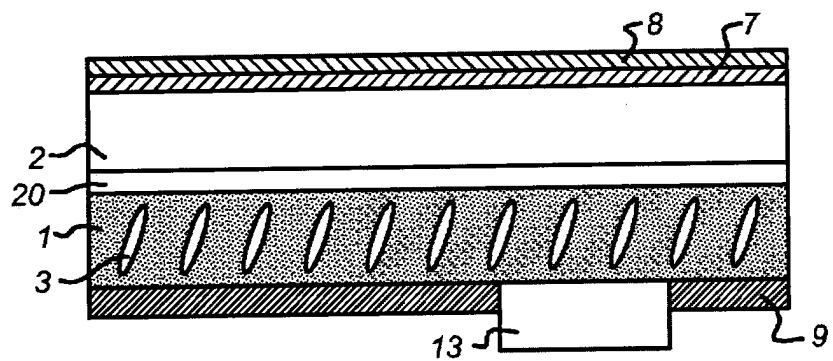
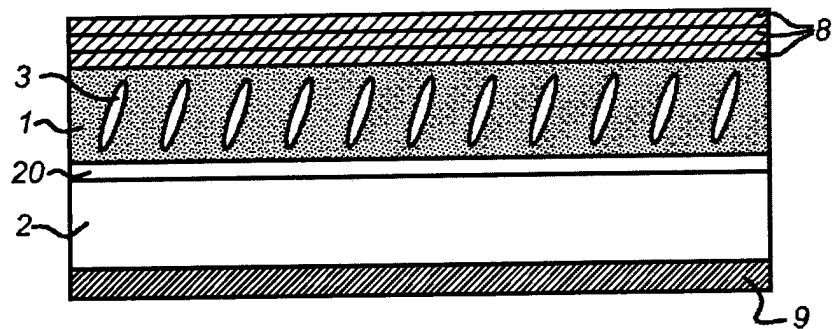


Fig 16a*Fig 16b**Fig 16c*

RESUMO

“OBJETO LUMINESCENTE, DISPOSITIVO FOTOVOLTAICO, VISOR ATIVADO POR LUZ FLUORESCENTE, SISTEMA DE ILUMINAÇÃO DE AMBIENTE, JANELA, E, USO DE UM OBJETO LUMINESCENTE”

5 Um primeiro aspecto da invenção refere-se a um objeto luminescente compreendendo: a. uma camada ou núcleo luminescente, contendo um material fotoluminescente; e b, um espelho seletivo de comprimento de onda; em que a camada luminescente ou núcleo luminescente é opticamente acoplado ao espelho seletivo de comprimento de onda, dito
10 espelho seletivo de comprimento de onda sendo pelo menos 50% transparente à luz absorvida pelo material fotoluminescente e pelo menos 50% refletivo à radiação que é emitida pelo material fotoluminescente. O objeto luminescente, de acordo com a presente invenção, pode vantajosamente ser empregado em sistemas concentradores solares luminescentes, visto que ele
15 possibilita transporte altamente eficiente de radiação emitida pelo material fotoluminescente, em seguida à exposição à luz solar incidente. Outro aspecto da invenção diz respeito a um dispositivo fotovoltaico, compreendendo um meio de acumulação de radiação eletromagnética, contendo o objeto luminescente supracitado e uma célula fotovoltaica capaz de converter a
20 radiação óptica em energia elétrica, que é opticamente acoplada ao objeto luminescente. Outros aspectos da invenção incluem um visor ativado por luz fluorescente e um sistema de iluminação de recinto, compreendendo o objeto luminescente supracitado.

“USO DE UM OBJETO LUMINESCENTE, DISPOSITIVO FOTOVOLTAICO, OBJETO LUMINESCENTE, DISPOSITIVO CONCENTRADOR SOLAR LUMINESCENTE, JANELA, E, USO DE UM OBJETO LUMINESCENTE”

5 A presente invenção refere-se a um objeto luminescente e, em particular, à aplicação de tal objeto luminescente em dispositivos concentradores luminescentes ópticos, tais como dispositivos concentradores solares luminescentes.

FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

10 O custo da energia solar por Watt unitário é de aproximadamente 5 – 10 vezes mais elevado do que a energia de outras fontes, que incluem carvão, óleo, vento, biomassa e nuclear. A fim de reduzir o custo da geração da energia solar em sistemas fotovoltaicos, é desejável fazer uso eficiente da parte mais cara do sistema, a saber, a célula fotovoltaica
15 (célula solar). Convencionalmente, isto é feito utilizando-se grandes concentradores solares focalizadores de luz (pratos parabólicos). Estes dispositivos têm diversas desvantagens, incluindo elevado custo de investimento, elevado custo de manutenção, formatos não manejáveis e a necessidade de rastrear o sol à medida que ele cruza o céu: para uma
20 recapitulação do estado atual da técnica, vide Swanson, Progress in Photovoltaics: Research and Applications 8, 93 (2000).

 Uma opção alternativa que tem sido assunto de investigações é utilizar um guia de onda que colete a luz e a transporte para uma pequena célula fotovoltaica. Alguns destes esforços tentaram utilizar meios
25 holográficos (US5877874) ou óptica geométrica para redirecionar a luz (vide, por exemplo, T. Uematsu et al. Sol Energ Mater Sol C 67, 415 (2001) e US 4.505.264). Estas tentativas foram bastante mal sucedidas, especialmente para grandes distâncias de transporte, porque a eficiência era baixa ou os

REIVINDICAÇÕES

1. Uso de um objeto luminescente, caracterizado pelo fato de compreender:

a. uma camada ou núcleo luminescente, contendo um material fotoluminescente; e

b. um espelho seletivo de comprimento de onda;

em que a camada luminescente ou núcleo luminescente é opticamente acoplado ao espelho seletivo de comprimento de onda, dito espelho seletivo de comprimento de onda sendo pelo menos 50% transparente à luz absorvida pelo material fotoluminescente e pelo menos 50% refletivo à radiação que é emitida pelo material fotoluminescente, em que o espelho seletivo de comprimento de onda compreende uma camada colestérica de polímero nemático quiral, em que a refletividade do espelho seletivo de comprimento de onda para radiação emitida pelo material fotoluminescente exceder a refletividade do mesmo espelho para radiação óptica absorvida pelo dito material fotoluminescente por pelo menos 50%, e em que o objeto luminescente compreende um laminado óptico ou uma fibra óptica em um dispositivo concentrador solar luminescente.

2. Uso de um objeto luminescente de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de compreender uma primeira camada colestérica refletindo luz circularmente polarizada para a direita e uma segunda camada colestérica refletindo luz circularmente polarizada para a esquerda.

3. Uso de um objeto luminescente de acordo qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de o espelho seletivo de comprimento de onda compreender uma primeira camada de células poliméricas refletindo uma polarização de luz e uma segunda camada de células poliméricas refletindo a polarização oposta de luz.

4. Uso de um objeto luminescente de acordo qualquer uma das

reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de a refletividade do espelho seletivo de comprimento de onda, para radiação emitida pelo material fotoluminescente, exceder a refletividade do mesmo espelho para radiação óptica absorvida por dito material fotoluminescente em pelo menos 80%.

5 5. Uso de um objeto luminescente de acordo qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de o espelho seletivo de comprimento de onda ser pelo menos 60% transparente, preferivelmente pelo menos 70% transparente à luz absorvida pelos materiais fotoluminescentes.

10 6. Uso de um objeto luminescente de acordo qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de o espelho seletivo de comprimento de onda ser pelo menos 60% refletivo, preferivelmente pelo menos 70% refletivo à radiação que é emitida pelo material fotoluminescente.

15 7. Uso de um objeto luminescente de acordo qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de o espelho seletivo de comprimento de onda compreender um espelho seletivo de polarização que é pelo menos 50% transparente à luz absorvida pelo material fotoluminescente e que é pelo menos 50% refletivo à radiação polarizada circular ou linear com a apropriada polarização.

20 8. Uso de um objeto luminescente de acordo qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de a camada luminescente ou núcleo luminescente compreender um polímero alinhado que contém um material fotoluminescente orientado.

25 9. Uso de um objeto luminescente de acordo qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de o objeto ser predominantemente transparente para radiação óptica na faixa de 400 – 500 e/ou 600 – 700 nm.

10. Uso de um objeto luminescente de acordo qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de compreender uma camada luminescente e um guia de onda, em que o objeto é um laminado

óptico ou uma fibra óptica, o objeto luminescente sendo acoplado opticamente ao guia de onda, o objeto luminescente compreendendo um polímero alinhado, que contém um material fotoluminescente orientado, dito material fotoluminescente orientado sendo imobilizado dentro do polímero alinhado e dito polímero alinhado tendo um ângulo pré-inclinado de $10 - 90^\circ$ em relação à superfície do objeto.

11. Uso de um objeto luminescente de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de o material fotoluminescente orientado ter uma relação dicróica de pelo menos 2,0, preferivelmente de pelo menos 3,0, muitíssimo preferivelmente de pelo menos 50,0 em uma célula planar.

12. Uso de um objeto luminescente de acordo com a reivindicação 10 ou 11, caracterizado pelo fato de o polímero alinhado ter um ângulo pré-inclinado de $30 - 80^\circ$.

13. Uso de um objeto luminescente de acordo qualquer uma das reivindicações 10 a 12, caracterizado pelo fato de o polímero alinhado ter um ângulo pré-inclinado de $30 - 70^\circ$, preferivelmente de $40 - 70^\circ$, mais preferivelmente $40 - 60^\circ$.

14. Uso de um objeto luminescente de acordo qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de o objeto ser uma fibra óptica compreendendo uma camada luminescente e um núcleo de guia de onda.

15. Uso de um objeto luminescente de acordo qualquer uma das reivindicações 1 a 14, caracterizado pelo fato de o objeto ser uma fibra óptica compreendendo um núcleo luminescente e um guia de onda.

16. Uso de um objeto luminescente de acordo qualquer uma das reivindicações 10 a 15, caracterizado pelo fato de o guia de onda não compreender um corante fluorescente.

17. Uso de um objeto luminescente de acordo qualquer uma

das reivindicações 10 a 16, caracterizado pelo fato de o ângulo pré-inclinado estar dentro da faixa de 15 – 85°.

5 18. Uso de um objeto luminescente de acordo qualquer uma das reivindicações 10 a 16, caracterizado pelo fato de o ângulo pré-inclinado estar dentro da faixa de 30 – 60°.

10 19. Dispositivo fotovoltaico, caracterizado pelo fato de compreender um meio de coleta de radiação eletromagnética contendo um objeto como definido em qualquer uma das reivindicações precedentes e uma célula fotovoltaica capaz de converter radiação óptica em energia elétrica que é opticamente acoplada ao objeto luminescente.

20. Objeto luminescente, caracterizado pelo fato de compreender:

c. uma camada ou núcleo luminescente, contendo um material fotoluminescente; e

15 d. um espelho seletivo de comprimento de onda;

em que a camada luminescente ou núcleo luminescente é opticamente acoplado ao espelho seletivo de comprimento de onda, dito espelho seletivo de comprimento de onda sendo pelo menos 50% transparente à luz absorvida pelo material fotoluminescente e pelo menos 50% refletivo à radiação que é emitida pelo material fotoluminescente, em que o espelho seletivo de comprimento de onda compreende uma camada colestérica de polímero nemático quiral, em que a refletividade do espelho seletivo de comprimento de onda para radiação emitida pelo material fotoluminescente exceder a refletividade do mesmo espelho para radiação óptica absorvida pelo dito material fotoluminescente por pelo menos 50%, e em que o objeto luminescente compreende um laminado óptico ou uma fibra óptica em um dispositivo concentrador solar luminescente.

20
25

21. Objeto luminescente de acordo com a reivindicação 20, caracterizado pelo fato de que a camada luminescente ou núcleo luminescente

e o espelho seletivo de comprimento de onda são adjacentes.

22. Dispositivo concentrador solar luminescente, caracterizado pelo fato de compreender:

e. uma camada ou núcleo luminescente contendo um material fotoluminescente; e

f. um espelho seletivo de comprimento de onda;

em que a camada luminescente ou núcleo luminescente é opcionalmente acoplado ao espelho seletivo de comprimento de onda, dito espelho seletivo de comprimento de onda sendo pelo menos 50% reflexivo para radiação que é emitida pelo material fotoluminescente e pelo menos 50% reflexivo para radiação que é emitida pelo material fotoluminescente, em que o espelho seletivo de comprimento de onda compreende uma camada colestérico de polímero nemático quiral, em que a refletividade do espelho seletivo de comprimento de onda para radiação emitida pelo material fotoluminescente exceder a refletividade do mesmo espelho para radiação óptica absorvida pelo dito material fotoluminescente por pelo menos 50%, e em que o objeto luminescente compreende um laminado óptico ou uma fibra óptica.

23. Dispositivo concentrador solar luminescente de acordo com a reivindicação 22, caracterizado pelo fato de que a camada luminescente ou núcleo luminescente e o espelho seletivo de comprimento de onda são adjacentes.

24. Janela, caracterizada pelo fato de compreender o objeto luminescente como definido em qualquer uma das reivindicações 20 a 21 e uma célula fotovoltaica capaz de converter a radiação óptica em energia elétrica, que é opticamente acoplada ao objeto luminescente.

25. Uso de um objeto luminescente como definido em qualquer uma das reivindicações 20 a 21, caracterizado pelo fato de ser para concentrar radiação óptica incidente.

RESUMO

“USO DE UM OBJETO LUMINESCENTE, DISPOSITIVO FOTOVOLTAICO, OBJETO LUMINESCENTE, DISPOSITIVO CONCENTRADOR SOLAR LUMINESCENTE, JANELA, E, USO DE UM
5 OBJETO LUMINESCENTE”

Um primeiro aspecto da invenção refere-se a um objeto luminescente compreendendo: a. uma camada ou núcleo luminescente, contendo um material fotoluminescente; e b, um espelho seletivo de comprimento de onda; em que a camada luminescente ou núcleo luminescente
10 é opticamente acoplado ao espelho seletivo de comprimento de onda, dito espelho seletivo de comprimento de onda sendo pelo menos 50% transparente à luz absorvida pelo material fotoluminescente e pelo menos 50% refletivo à radiação que é emitida pelo material fotoluminescente. O objeto luminescente, de acordo com a presente invenção, pode vantajosamente ser
15 empregado em sistemas concentradores solares luminescentes, visto que ele possibilita transporte altamente eficiente de radiação emitida pelo material fotoluminescente, em seguida à exposição à luz solar incidente. Outro aspecto da invenção diz respeito a um dispositivo fotovoltaico, compreendendo um meio de acumulação de radiação eletromagnética, contendo o objeto
20 luminescente supracitado e uma célula fotovoltaica capaz de converter a radiação óptica em energia elétrica, que é opticamente acoplada ao objeto luminescente. Outros aspectos da invenção incluem um visor ativado por luz fluorescente e um sistema de iluminação de recinto, compreendendo o objeto luminescente supracitado.