

(12) **FASCÍCULO DE PATENTE DE INVENÇÃO**

(22) Data de pedido: <b>2002.04.24</b>	(73) Titular(es): <b>RESEARCH FRONTIERS INCORPORATED</b> <b>240 CROSSWAYS PARK DRIVE WOODBURY</b> <b>NEW YORK 11797</b> US
(30) Prioridade(s): <b>2001.04.25 US 841853</b>	
(43) Data de publicação do pedido: <b>2004.04.21</b>	(72) Inventor(es): <b>ROBERT L. SAXE</b> US
(45) Data e BPI da concessão: <b>2010.10.06</b> <b>007/2011</b>	(74) Mandatário: <b>MANUEL ANTÓNIO DURÃES DA CONCEIÇÃO ROCHA</b> <b>AV LIBERDADE, Nº. 69 1250-148 LISBOA</b> PT

(54) Epígrafe: **PARTÍCULAS METÁLICAS COM FORMA ANISOMÉTRICA, SUSPENSÕES LÍQUIDAS E PELÍCULAS DAS MESMAS E VÁLVULAS DE LUZ QUE AS COMPREENDEM**

(57) Resumo:

A INVENÇÃO REFERE-SE À UTILIZAÇÃO DE PARTÍCULAS METÁLICAS COM FORMA ANISOMÉTRICA EM SUSPENSÕES LÍQUIDAS PARA VÁLVULAS DE LUZ, PELÍCULAS PARA VÁLVULAS DE LUZ E VÁLVULAS DE LUZ. AS PARTÍCULAS METÁLICAS ANISOMÉTRICAS PODEM TER VÁRIAS FORMAS GEOMÉTRICAS INCLUINDO, POR EXEMPLO, FIBRILAS, E UM COMPRIMENTO MÉDIO COMPREENDIDO ENTRE APROXIMADAMENTE 1 MÍCRON E 50 NANÓMETROS.

**RESUMO****"PARTÍCULAS METÁLICAS COM FORMA ANISOMÉTRICA, SUSPENSÕES LÍQUIDAS E PELÍCULAS DAS MESMAS E VÁLVULAS DE LUZ QUE AS COMPREENDEM"**

A invenção refere-se à utilização de partículas metálicas com forma anisométrica em suspensões líquidas para válvulas de luz, películas para válvulas de luz e válvulas de luz. As partículas metálicas anisométricas podem ter várias formas geométricas incluindo, por exemplo, fibrilas, e um comprimento médio compreendido entre aproximadamente 1 micron e 50 nanómetros.

## DESCRIÇÃO

**"PARTÍCULAS METÁLICAS COM FORMA ANISOMÉTRICA, SUSPENSÕES LÍQUIDAS E PELÍCULAS DAS MESMAS E VÁLVULAS DE LUZ QUE AS COMPREENDEM"**

### CAMPO DA INVENÇÃO

A presente invenção refere-se, em geral, a partículas de estabilidade melhorada para utilização em válvulas de luz SPD, e em suspensões e películas para válvulas de luz SPD e, mais especificamente, a partículas metálicas, com forma anisométrica, úteis para ditas aplicações.

### ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

As válvulas de luz são conhecidas há mais de sessenta anos para a modulação da luz. Como é utilizado no presente documento, a expressão "válvula de luz" é definida como uma célula formada por duas paredes que estão separadas por uma pequena distância, pelo menos uma das paredes sendo transparente, as paredes tendo eléctrodos em seu interior, normalmente em forma de revestimentos condutores transparentes. A célula contém um elemento modulador da luz, que pode ser uma suspensão líquida de partículas, ou uma película de plástico, em que as gotas de uma suspensão líquida de partículas estão distribuídas e encapsuladas.

A suspensão líquida (denominada em ocasiões no presente documento como "uma suspensão líquida para válvula de luz" ou simplesmente "suspensão para válvula de luz") compreende pequenas partículas suspensas num meio de suspensão líquido. Na ausência de um campo eléctrico aplicado, as partículas na suspensão líquida adoptam posições aleatórias devido ao movimento browniano e, desta maneira, um raio de luz que passa pela célula é reflectido, transmitido ou absorvido, dependendo da estrutura da célula, da natureza e concentração das partículas e do

conteúdo energético da luz. A válvula de luz, desta maneira, é relativamente escura no estado DESLIGADO. Contudo, quando se aplica um campo eléctrico através da suspensão líquida para válvula de luz na válvula de luz, as partículas alinham-se e, para muitas suspensões, a maior parte da luz pode passar através da célula. A válvula de luz, desta maneira, é relativamente transparente no estado LIGADO. As válvulas de luz do tipo descrito no presente documento são conhecidas também como "dispositivos de partículas suspensas" ou "SPD".

As válvulas de luz foram propostas para utilização em numerosas aplicações incluindo, por exemplo, ecrãs alfanuméricos, ecrãs de televisão, janelas, tetos solares, viseiras, filtros, espelhos, óculos e similares, para controlar a quantidade de luz que passa através dos mesmos ou que é reflectida desde os mesmos, conforme seja o caso.

Para muitas aplicações, como se entenderá bem na técnica, é preferível que o material activável, isto é, o elemento de modulação de luz, seja uma película de plástico em lugar de uma suspensão líquida. Por exemplo, numa válvula de luz utilizada como uma janela de transmissão de luz variável, uma película de plástico, em que as gotas de suspensão líquida estão distribuídas, é preferível a uma suspensão líquida só, porque os efeitos da pressão hidrostática, por exemplo, bojamento associado com uma coluna alta de suspensão líquida, podem ser evitados pela utilização de um filme, e o risco de possível fuga pode se evitado também. Outra vantagem da utilização de um filme de plástico é que, num filme de plástico, as partículas geralmente só estão presentes dentro de gotas muito pequenas, e desta maneira, não se aglomeram perceptivelmente quando o filme é activado repetidamente com uma tensão.

A expressão "filme para válvula de luz", como é utilizado no presente documento, refere-se a um filme que

tem gotas de uma suspensão líquida de partículas distribuídas no filme.

A Patente dos Estados Unidos N° 5.409.734 exemplifica um tipo de filme para válvula de luz que está fabricado pela separação de fases a partir de uma solução homogênea. São conhecidos também filmes para válvula de luz fabricados por meio de emulsões de reticulação. Vejam-se as Patentes dos Estados Unidos N° 5.463.491 e 5.463.492, ambas das quais estão cedidas ao cessionário da presente invenção.

Para utilização em suspensões sedimentadas, tais como lâminas de polarização de luz, em ocasiões denominadas "polarizadores laminares", que podem ser cortadas e formadas em lentes para óculos de sol polarizadas, ou ser utilizadas como filtros, as partículas de polarização de luz podem ser dispersas ou distribuídas por toda uma lâmina de material de formação de filme adequado, tal como acetato de celulose, álcool polivinílico ou similares. Os métodos de fabricação de suspensões sedimentadas para utilização em polarizadores laminares são bem conhecidos na técnica anterior. É importante observar, contudo, que as partículas de polarização de luz utilizadas nas lâminas de polarização de luz são imóveis, isto é, estão fixas. Vejam-se, por exemplo, as Patentes dos Estados Unidos N° 2.178.996 e 2.041.138.

O seguinte é uma breve descrição, para ilustração, dos componentes de uma suspensão para válvula de luz.

#### 1. Meios de Suspensão Líquidos e Estabilizadores

Uma suspensão líquida para válvula de luz para utilização na presente invenção pode ser qualquer suspensão líquida para válvula de luz conhecida na técnica, e pode ser formulada de acordo com técnicas bem conhecidas por um perito na especialidade. A expressão "suspensão líquida para válvula de luz" significa, como foi indicado anteriormente, um "meio de suspensão líquido" em que uma

pluralidade de pequenas partículas está dispersa. O "meio de suspensão líquido" compreende um ou mais líquidos não aquosos, electricamente resistivos, em que é dissolvido preferentemente, pelo menos, um tipo de estabilizador polimérico que actua para reduzir a tendência das partículas a se aglomerar e as mantém dispersas e em suspensão.

As suspensões líquidas para válvula de luz úteis na presente invenção podem incluir quaisquer dos meios de suspensão líquidos propostos previamente para utilização em válvulas de luz para suspender as partículas. Os meios de suspensão líquidos conhecidos na técnica, que são úteis na invenção incluem, mas não se limitam a, os meios de suspensão líquidos revelados nas Patentes dos Estados Unidos N° 4.247.175 e 4.407.565. Em geral, um ou ambos do meio de suspensão líquido ou o estabilizador polimérico dissolvido em seu interior é escolhido para manter as partículas suspensas em equilíbrio gravitacional.

O estabilizador polimérico, quando é empregado, pode ser um único tipo de polímero sólido que se liga à superfície das partículas, mas que também se dissolve no líquido ou líquidos não aquosos do meio de suspensão líquido. Como alternativa, dois ou mais estabilizadores poliméricos podem servir como um sistema estabilizador polimérico. Por exemplo, as partículas podem ser revestidas com um primeiro tipo de estabilizador polimérico sólido, tal como nitrocelulose que, em efeito, proporciona um revestimento superficial plano para as partículas. As partículas revestidas posteriormente se tornam a revestir com um ou mais tipos adicionais de estabilizador polimérico sólido que se liga a ou que se associa com um primeiro tipo de estabilizador polimérico sólido e que também se dissolve no meio de suspensão líquido para proporcionar dispersão e protecção estérica para as partículas. Os estabilizadores poliméricos líquidos podem ser utilizados também por ser

vantajosos, especialmente em filmes para válvula de luz SPD, como é descrito na Patente dos Estados Unidos N° 5.463.492.

## 2. Partículas

Podem ser utilizadas partículas orgânicas e inorgânicas numa suspensão para válvula de luz, e ditas partículas podem absorver luz ou reflectir luz.

As válvulas de luz SPD convencionais geralmente têm empregado partículas de polihaleto de tamanho coloidal. O termino "coloidal" como é utilizado no presente documento significa que as partículas geralmente têm uma dimensão maior de, como média, aproximadamente 1 micrómetro ou inferior. Preferentemente, a maior dimensão da maioria das partículas utilizadas numa suspensão para válvula de luz deveria ser inferior à metade do comprimento de onda da luz azul, isto é, 2000 Ângstrom ou inferior, para manter a dispersão da luz extremamente baixa. Como é utilizado no presente documento, o termino "anisométrico", que refere-se à forma de uma partícula, significa que pelo menos uma dimensão de uma partícula é maior que a outra dimensão, por exemplo, o comprimento da partícula é maior que sua largura.

Uma revisão detalhada de partículas de polihaleto da técnica anterior pode ser encontrada em "The Optical Properties and Structure of Polyiodides" de D.A. Godina e G.P. Faerman, publicado em The Journal of Geral Chemistry, U.S.S.R. Vol. 20, pág. 1005-1016 (1950).

A herapatite, por exemplo, é um poliiodeto de bisulfato de quinina, e sua fórmula está dada sob o cabeçalho "iodosulfato de quinina" como  $4C_{20}H_{24}N_2O_2 \cdot 3H_2SO_4 \cdot 2HI \cdot I_4 \cdot 6H_2O$  no Índice de Merck, 10ª edição (Merck & Co., Inc., Rahway, N.J.). Em compostos de poliiodeto, acredita-se que o anião iodeto forma cadeias e os compostos são polarizadores de luz fortes. Veja-se a

Patente dos Estados Unidos N° 4.877.313 e Teitelbaum *et al.* JACS 100 (1978), pág. 3215-3217. O termo "polihaleta" é utilizado no presente documento para referir-se a um composto tal como um poliiodeto, mas em que pelo menos parte do anião iodeto pode ser substituído por outro anião haleto. Mais recentemente, foram propostas partículas de polihaleta melhoradas para utilização em válvulas de luz nas Patentes dos Estados Unidos N° 4.877.313, 5.002.701, 5.093.041 e 5.516.463. Estas "partículas de polihaleta" são formadas fazendo reagir compostos orgânicos, que normalmente contém nitrogénio, com iodo elementar e um ácido hidrácido ou um haleto de amónio, haleto de metal alcalino ou haleto de metal alcalino terroso.

Para que as partículas sejam comercialmente úteis, contudo, esteja a suspensão para válvula de luz incorporada ou não num filme, é necessário que as partículas tenham uma grande estabilidade química e ambiental. Para obter partículas de grande estabilidade ambiental, por sua vez, pode ser desejável utilizar partículas que não sejam de polihaleta, nas suspensões e filmes para válvula de luz, especialmente quando se sabe que a estabilidade do material que compreende as partículas é excelente.

A utilização de partículas metálicas em válvulas de luz foi proposta pela primeira vez na Patente dos Estados Unidos N° 1.963.496. Muitos tipos de partículas metálicas são estáveis à radiação UV, assim como a outras tensões ambientais. Além disso, estão disponíveis numa diversidade de cores que, em ocasiões, variam de cor em função do tamanho de partícula. Contudo, as partículas metálicas da técnica anterior são de um tamanho relativamente grande, e uma desvantagem de empregar as partículas metálicas da técnica anterior de tamanho relativamente grande nas suspensões ou filmes líquidas para válvula de luz é que ditas partículas metálicas são susceptíveis de se aglomerar rapidamente quando uma suspensão para válvula de luz que as

contém está activada. Além disso, sabe-se que as partículas metálicas da técnica anterior dispersam uma quantidade inaceitavelmente grande de luz, e sedimentam devido à gravidade.

A utilização numa suspensão para válvula de luz de partículas produzidas por trituração utilizando métodos mecânicos convencionais, tais como moinhos de bolas, atritores, moinhos de pérolas e moinhos de cilindros, normalmente não é prático, contudo, por diversas razões importantes. Em primeiro lugar, as partículas, inclusive depois da moagem são grandes demais, e geralmente têm um tamanho (diâmetro) médio de 1 micrómetro ou superior. Em segundo lugar, inclusive se partículas de tamanho submicrométrico sejam produzidas, o processo de moagem e trituração normalmente tende a tornar ditas partículas de forma esférica ou amorfa, reduzindo ou praticamente eliminando sua razão de aspecto, isto é, a proporção de comprimento a largura. Para utilização numa suspensão para válvula de luz são importantes as partículas de forma anisométrica que tenham uma razão de aspecto de pelo menos aproximadamente 3:1 e preferentemente 10:1 ou superior; desta maneira, as partículas com formas de tipo agulha, haste ou placa, e similares, geralmente são necessárias devido a que sua forma anisométrica facilita a orientação num campo eléctrico ou magnético, e possibilita uma mudança substancial na transmissão da luz. As partículas superiores a 0,2 micrómetros (a metade do comprimento de onda da luz azul) tendem a dispersar a luz, e dita dispersão aumenta exponencialmente com o tamanho de partícula. Este facto, e o facto de que as partículas relativamente grandes promovem a aglomeração, são razões adicionais pelas quais ditas partículas trituradas normalmente não são desejáveis para utilização numa suspensão para válvula de luz.

Até agora, não tem sido prático obter partículas de um tamanho submicrométrico e forma anisométrica que tenham

boas propriedades ópticas, excepto para partículas de poliideto. Contudo, em alguns casos, pode que as partículas de poliideto não sejam suficientemente estáveis à radiação ultravioleta, e as suspensões para válvula de luz de ditas partículas de poliideto podem ser degradadas em termo de cor e rendimento se são expostas a radiação ultravioleta intensa durante um período de tempo prolongado, a menos que sejam tomadas medidas especiais para proteger contra a radiação UV, tal como incluindo absorvedores UV na suspensão ou filme para válvula de luz, ou utilizando um filtro UV para interceptar a radiação UV antes de que golpeie a SPD. Também, quase todas as partículas de poliideto estão limitadas a uma cor azul, embora também seja desejável ter suspensões para válvula de luz que tenham cores bloqueadas que não sejam azuis. Por conseguinte, é necessário que os novos tipos de partículas para suspensões para válvula de luz sejam adequadamente pequenos e com forma anisométrica, que tolerem altos níveis de radiação ultravioleta durante longos períodos de tempo sem uma degradação significativa e/ou que tenham uma diversidade de cores bloqueadas.

A Patente dos Estados Unidos N° 5.650.872, cedida ao cessionário da presente invenção, proporciona um dispositivo electro-óptico, tal como uma válvula de luz, que compreende uma célula formada por paredes de célula opostas, uma unidade de modulação de luz, que compreende uma suspensão que contém partículas não elementares anisométricas, tais como pigmentos e precursores de pigmento, preparados mediante o Processo de Dispersão Evaporativa, suspensos num meio de suspensão líquido entre ditas paredes de célula e meios de eléctrodo opostos, associados operativamente com ditas paredes de célula para aplicar um campo eléctrico através de dita suspensão, tendo as partículas anisométricas um tamanho de partícula médio de aproximadamente 0,2 micrómetros ou inferior. As

partículas reveladas pela referência, contudo, não são partículas metálicas e, desta maneira, seus ensinamentos não são aplicáveis à presente invenção.

O pedido de patente internacional WO 00/75717 A1, cedida ao cessionário da presente invenção, proporciona partículas que contêm carbono anisométricas que são partículas cristalinas ou amorfas e que podem ter diversas formas geométricas.

A presente invenção supera as desvantagens observadas anteriormente de utilização partículas metálicas convencionais em suspensões para válvula de luz, a consecução da qual resulta evidente a partir da análise que aparece a seguir.

#### **SUMARIO DA INVENÇÃO**

A presente invenção refere-se, numa primeira concretização, a um dispositivo electro-óptico que compreende uma célula formada por paredes de célula opostas, uma unidade de modulação de luz, que compreende uma suspensão que contém partículas metálicas, com forma anisométrica, suspensas num meio de suspensão líquido, entre as paredes de célula, e eléctrodos opostos, associados operativamente com as paredes de célula, para aplicar um campo eléctrico através da suspensão. As partículas metálicas, com forma anisométrica, têm um comprimento médio no intervalo entre aproximadamente 1 micrómetro e 50 nanómetros, preferentemente entre aproximadamente 200 nanómetros e 50 nanómetros e mais preferentemente entre aproximadamente 75-180 nanómetros e são preparadas em forma de uma nanocorreia.

Numa concretização adicional, as partículas metálicas, com forma anisométrica, têm uma razão de aspecto, isto é, a proporção de comprimento a largura, de pelo menos aproximadamente 3:1, preferentemente pelo menos

aproximadamente 10:1 e mais preferentemente pelo menos aproximadamente 20:1.

Numa concretização preferida da invenção, o dispositivo electro-óptico como foi descrito anteriormente, é uma válvula de luz, e a suspensão é uma suspensão para válvula de luz. Como alternativa, em lugar de uma suspensão líquida, as partículas metálicas anisométricas da invenção podem ser suspensas em gotas de material de suspensão líquido distribuídas por todo o filme polimérico.

As partículas metálicas, com forma anisométrica, podem ser produzidas numa diversidade de formas físicas incluindo, mas não limitadas a, fibrilas, hastes, cilindros, placas, agulhas, folhas e prismas. Os metais típicos a partir dos quais podem ser formadas as partículas incluem, mas não se limitam a, ouro, platina, paládio, cobalto, ferro, cobre, molibdénio e bismuto. As partículas tipicamente têm um diâmetro médio que varia entre aproximadamente 3-333 nanómetros, mais preferentemente entre aproximadamente 3-66 nanómetros. As nanocorreias são formadas tipicamente utilizando, como material de partida, um óxido metálico semiconductor, por exemplo, óxido de estanho ou óxido de zinco.

Outra concretização da invenção implica a incorporação de uma pluralidade de partículas metálicas, com forma anisométrica, que têm um comprimento médio entre aproximadamente 50-200 nanómetros, numa suspensão líquida para válvula de luz a fim de melhorar o rendimento da suspensão para válvula de luz. As partículas podem estar em forma de, por exemplo, fibrilas, hastes, cilindros, placas, agulhas, folhas ou prismas, e devem ter uma razão de aspecto de pelo menos aproximadamente 3:1, preferentemente 10:1 e, mais preferentemente, 20:1. As partículas podem ser preparadas a partir de metais tais como ouro, platina, paládio, cobalto, ferro, cobre, molibdénio e bismuto. Como alternativa, as partículas podem ser preparadas em forma de

uma nanocorreia formada, por exemplo, utilizando um óxido metálico semiconductor, tal como óxido de estanho ou óxido de zinco, como material de partida. As partículas metálicas, com forma anisométrica, para utilização com a presente concretização da invenção podem ter um diâmetro médio que varia desde aproximadamente 3-333 nanómetros e, mais preferentemente, desde aproximadamente 3 até aproximadamente 66 nanómetros.

Numa concretização adicional, a invenção refere-se a um filme adequado para utilização como a unidade de modulação de luz de uma válvula de luz SPD, o filme compreendendo uma matriz polimérica reticulada e que tem gotas de uma suspensão líquida para válvula de luz distribuídas na matriz polimérica reticulada. A suspensão para válvula de luz compreende uma pluralidade de partículas metálicas, com forma anisométrica, suspensas num meio de suspensão líquido. As partículas metálicas, com forma anisométrica, têm um comprimento médio entre aproximadamente 50-200 nanómetros. As partículas podem ser produzidas a partir de uma diversidade de metais incluindo, mas não limitados a, ouro, platina, paládio, cobalto, ferro, cobre, molibdénio e bismuto, e numa diversidade de formas, por exemplo fibrilas, hastes, cilindros, placas, agulhas, folhas e prismas. Numa concretização alternativa, as partículas podem ser produzidas em forma de uma nanocorreia de, por exemplo, um óxido metálico semiconductor, tal como óxido de estanho ou óxido de zinco. As partículas para utilização nesta concretização podem ter uma razão de aspecto de pelo menos aproximadamente 3:1, preferentemente pelo menos 10:1 e mais preferentemente pelo menos 20:1, e um diâmetro que varia entre aproximadamente 3 e aproximadamente 333 nanómetros.

Uma concretização adicional da invenção refere-se a um método de preparação de partículas com forma anisométrica, para utilização na invenção. O método compreende formar uma

lâmina ou um filme de um material de formação de partículas metálicas, e depositar o material de formação de partículas sobre um substrato. Posteriormente, a lâmina ou filme pode ser marcado, tal como com um laser, para cortá-lo em partículas de um tamanho apropriado. Se é desejado, o substrato sobre o qual se deposita a lâmina ou filme pode ser solúvel num dado solvente e, depois da formação das partículas, pode ser solubilizado da partícula com a utilização do solvente.

#### **DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO**

A presente invenção baseia-se na descoberta de que partículas metálicas anisométricas, do tamanho adequado, podem ser produzidas e utilizadas como partículas de uma suspensão líquida para válvula de luz, películas e válvulas de luz. As partículas metálicas utilizadas nas presentes válvulas de luz podem ser formadas a partir de uma diversidade de metais incluindo, mas não limitados a, ouro, platina, paládio, cobalto, ferro, cobre, molibdénio e bismuto. É possível moldar estas partículas metálicas obtendo-se diversas formas geométricas incluindo, mas não limitadas a, fibrilas, hastes, cilindros, placas, agulhas, folhas, prismas e outras formas conhecidas na técnica. A forma geométrica particular não é crítica sempre que as partículas sejam anisométricas. As partículas metálicas do tipo descrito no presente documento são vantajosas numa suspensão para válvula de luz porque a sua alta condutividade eléctrica torna possível orientar uma partícula, de determinada forma e tamanho, com menos tensão do que uma partícula menos condutora do mesmo tamanho e forma que a substituisse.

Pode ser utilizada a cominuição no processo de preparação das partículas da presente invenção para produzir partículas que têm uma elevada razão de aspecto, antes da etapa de cominuição, os materiais de partida a ser

submetidos a cominuição têm uma razão de aspecto extremamente grande, isto é, têm uma forma altamente anisométrica. Os métodos de trituração para utilização na formação das partículas da presente invenção os entenderão bem um perito habitual nesta especialidade. Um exemplo não limitativo de dito material de partida é um nanocabo metálico. Ditos nanocabos podem ter diâmetros de 3 nanómetros ou superiores, e podem ser de muitos micrómetros de comprimento. Quando são triturados, os diâmetros tendem a permanecer sem mudanças, sendo reduzido somente o comprimento.

O termo "fibrilas metálicas" (isto é, um "tipo" de partícula metálica útil na presente invenção), como é utilizado no presente documento, significa partículas metálicas discretas, substancialmente cilíndricas ou filamentosas, caracterizadas por um diâmetro médio substancialmente constante, que varia desde aproximadamente 3,0 até aproximadamente 333 nanómetros, e um comprimento médio de pelo menos aproximadamente três vezes o diâmetro, em que o comprimento médio é de aproximadamente 1 micrómetro ou menos e, preferentemente, de 200 nanómetros ou menos. Podem ser produzidas, por exemplo, a partir dos nanocabos descritos anteriormente. Além disso, não é necessário que ditas partículas metálicas filamentosas sejam exactamente rectas ou cilíndricas.

Os métodos de dispersão de partículas metálicas, tais como fibrilas metálicas, em líquidos, também são bem conhecidos na técnica. Geralmente, um polímero solúvel no líquido da dispersão se ligará a, e dispersará, as partículas metálicas da presente invenção se o polímero tem em sua estrutura: (1) um número suficiente de grupos polares para se ligar às partículas e (2) grupos de baixa polaridade, ou não polares, para se dissolver no meio de suspensão líquido. Os exemplos não limitativos de ditos grupos pouco ou nada polares incluem grupos hidrocarbonetos

alquilo e arilo e grupos organosiloxano. Os grupos com polaridade elevada incluem, por exemplo, grupos tais como ionómero, hidroxilo, carboxilo ou óxido de alquilenos, tal como óxido de etileno. Os tensoactivos e dispersantes para utilização com partículas metálicas são conhecidos na técnica. Vejam-se também as patentes dos Estados Unidos N° 4.164.365, 4.273.422 e 5.279.773, que estão cedidas ao cessionário da presente invenção, e que descrevem copolímeros adequados e sistemas de dispersão poliméricos para suspensões para válvula de luz.

Como um aspecto prático, as fibrilas metálicas não podem ser fabricadas facilmente com diâmetros inferiores a aproximadamente 3,0 nanómetros. A fim de manter a dispersão da luz muito baixa numa suspensão para válvula de luz, os comprimentos médios das fibrilas deveriam ser inferiores a aproximadamente 200 nanómetros (a metade do comprimento de onda da luz azul). Preferentemente, não mais de cinco por cento das partículas numa suspensão da invenção terão comprimentos de 200 nanómetros ou superiores; mais preferentemente, um por cento ou menos das partículas terão comprimentos de 200 nanómetros ou superiores; e ainda mais preferentemente 0,2% ou menos das partículas terão comprimentos de 200 nanómetros ou superiores.

Por outro lado, se as partículas, tais como fibrilas metálicas, têm um comprimento pequeno demais, surge um problema diferente. Uma suspensão de partículas de comprimento muito pequeno requer uma quantidade relativamente grande de tensão para se orientar, enquanto que as partículas maiores requerem menos tensão devido a seu maior momento de torção. Desta maneira, como um aspecto prático, as partículas deveriam ter, preferentemente, um comprimento médio de aproximadamente 50 nanómetros ou superior. Uma suspensão de partículas metálicas anisométricas deveria ter preferentemente cinco por cento ou menos de suas partículas com comprimentos inferiores a

50 nanómetros, mais preferentemente um por cento ou menos de suas partículas terá comprimentos inferiores a 50 nanómetros; e ainda mais preferentemente, 0,2% ou menos de suas partículas terão comprimentos inferiores a 50 nanómetros. Desta maneira, o comprimento preferido das partículas metálicas, por exemplo, fibrilas metálicas, da invenção, deveria variar entre aproximadamente 50-200 nanómetros.

São úteis na presente invenção partículas metálicas que são preparadas de uma maneira tal que são obtidos materiais anisométricos que têm uma razão de aspecto de aproximadamente 3:1 ou superior, preferentemente aproximadamente 10:1 superior ou mais, preferentemente de aproximadamente 20:1 ou superior. É preferido que as partículas tenham uma espessura ou diâmetro que seja substancialmente inferior ao comprimento ou largura da partícula. As partículas úteis na presente invenção deveriam ser dimensionadas adicionalmente de maneira que a dimensão maior possível seja uma média de 1 micrómetro ou menos e, preferentemente, uma média de 200 nanómetros ou menos. Preferentemente, a dimensão média maior deveria variar desde aproximadamente 50 até 200 nanómetros, mais preferentemente uma média desde aproximadamente 75 até aproximadamente 180 nanómetros.

Os métodos de fabrico de nanocabos metálicos são conhecidos na técnica. Por exemplo, veja-se "Wires for a Nanoworld" em Chemical & Engineering News, 1 de Janeiro de 2001, pág. 28-29, que é incorporado na sua totalidade por referência no presente documento. Ditos nanocabos, se são de um tamanho apropriado, ou se são triturados para alcançar um tamanho apropriado como se analisa posteriormente no presente documento, são considerados para os propósitos da presente invenção como fibrilas metálicas.

Os nanocabos são frequentemente produzidos com pequenos diâmetros, mas com comprimentos de muitos

micrómetros. Ditos comprimentos são compridos demais para utilização numa suspensão para válvula de luz. Pode ser utilizado um processo de trituração para reduzir o comprimento de uma partícula de nanocabo se duas das três dimensões espaciais da partícula são extremamente pequenas. Por exemplo, se os cabos ou fibrilas metálicas, com forma cilíndrica ou forma filamentosa, têm um diâmetro médio muito pequeno, por exemplo, 3-66 nanómetros, e têm um comprimento médio de 1 micrómetro ou superior, os cabos ou fibrilas podem ser trituradas por métodos conhecidos na técnica anterior, para que tenham comprimentos médios de 200 nanómetros ou inferiores, sem afectar significativamente aos diâmetros das partículas. Preferentemente, contudo, a trituração pode ser conseguida utilizando um micrótomo com uma lâmina adequadamente dura e afiada, para cortar um nanocabo de metal em fibrilas metálicas que tenham comprimentos apropriadamente curtos. Para efectuar dito corte eficazmente, se dispõe uma pluralidade de cabos longos, preferentemente paralelos ou quase paralelos entre si, e imobilizados num polímero tal como (mas não limitados a) poliestireno, e depois são cortados perpendicularmente a seus diâmetros com um micrótomo. O micrótomo pode se mover lentamente ao longo do cabo, cortando numerosos cabos ao mesmo tempo, em pequenos intervalos ao longo do comprimento do cabo. Posteriormente, o polímero em que estão imobilizadas as fibrilas metálicas pode ser retirado com um solvente, ou com qualquer outro meio conveniente, para libertar as fibrilas metálicas.

Numa concretização alternativa da invenção, as partículas que são grandes demais numa ou mais dimensões, por exemplo, no seu comprimento, podem ser cortadas até o tamanho, em lugar de com um micrótomo, com um laser, por exemplo, um laser de gás, de estado sólido, químico ou de corante, que funciona a um comprimento de onda aproximada em consideração à composição do material a cortar, mais

qualquer material de revestimento, tal como o material polimérico descrito anteriormente. Os comprimentos de onda apropriados e o procedimento para cortar o material particular entenderá bem um perito na especialidade no campo dos lasers, sem necessidade de nenhuma experimentação excessiva. Um fornecedor bem conhecido de lasers, que poderiam ser úteis na presente invenção, é Lambda-Physik, de Fort Lauderdale, FL, que está afiliado a Coherent, Inc. de Santa Clara, CA.

Em outra concretização, o material em forma de partículas pode ser produzido em forma de uma lâmina ou filme, depois do qual pode ser utilizado um laser para marcar a lâmina e, desta maneira, formar partículas que tenham dimensões apropriadas a partir do material da lâmina. Um exemplo não limitativo particular seria a utilização de um metal, depositado sobre um substrato, com o qual a lâmina ou filme suportado é cortado posteriormente em partículas discretas de um intervalo de tamanho apropriado, por exemplo, com um laser. Se é desejado, o substrato pode ser formado de um material solúvel de maneira que, depois do corte da lâmina ou filme para formar as partículas, o substrato pode ser dissolvido das partículas utilizando um solvente apropriado, deixando detrás somente as partículas. Os métodos para a formação e corte com laser de ditas lâminas também são bem conhecidos pelos peritos habituais no campo pertinente da especialidade.

Em ainda outra concretização adicional da invenção, as partículas podem ser preparadas, por exemplo, em forma de uma "nanocorreia" como é descrito em Science News, Vol 159, pág. 149 (10 de Março de 2001). Ditas nanocorreias podem ser formadas utilizando uma diversidade de materiais de partida incluindo, mas não limitados a, óxidos metálicos semicondutores, por exemplo óxido de estanho e óxido de zinco. Tipicamente, têm uma largura que varia desde

aproximadamente 30 até aproximadamente 300 nanómetros e uma espessura no intervalo de aproximadamente 10-15 nanómetros. Estas estruturas de tipo correia podem ser formadas com um tamanho de partícula apropriado ou também ser cortadas no tamanho desejado utilizando, por exemplo, um micrótomo ou laser como foi descrito anteriormente.

As partículas de tamanhos ou intervalos de tamanhos diferentes podem ser separadas umas das outras por métodos conhecidos, tais como filtração e centrifugação.

Uma dispersão das partículas metálicas da presente invenção pode ser preparada facilmente misturando-as rapidamente em qualquer líquido para válvula de luz adequado, por exemplo acetato de isopentilo ou trimelitato de trietilo em presença de qualquer polímero adequado que actue como um dispersante, tal como aqueles descritos na técnica anterior.

Quando uma dispersão das partículas metálicas anisométricas da invenção, tal como (mas não limitadas a) fibrilas, é posta numa válvula de luz e é activada com uma tensão CA, se observa que a transmissão da luz através da célula aumenta facilmente.

Cada uma das patentes e outras referências indicadas no presente documento é incorporado por referência no presente relatório descritivo no grau necessário para compreender a invenção.

Deve ser entendido que a presente invenção não está limitada em alcance pelas concretizações exemplificadas, que se pretende que sejam ilustrações de aspectos individuais da invenção, e as concretizações e métodos que são funcionalmente equivalentes estão dentro do alcance da invenção. De facto, diversas modificações da invenção, além daquelas descritas no presente documento, se tornarão evidentes para aqueles peritos na especialidade a partir da descrição anterior.

**DOCUMENTOS REFERIDOS NA DESCRIÇÃO**

Esta lista de documentos referidos pelo autor do presente pedido de patente foi elaborada apenas para informação do leitor. Não é parte integrante do documento de patente europeia. Não obstante o cuidado na sua elaboração, o IEP não assume qualquer responsabilidade por eventuais erros ou omissões.

**Documentos de patente referidos na descrição**

- US 5409734 A [0007]
- US 5463491 A [0007]
- US 5463492 A [0007] [0012]
- US 2178996 A [0008]
- US 2041138 A [0008]
- US 4247175 A [0011]
- US 4407565 A [0011]
- US 4877313 A [0016]
- US 5002701 A [0016]
- US 5093041 A [0016]
- US 5516463 A [0016]
- US 1963496 A [0018]
- US 5650872 A [0021]
- WO 0075717 A1 [0022]
- US 4164365 A [0034]
- US 4273422 A [0034]
- US 5279773 A [0034]

**Literatura não relacionada com patentes referida na descrição**

- **D.A. Godina; G.P. Faerman.** The Optical Properties and Structure of Polyiodides. *The Journal of General Chemistry, U.S.S.R.*, 1950, vol. 20, 1005-1016 [0015]
- **Teitelbaum et al.** *JACS*, 1978, vol. 100, 3215-3217 [0016]

- Wires for a Nanoworld. *Chemical & Engineering News*, 01 de Janeiro de 2001, 28-29 **[0038]**
- *Science News*, 10 de Março de 2001, vol. 159, 149 **[0042]**

Lisboa, 04/01/2011

### REIVINDICAÇÕES

1. Uma suspensão líquida para válvula de luz que compreende uma pluralidade de partículas metálicas, com forma anisométrica, nela suspensas, em que as ditas partículas metálicas, com forma anisométrica, têm um comprimento médio no intervalo compreendido entre aproximadamente 50-200 nanómetros, **caracterizada por** as partículas serem preparadas sob a forma de uma nanocorreia.
2. Uma suspensão de acordo com a reivindicação 1, em que as ditas partículas metálicas, com forma anisométrica, têm um comprimento médio compreendido entre aproximadamente 75-180 nanómetros.
3. Uma suspensão de acordo com a reivindicação 1, em que as ditas partículas metálicas, com forma anisométrica, têm uma razão de aspecto de pelo menos aproximadamente 3:1.
4. Uma suspensão de acordo com a reivindicação 3, em que as ditas partículas metálicas, com forma anisométrica, têm uma razão de aspecto de pelo menos aproximadamente 10:1.
5. Uma suspensão de acordo com a reivindicação 4, em que as ditas partículas metálicas, com forma anisométrica, têm uma razão de aspecto de pelo menos aproximadamente 20:1.
6. Uma suspensão de acordo com a reivindicação 1, em que as ditas partículas metálicas, com forma anisométrica, são formadas a partir de um óxido metálico semiconductor.
7. Uma suspensão de acordo com a reivindicação 6, em que o dito óxido metálico semiconductor é óxido de estanho ou óxido de zinco.

8. Uma suspensão de acordo com a reivindicação 1, em que as ditas partículas metálicas, com forma anisométrica, são formadas a partir de um metal seleccionado a partir do grupo que consiste em ouro, platina, paládio, cobalto, ferro, cobre, molibdénio e bismuto.

9. Uma suspensão de acordo com a reivindicação 1, em que as ditas partículas metálicas, com forma anisométrica, têm um diâmetro médio que varia desde aproximadamente 3 nanómetros até aproximadamente 333 nanómetros.

10. Uma suspensão de acordo com a reivindicação 9, em que as ditas partículas metálicas, com forma anisométrica, têm um diâmetro médio que varia desde aproximadamente 3 nanómetros até aproximadamente 66 nanómetros.

11. Uma película adequada para utilização como a unidade de modulação de luz de uma válvula de luz SPD, sendo que a dita película compreende uma matriz polimérica reticulada e contém gotas de uma suspensão líquida para válvula de luz, de acordo com uma das reivindicações 1 a 10, distribuídas na matriz polimérica reticulada.

12. Um dispositivo electro-óptico que compreende uma célula formada por paredes de célula opostas, uma unidade de modulação de luz que compreende uma suspensão de acordo com as reivindicações 1 a 10, entre as ditas paredes de célula e eléctrodos opostos associados operativamente com as ditas paredes de célula para aplicar um campo eléctrico através da dita suspensão.

13. Um dispositivo de acordo com a reivindicação 12, em que a dita unidade de modulação de luz é uma suspensão líquida de acordo com as reivindicações 1 a 10, ou uma película de acordo com a reivindicação 11.

14. Um dispositivo de acordo com a reivindicação 13, em que o dito dispositivo electro-óptico é uma válvula de luz.

Lisboa, 04/01/2011