



REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
MINISTÉRIO DA ECONOMIA
INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

CARTA PATENTE Nº BR 102012015072-7

O INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL concede a presente PATENTE DE INVENÇÃO, que outorga ao seu titular a propriedade da invenção caracterizada neste título, em todo o território nacional, garantindo os direitos dela decorrentes, previstos na legislação em vigor.

(21) Número do Depósito: BR 102012015072-7

(22) Data do Depósito: 19/06/2012

(43) Data da Publicação Nacional: 29/07/2014

(51) Classificação Internacional: G02B 6/38.

(54) Título: CONECTOR DE FIBRAS ÓPTICAS

(73) Titular: LABORATÓRIO NACIONAL DE ASTROFÍSICA. Endereço: RUA ESTADOS UNIDOS, 154, ITAJUBÁ- MG, MG, BRASIL(BR); OLIVEIRA INSTRUMENTAÇÃO ÓPTICA, Empresa Brasileira. CGC/CPF: 07983583000167. Endereço: RUA CORONAL CARNEIRO JUNIOR, 57 , ITAJUBA - MG, MG, BRASIL(BR)

(72) Inventor: ANTONIO CESAR DE OLIVEIRA; LIGIA SOUZA DE OLIVEIRA; LUCAS SOUZA MARRARA; JESULINO BISPO DOS SANTOS; MARCIO VITAL DE ARRUDA.

Prazo de Validade: 20 (vinte) anos contados a partir de 19/06/2012, observadas as condições legais

Expedida em: 22/12/2020

Assinado digitalmente por:

Liane Elizabeth Caldeira Lage

Diretora de Patentes, Programas de Computador e Topografias de Circuitos Integrados

REPUBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
15 de Novembro de 1889

"CONECTOR DE FIBRAS ÓPTICAS".

Campo da Invenção

A presente invenção refere-se a um conector para fibras ópticas e, mais especificamente, a um conector de fibras ópticas capaz de conectar, ao 5 mesmo tempo uma grande quantidade de fibras ópticas.

Fundamentos da Invenção

As fibras ópticas são fibras feitas de materiais dielétricos – como sílica e materiais poliméricos – e são capazes de transmitir sinais de luz de um ponto a outro. As fibras ópticas têm inúmeras aplicações, dentre as quais se 10 destacam o uso em redes de telecomunicação e computadores.

É conhecida a necessidade de conexão de comprimentos diferentes de fibras ópticas para aumentar o alcance de transmissão. Entretanto, para que a conexão entre fibras ópticas seja eficiente, ela deve ser feita com alta precisão, para evitar interferências ou perda nas transmissões, e com cuidado, para 15 evitar a quebra ou danificação das fibras.

A maioria dos conectores conhecidos é capaz de acoplar apenas uma fibra óptica. Alguns modelos conhecidos são capazes de acoplar mais de uma unidade de fibra ao mesmo tempo, mas são raros os conectores conhecidos capazes de acoplar mais de cem fibras ópticas ao mesmo tempo.

20 Um exemplo de conector múltiplo de fibras ópticas é descrito no documento US 4,341,439, o qual mostra um conector de fibras ópticas que pode ser aplicado em submarinos e similares. O conector desse documento compreende dois elementos correspondentes, cada um compreendendo uma pluralidade de superfícies cilíndricas de vidro dispostas em arranjo, formando 25 um quadrado de canais de recepção de fibra. Os canais possuem superfícies de guia para o alinhamento das extremidades das fibras.

Outro exemplo de conector múltiplo é mostrado no documento US 2003/0068153. O conector desse documento compreende um corpo com uma

pluralidade de seções tubulares para inserção das fibras ópticas, onde o corpo é feito de cerâmica, vidro ou metal e as seções tubulares são feitas de resina.

Deve ser ressaltado, entretanto, que os conectores múltiplos de fibra óptica conhecidos não possuem mecanismos ou sistemas de ajuste para 5 correção do alinhamento entre as fibras. Isso é um grande problema, já que os sucessivos acoplamentos e desacoplamentos mecânicos dos conectores podem causar desajustes, tornando ineficiente a conexão entre as fibras e prejudicando a transmissão através das mesmas.

Além disso, os conectores conhecidos atualmente não dispõem da 10 precisão mecânica necessária para garantir um ajuste ótimo de todas as fibras conectadas.

Objetivos da Invenção

Em vista do acima exposto, é um dos objetivos da presente invenção prover um conector de fibras ópticas capaz de acoplar uma grande quantidade 15 de fibras ópticas ao mesmo tempo.

É outro dos objetivos da presente invenção prover um conector de fibras ópticas com um sistema de ajuste para correção de eventuais desajustes causados por sucessivos acoplamentos e desacoplamentos mecânicos.

É outro dos objetivos da presente invenção fornecer um conector que 20 possibilite o alcance da precisão mecânica necessária para garantir um ajuste ótimo de todas as fibras conectadas.

É ainda outro dos objetivos da presente invenção prover um conector de fibras ópticas que compreende um sistema de ajuste cinemático nos eixos x, y e rotativo.

25 É outro dos objetivos da presente invenção proporcionar um conector de fibras ópticas onde o substrato das fibras ópticas é construído com material compósito de características de auto-abrasividade adequadas à manutenção do polimento inicial das fibras ópticas.

Sumário da Invenção

A presente invenção atinge os objetivos acima por meio de um conector de fibras ópticas, que compreende:

- um primeiro corpo compreendendo uma primeira estrutura de núcleo
- 5 onde é fixado um primeiro arranjo matricial de fibras ópticas; e
- um segundo corpo compreendendo uma segunda estrutura de núcleo
- onde é fixado um segundo arranjo matricial de fibras ópticas correspondente ao
- primeiro arranjo matricial de fibras ópticas;
- em que o segundo corpo compreende um sistema de ajuste cinético
- 10 para ajuste da posição geométrica do segundo arranjo matricial de fibras ópticas em relação ao primeiro arranjo matricial de fibras ópticas.

Na concretização preferida da presente invenção, cada uma das estruturas de núcleo compreende um anel de suporte para recepção do arranjo matricial de fibras ópticas, e o arranjo matricial de fibras ópticas é fixo ao anel

15 de suporte por uma resina. Preferencialmente, o anel de suporte é um anel de bronze.

Ainda na concretização preferida, os primeiro e segundo arranjos matriciais de fibras ópticas são formados pelo corte transversal de um bloco formado por duas placas de material polimérico tendo perfurações por onde

20 passam fibras ópticas, e uma resina introduzida entre as placas.

O primeiro corpo compreende, preferencialmente, uma placa tendo uma mola plana onde o anel de suporte da primeira estrutura de núcleo é fixado. Na concretização preferida da invenção, a placa é usinada em alumínio e anodizada na cor preto fosco, e a mola plana é usinada em bronze sulfuroso

25 O segundo corpo compreende, preferencialmente, uma plataforma onde o anel de suporte da segunda estrutura de núcleo é fixado. Nessa concretização, o sistema de ajuste cinético do segundo corpo compreende um dispositivo de deslocamento no eixo X, um dispositivo de deslocamento no eixo

Y e um dispositivo de rotação, e os dispositivos de deslocamento permitem a movimentação da plataforma de modo que o arranjo matricial do segundo corpo seja movimentado em relação ao arranjo matricial do primeiro corpo.

Descrição Resumida dos Desenhos

5 As figuras mostram:

Figura 1a – A figura 1a ilustra uma etapa do processo de fabricação da estrutura de núcleo do conector de acordo com uma concretização preferida da presente invenção;

Figura 1b – A figura 1b ilustra uma vista ampliada de uma superfície 10 cortada conforme plano de corte A mostrado na figura 1a;

Figura 2 – A figura 2 ilustra uma vista ampliada das superfícies transversais formadas após o corte de uma fibra óptica da estrutura do núcleo do conector de acordo com uma concretização preferida da presente invenção;

Figura 3 - A figura 3 mostra a estrutura do núcleo do conector de 15 acordo com uma concretização preferida da presente invenção;

Figura 4 - A figura 4 mostra as primeira e segunda estruturas do núcleo do conector de acordo com uma concretização preferida da presente invenção, sendo as estruturas ilustradas em configuração não acoplada;

Figura 5 – A figura 5 ilustra uma vista em perspectiva do primeiro corpo 20 do conector de acordo com uma concretização preferida da presente invenção;

Figura 6 – A figura 6 ilustra uma vista frontal do primeiro corpo do conector de acordo com uma concretização preferida da presente invenção;

Figura 7 – A figura 7 ilustra uma vista lateral do primeiro corpo do conector de acordo com uma concretização preferida da presente invenção;

25 Figura 8 – A figura 8 ilustra uma vista traseira do primeiro corpo do conector de acordo com uma concretização preferida da presente invenção;

Figura 9 – A figura 9 ilustra uma vista em perspectiva do segundo corpo do conector de acordo com uma concretização preferida da presente invenção;

Figura 10 – A figura 10 ilustra uma vista explodida do segundo corpo do conector de acordo com uma concretização preferida da presente invenção;

Figura 11 – A figura 11 mostra o acoplamento entre o primeiro e segundo corpos do conector de acordo com uma concretização preferida da 5 presente invenção;

Figura 12 - A figura 12 mostra uma vista em perspectiva do conector de acordo com uma concretização preferida da presente invenção, incluindo as fibras ópticas que são conectadas pelo mesmo;

Figura 13 – A figura 13 é uma ilustração esquemática de etapa do 10 procedimento de alinhamento de fibras ópticas realizado para o conector da presente invenção; e

Figura 14 – A figura 14 é uma representação gráfica da eficiência de transmissão de energia em amostra de fibras conectadas através do conector da presente invenção, obtida de acordo com o procedimento ilustrado na figura 15 13.

Descrição Detalhada da Invenção

A presente invenção será, a seguir, mais detalhadamente descrita com base nos exemplos de execução representados nos desenhos.

As figuras 1a a 12 ilustram uma concretização preferida da presente 20 invenção, sendo que as figuras 1a a 4 referem-se ao processo de fabricação dos arranjos de fibras ópticas utilizados no conector da presente invenção, as figuras 5 a 12 mostram uma concretização preferida do conector da presente invenção, e a figura 14 mostra um gráfico obtido em um dos testes realizados com o conector da presente invenção.

Em sua concretização preferida, o conector da presente invenção 25 comprehende um núcleo formado por um arranjo de fibras ópticas em configuração matricial. As figuras 1a a 4 referem-se ao processo preferido para a formação desse núcleo.

A figura 1a ilustra duas placas de material polimérico 1, que são perfuradas na configuração matricial desejada. Fibras ópticas 3 são inseridas através das perfurações nas placas 1 e uma resina 2 é introduzida entre as placas.

5 Na concretização preferencial da presente invenção, o material polimérico das placas compreende um material a base de epóxi, com componentes abrasivo e refratário, e a resina de preenchimento entre as placas compreende um epóxi líquido, mais especificamente epóxi EPO-TEK® 301-2.

10 O epóxi líquido de preenchimento entre as placas é preferencialmente um material de baixo índice de constrição durante a cura, de modo a reduzir o stress mecânico na fibra óptica.

15 Após a cura e completa solidificação da resina o bloco formado pelas placas 1 e resina de preenchimento 2 é submetido a um corte transversal para obtenção de dois blocos parciais, que formarão arranjos matriciais gêmeos das terminações seccionadas das fibras 3, após um polimento de alta performance. A figura 1b mostra uma vista ampliada de uma das faces obtidas após o corte do plano A mostrado na figura 1a.

20 Preferencialmente, os arranjos são polidos com granulação abrasiva de sílica gel para acabamento com rugosidade da ordem de 0,03 µm.

Também preferencialmente, o corte transversal é realizado através de uma técnica de jato d'água, permitindo uma precisão de corte extremamente alta e evitando perdas de material.

25 Os arranjos matriciais gêmeos assim formados possuem terminações correspondentes de fibras ópticas praticamente iguais em termos de posição, excentricidade do núcleo e diâmetro externo da fibra. A figura 2 ilustra uma vista ampliada das superfícies transversais correspondentes de uma fibra cortada, onde pode ser visto que as extremidades das porções cortadas 3a, 3b

são simetricamente idênticas. Essa identidade geométrica permite que cada extremidade de fibra óptica fique perfeitamente casada com seu par quando os arranjos matriciais gêmeos são fisicamente acoplados e ajustados em configuração superposta.

5 Cada um dos arranjos matriciais 5 assim formados é então montado em um anel de suporte 4, como mostra a figura 3. Os anéis de suporte 4 definem um espaço aberto que permite que as fibras ópticas atravessem o anel. Uma resina líquida 6 (por exemplo, epóxi) é provida no espaço vazio formado entre o anel e o arranjo 5 de fibras, de modo que, após a solidificação 10 da resina, o arranjo 5 é retido em seu lugar.

Na concretização preferida da presente invenção, os anéis de suporte 4 são anéis de bronze, e furos com rosca 8 são previstos para montagem do anel 4 ao conector.

A figura 4 mostra um par correspondente de estruturas de núcleo 15 básicas formado pela montagem de cada um dos arranjos matriciais 5 em respectivos anéis de suporte 4.

Assim, cada uma das estruturas de núcleo formadas compreende basicamente o anel de suporte 4, a resina de sustentação 6, e o arranjo 20 matricial de fibras ópticas 5, sendo que o arranjo 5 é associado a um correspondente feixe de fibras ópticas 7. A estrutura assim formada por ser vista na figura 4, em configuração não acoplada.

As estruturas de núcleo formadas serão, então, montadas em chassis para formar o conector de fibras ópticas da presente invenção.

As figuras 5 a 12 mostram o conector de fibras ópticas de acordo com 25 uma concretização preferida da presente invenção.

Em sua concretização preferida, o conector de fibras ópticas da presente invenção compreende um primeiro corpo 10, mostrado nas figuras 5 a 8, 11 e 12, e um segundo corpo 20, mostrado nas figura 9 a 12.

O corpo 10 compreende uma placa 11 tendo uma mola plana 12 onde o anel de suporte 4 da primeira estrutura do núcleo é fixado. Preferencialmente, a placa 11 é uma placa usinada em alumínio e anodizada na cor preto fosco, a mola plana 12 é fixada por parafusos com rosca 13 na placa 11, e o anel 4 é preso por parafuso à mola plana 12. Ainda na concretização preferida, a mola plana 12 é uma mola usinada em bronze sulfuroso. A escolha do bronze sulfuroso como material para a mola plana se deve ao fato de ser um material adequado ao efeito de mola em placas planas.

A placa 11 compreende ainda pelo menos dois furos atravessantes 14 que irão recepcionar pinos de guia correspondentes previstos no segundo corpo 20 do conector. Os dois furos passantes são preferencialmente dispostos em extremidades diagonalmente opostas da placa 11.

Na concretização preferida da presente invenção, os furos passantes 14 são furos de aproximadamente 7 mm de diâmetro, sendo que um sistema 15 de bilha esfera/mola pode ser inserido em furos transversais 15 para travamento dos pinos guia do segundo corpo 20.

Conforme melhor ilustrado na figura 9, o segundo corpo 20 do conector da presente invenção compreende uma plataforma mecânica 21 onde é fixado o anel de suporte 4 da outra estrutura de núcleo.

A plataforma 21 compreende três dispositivos de movimento que formam um sistema de ajuste cinético: um dispositivo de deslocamento no eixo X 22, um dispositivo de deslocamento no eixo Y 23 e um dispositivo de rotação 24. Esses dispositivos de movimento permitem que o arranjo matricial gêmeo do segundo corpo 20 possa ser movimentado em relação ao arranjo matricial gêmeo do primeiro corpo 10, permitindo a otimização do ajuste entre os pares de fibras correspondentes nos dois corpos do conector. A figura 10 mostra uma vista explodida do segundo corpo 20, onde podem ser vistos os dispositivos de deslocamento 22 e 23, e o dispositivo de rotação 24.

Os dispositivos de deslocamento 22 e 23 são dispositivos cujo princípio de funcionamento é conhecido por aqueles versados na técnica, e compreendem basicamente uma estrutura (22b, 23b) que se desloca em resposta ao acionamento de um manípulo (22a, 23a). De modo similar, o 5 dispositivo de rotação compreende basicamente uma plataforma (24b) rotativa em resposta ao acionamento de um manípulo 24a.

O segundo corpo 20 compreende ainda pelo menos dois pinos guias 25 para encaixe nos pelo menos dois furos atravessantes 14 do primeiro corpo 10. 10.

Na concretização preferida da presente invenção, os dois pinos guias 25 são feitos de aço inoxidável.

A figura 11 mostra os dois corpos 10, 20 do conector de fibras ópticas da presente invenção em configuração acoplada, mas sem a presença das 15 fibras ópticas 7.

O acoplamento entre os dois corpos 10, 20 se dá através da inserção dos pinos guias 25 do segundo corpo 20 nos furos 14 do primeiro corpo 10. Após o acoplamento, o arranjo matricial do primeiro corpo 10 é pressionado contra o arranjo matricial do segundo corpo 20 pela mola plana 12 do primeiro 20 corpo 10. Assim, a extremidade de cada fibra óptica no arranjo matricial do primeiro corpo 10 é fisicamente superposta a seu par complementar no arranjo matricial do segundo corpo 20, para permitir o acoplamento ótico entre elas.

Preferencialmente, um óleo de baixa viscosidade e com índice de refração próximo ao da sílica é utilizado em pequena quantidade entre as 25 superfícies dos anéis 4, de modo a criar uma película que possa melhorar o acoplamento óptico entre as fibras e ao mesmo tempo permitir que o atrito causado pelo deslocamento entre as peças seja reduzido.

A figura 12 é uma vista em perspectiva do conector da presente

invenção, incluindo o feixe de fibras ópticas 7.

Após os corpos 10, 20 serem acoplados, algumas fibras ópticas de cada um dos corpos (formando pares) devem ser utilizadas como fibras de monitoramento, para verificar e ajustar o alinhamento óptico entre as fibras .

5 Esse procedimento é ilustrado esquematicamente na figura 13.

Essa figura mostra que quatro fibras ópticas nas extremidades do arranjo matricial do primeiro corpo 10 e uma fibra óptica do centro desse arranjo são desviadas do feixe principal de fibras para formar um primeiro cabo monitor 26.

10 As extremidades dessas fibras são encapsuladas, polidas, inseridas e coladas com resina transparente no interior de LEDs emissores de luz vermelha de alta performance 27.

15 Cinco fibras correspondentes do arranjo matricial do segundo corpo 20 são desviadas do feixe principal de fibras para formar um segundo cabo monitor 28. As extremidades dessas fibras são polidas e encapsuladas em um bloco de material a base de epóxi solidificado, o qual é adequado para encaixe mecânico na entrada de um CCD (Dispositivo de carga acoplada) comercial 29, como, por exemplo, um CCD *Fire Wire* da PIXELINK.

Durante o processo de conexão, os LEDS são acionados eletronicamente e mantém acesas as extremidades das fibras monitoradas do primeiro corpo do conector 10. Um operador utiliza então os dispositivos de deslocamento 22, 23 e 24 do corpo 20 para que as fibras monitoradas iluminadas fiquem perfeitamente sobrepostas com as cinco fibras receptoras que estão direcionadas à entrada do CCD. Desse modo, uma imagem das 25 cinco fibras iluminadas será captada pelo CCD e poderá ser devidamente processada por um computador. Esse procedimento permite que seja avaliada a maior quantidade de luz transmitida entre as cinco fibras monitoras durante o ajuste.

A figura 14 mostra um gráfico de análise visual tridimensional da imagem de luz projetada pelas fibras ópticas monitoradas pelo CDD, definindo o perfil de luminosidade das fibras ópticas. Nessa análise gráfica, cada fibra monitorada aparece na tela do computador como um pico cuja altura define a intensidade luminosa da fibra em questão. Um código de cores pode também ser previsto para definir o perfil de base ou de saturação para os picos de luz das cinco fibras monitoras.

O procedimento de análise mostrado nas figuras 13 e 14 permite, assim, garantir que todas as fibras fiquem alinhadas, permitindo que o conector transmita o máximo de energia por todas as fibras ao mesmo tempo.

Deve ser entendido que as figuras mostram uma concretização preferida do conector da presente invenção, sendo que o real escopo do objeto da invenção encontra-se definido nas reivindicações apensas.

REIVINDICAÇÕES

1. Conector de fibras ópticas, **caracterizado** pelo fato de que compreende:

um primeiro corpo (10) compreendendo uma primeira estrutura de 5 núcleo onde é fixado um primeiro arranjo matricial (5) de fibras ópticas; e

um segundo corpo (20) compreendendo uma segunda estrutura de núcleo onde é fixado um segundo arranjo matricial (5) de fibras ópticas correspondente ao primeiro arranjo matricial (5) de fibras ópticas;

em que o segundo corpo (20) compreende um sistema de ajuste 10 cinético para ajuste da posição geométrica do segundo arranjo matricial de fibras ópticas em relação ao primeiro arranjo matricial de fibras ópticas.

2. Conector de fibras ópticas, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que cada uma das estruturas de núcleo compreende um anel de suporte (4) para recepção do arranjo matricial de 15 fibras ópticas (5), o arranjo matricial de fibras ópticas sendo fixo ao anel de suporte (4) por uma resina.

3. Conector de fibras ópticas, de acordo com a reivindicação 2, **caracterizado** pelo fato de que o anel de suporte (4) é um anel de bronze.

4. Conector de fibras ópticas, de acordo com qualquer uma das 20 reivindicações 1 a 3, **caracterizado** pelo fato de que os primeiro e segundo arranjos matriciais de fibras ópticas (5) são formados pelo corte transversal de um bloco formado por

duas placas de material polimérico (1) tendo perfurações por onde passam fibras ópticas (3), e

25 uma resina (2) introduzida entre as placas.

5. Conector de fibras ópticas, de acordo com qualquer uma das reivindicações 2 a 4, **caracterizado** pelo fato de que o primeiro corpo (10) compreende uma placa (11) tendo uma mola plana (12) onde o anel de suporte

(4) da primeira estrutura de núcleo é fixado.

6. Conector de fibras ópticas, de acordo com a reivindicação 5, **caracterizado** pelo fato de que a placa (11) é usinada em alumínio a mola plana (12) é usinada em bronze sulfuroso.

5 7. Conector de fibras ópticas, de acordo com qualquer uma das reivindicações 2 a 4, **caracterizado** pelo fato de que o segundo corpo (20) compreende uma plataforma (21) onde o anel de suporte (4) da segunda estrutura de núcleo é fixado.

8. Conector de fibras ópticas, de acordo com a reivindicação 7, 10 **caracterizado** pelo fato de que o sistema de ajuste cinético do segundo corpo (20) compreende um dispositivo de deslocamento no eixo X (22), um dispositivo de deslocamento no eixo Y (23) e um dispositivo de rotação (24), os dispositivos de deslocamento (22, 23, 24) permitindo a movimentação da plataforma (21) de modo que o arranjo matricial do segundo corpo (20) seja 15 movimentado em relação ao arranjo matricial do primeiro corpo (10).

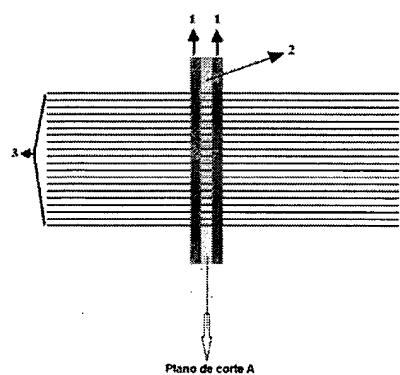


FIG. 1a

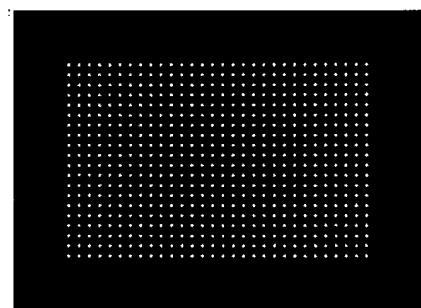


FIG. 1b

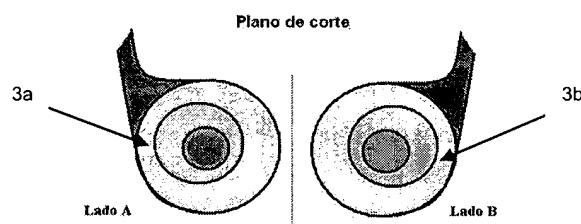


FIG. 2

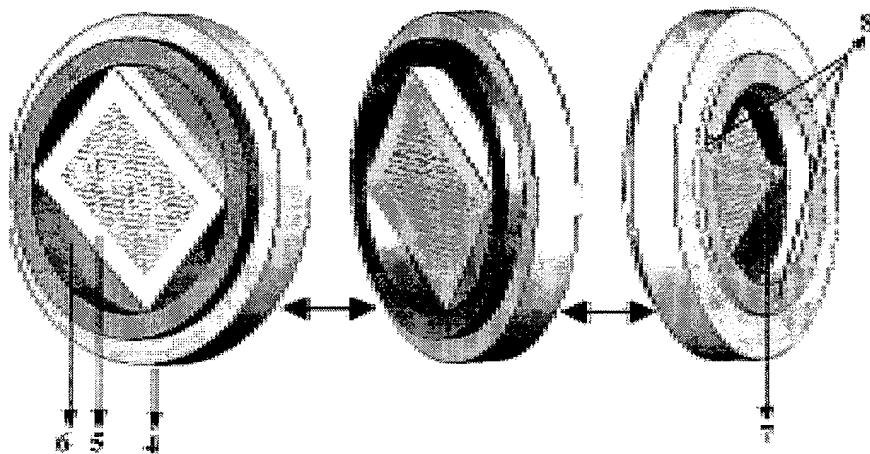


FIG. 3

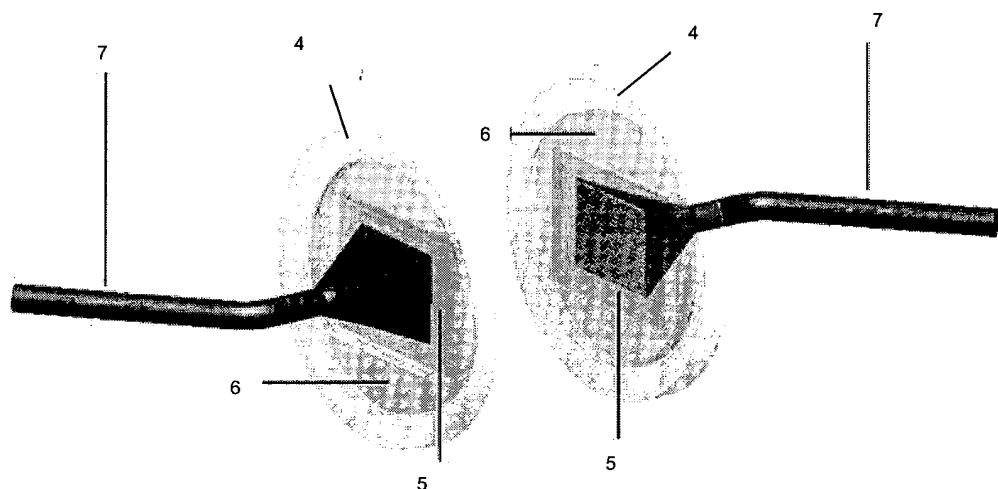


FIG. 4

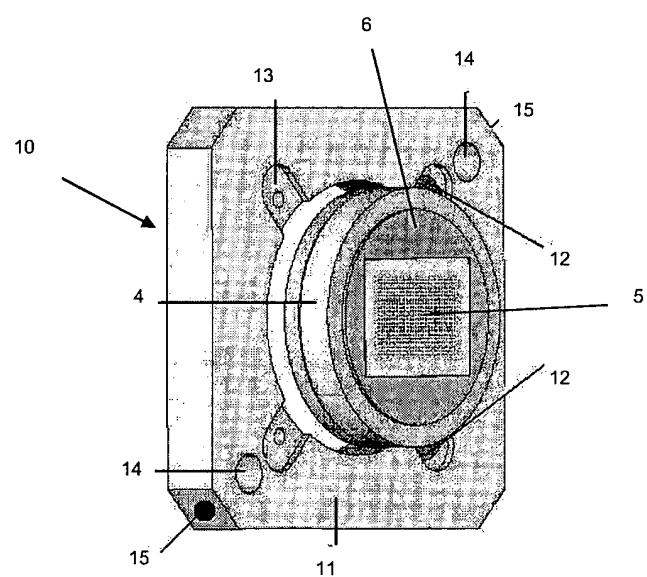


FIG. 5

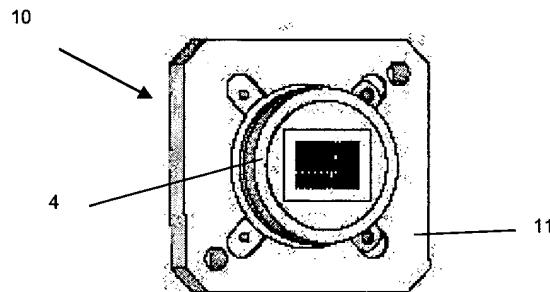


FIG. 6

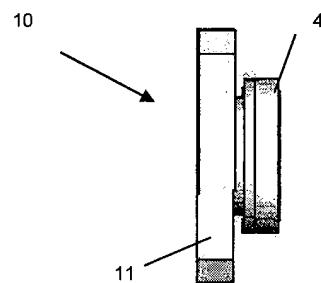


FIG. 7

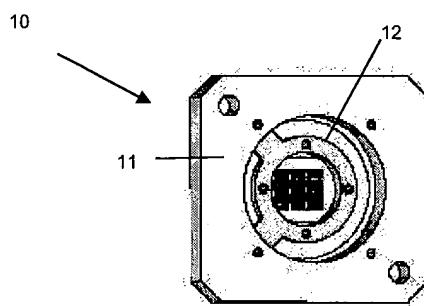


FIG. 8

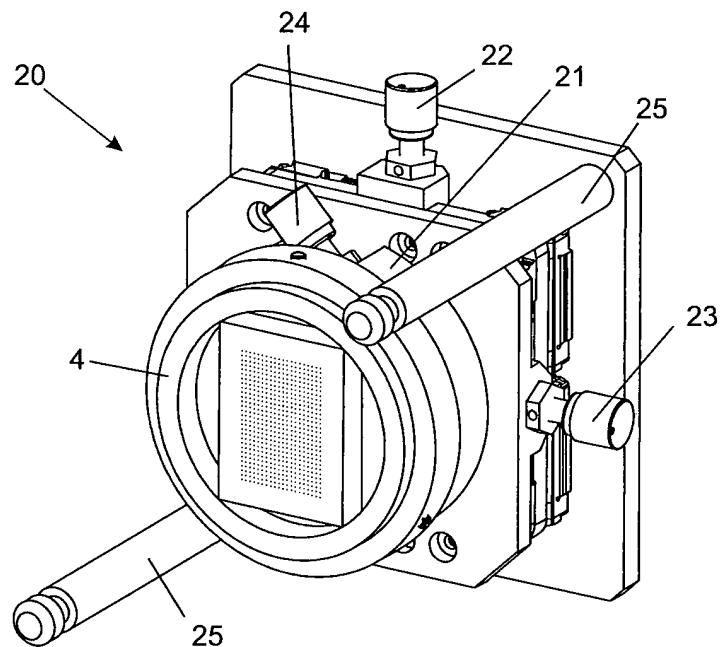


FIG. 9

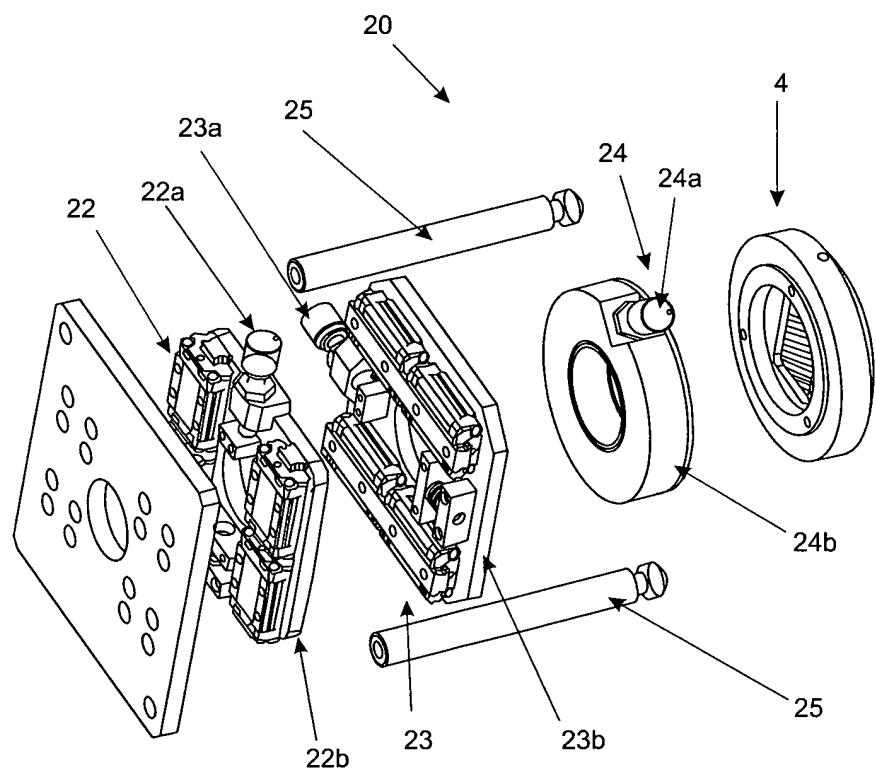
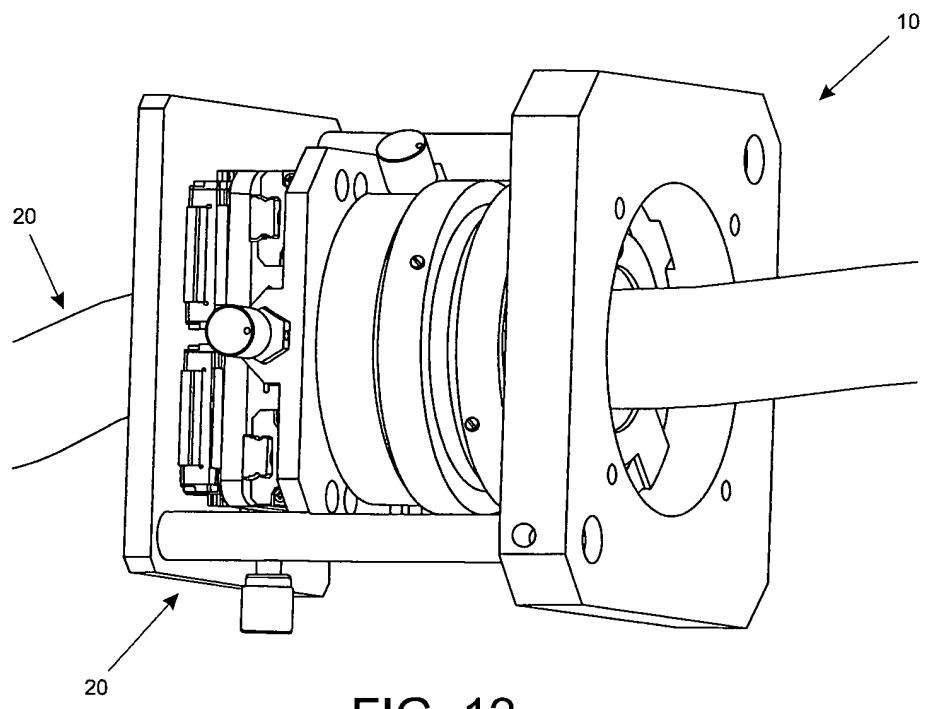
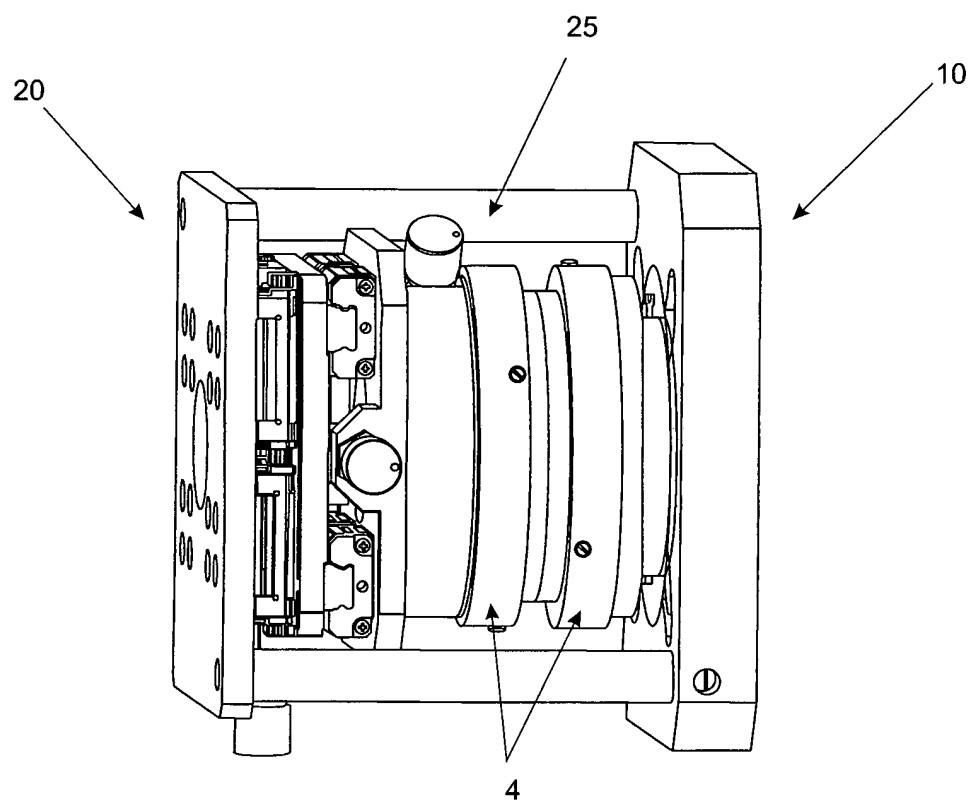


FIG. 10



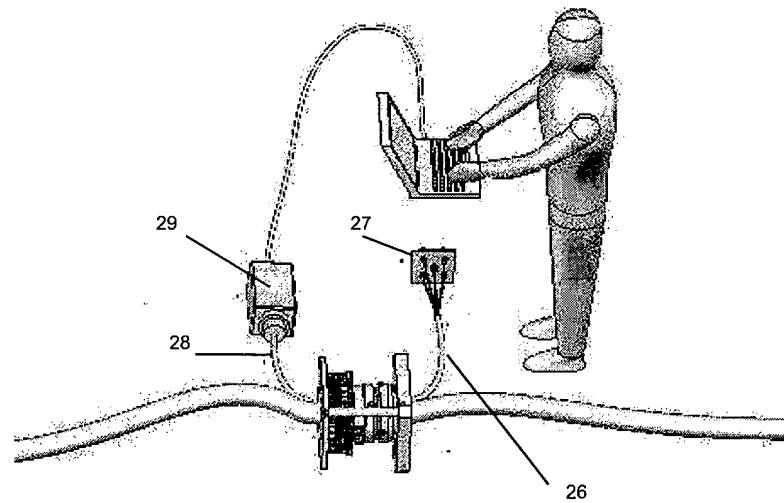


FIG. 13

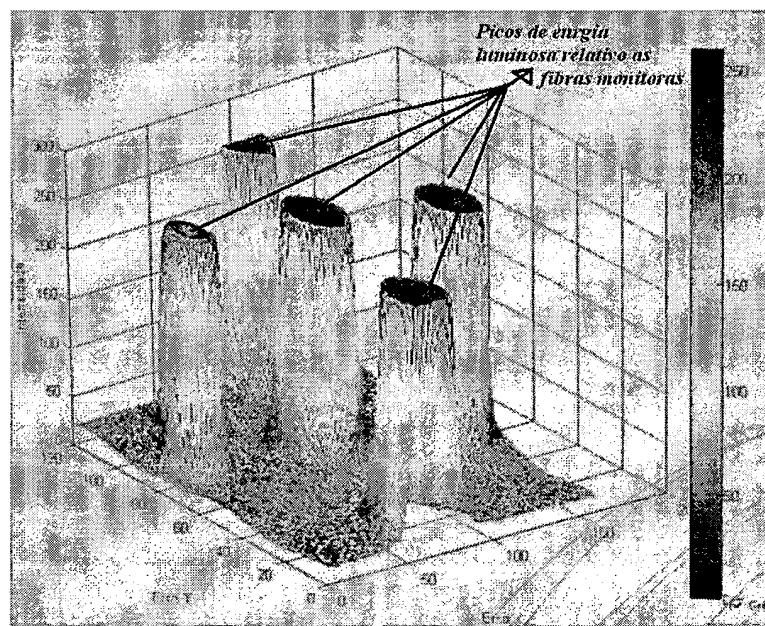


FIG. 14