

DESCRIÇÃO
DO
MODELO INDUSTRIAL

N.º 96.724

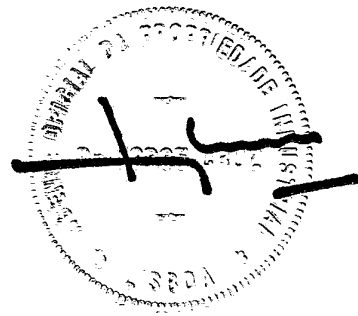
REQUERENTE: ELI LILLY AND COMPANY, norte-americana,
industrial, Lily Corporate Center, Indiana-
polis, Indiana 46285, Estados Unidos da
América do Norte

EPÍGRAFE: "COMPONENTE ELÉCTRICO DE ESPESSURA REDUZIDA"

INVENTORES: JAMES WALTER HELLER, KIRK WILLIS JOHNSON
e DAVID LIPSON

Reivindicação do direito de prioridade ao abrigo do artigo 4.º da Convenção de Paris
de 20 de Março de 1883.

14 de Fevereiro de 1990 sob o No.07/479,897, nos Estados
Unidos da América do Norte



ELI LILLY AND COMPANY

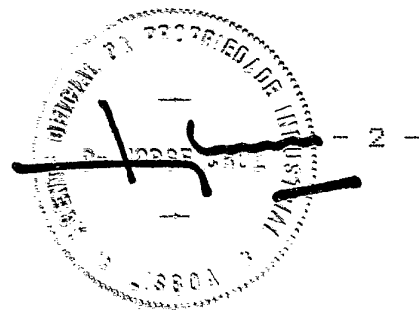
"COMPONENTE ELÉCTRICO DE ESPESSURA REDUZIDA"

=====

MEMÓRIA DESCRITIVA

Resumo

O presente invento diz respeito a um componente eléctrico de espessura reduzida biocompatível configurado para ser utilizado no corpo humano ou noutro ambiente iónico líquido. Um substrato de poliimida é ligado a uma placa de suporte de vidro com uma dimensão adequada para ser manuseada por equipamento automático, sendo depositado no referido substrato um condutor metálico de várias camadas e modelado de modo a definir um circuito eléctrico ou biosensor. A poliimida e o vidro estabelecem uma ligação entre eles que suporta o manuseamento, ligação essa que é quebrada quando se utilizam agentes e técnicas de separação biocompatíveis. De preferência, a camada de poliimida e a placa de suporte de vidro devem ter propriedades de expansão térmica similares, a fim de reduzir a probabilidade de fractura e de problemas de descamação durante a separação entre a referida camada e a placa de suporte. O condutor de metal é coberto com uma camada de isolamento e, numa execução, essa camada é feita de uma poliimida que tem uma temperatura de cura inferior à temperatura à qual ocorre a interdifusão nas camadas de metal no condutor.



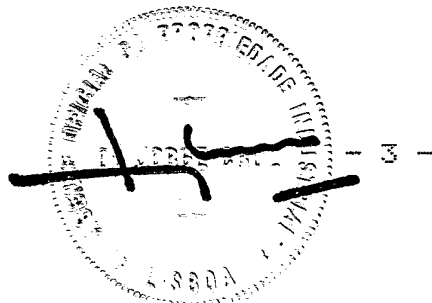
ANTECEDENTES E SUMARIO DA INVENÇÃO

A presente invenção diz respeito a um componente eléctrico obtido a partir de uma película de espessura reduzida, mais especificamente a um elemento de circuito obtido a partir de uma película de espessura reduzida, flexível, com dimensões de micro-miniatura, à prova de água e biocompatível, o qual pode ser configurado de modo a funcionar como um elemento de ligação, um sensor ou outro componente eléctrico. Mais especificamente, a presente invenção diz respeito a melhoramentos no manuseamento e na configuração, durante a produção, de elementos de circuito obtidos a partir de películas com dimensões reduzidas.

Uma película de espessura reduzida é normalmente uma película de 0,1 μm a 0,5 μm depositada numa camada de vidro, cerâmica ou semicondutora, a fim de formar, por exemplo, um condensador, uma resistência, uma bobina ou outro componente de circuito eléctrico. Os circuitos integrados de película de espessura reduzida consistem em películas de espessura reduzida depositadas numa camada, de acordo com uma relação padrão.

Um objectivo da presente invenção é desenvolver um sensor ou circuito de película de espessura reduzida biocompatível, que seja aperfeiçoado e próprio para ser utilizado no corpo humano. Verificou-se que, na generalidade, os sensores ou circuitos de película de espessura reduzida biocompatíveis não podem ser produzidos confiando-se exclusivamente nos materiais e técnicas utilizadas para fazer estruturas convencionais de espessura reduzida.

As análises e a constatação de muitas condições biológicas do corpo humano ou de outros ambientes iónicos líquidos, aumentarão com o desenvolvimento de um biosensor de película de



espessura reduzida à prova de água, com dimensões de miniatura e com características de flexibilidade. Contudo, as estruturas de película de espessura reduzida convencionais, não são geralmente projectadas para serem biocompatíveis com o corpo humano e são produzidas utilizando processos que não são adequados para serem utilizados com biomateriais. Do mesmo modo, as estruturas de película de espessura reduzida convencionais não são flexíveis.

Uma base de sílica fornece normalmente a fundação, a plataforma ou a placa de suporte onde se contrói uma estrutura convencional de película de espessura reduzida. Para mover a base de sílica entre as estações de produção, à medida que a estrutura de película de espessura reduzida é desenvolvida camada a camada na base de sílica, é utilizado equipamento automático para manuseamento. Nesta invenção, a primeira camada de película fina ligada à lâmina de suporte de sílica, é utilizada como uma camada da estrutura de película de espessura reduzida. Quando a estrutura da película de espessura reduzida está construída, a lâmina de suporte de sílica é separada da camada da estrutura da película de espessura reduzida e rejeitada.

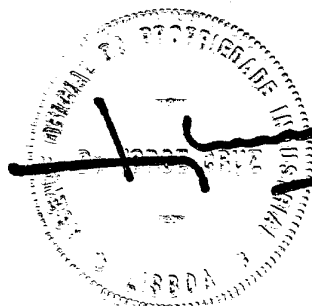
Uma estrutura de película de espessura reduzida pode ser danificada durante a separação entre a referida estrutura de película de espessura reduzida e a lâmina de suporte de sílica, se a estrutura for feita de qualquer material que seja incompatível com a solução ácida gravadora ou com qualquer outro agente de separação, utilizado para quebrar as ligações que unem a camada da estrutura de película de espessura reduzida à sua lâmina de suporte de sílica. Verificou-se que muitos biomateriais, do tipo dos que podem ser utilizados na construção de uma estrutura de película de espessura reduzida biologicamente compatível, são danificados ou deixam de funcionar quando expostos a agentes convencionais de separação de sílica. As soluções gravadoras

normalmente utilizadas para dissolverem uma lâmina de suporte de sílica, não são compatíveis com os biomateriais contidos numa estrutura de película de espessura reduzida biocompatível.

Verificou-se também que os condutores metálicos de espessura reduzida depositados numa camada de polímero ligada a uma lâmina de suporte, tendem a fracturar e a formar lâminas ao se dar a separação entre a camada de polímero e a sua lâmina de suporte de base. Pensou-se que qualquer diferença entre os coeficientes de expansão térmica da camada de polímero e da sua lâmina de suporte de base conduzia ao desenvolvimento de tensões internas na camada de polímero à medida que é curado a quente, porque o seu coeficiente de expansão térmica é diferente da lâmina de suporte. Se não for dada a devida atenção aos coeficientes de expansão térmica da lâmina de suporte de base e da camada de materiais utilizados para a construção da estrutura de película de espessura reduzida, podem acontecer problemas de fractura e de formação de lâminas da estrutura de película de espessura reduzida.

As estruturas convencionais de película de espessura reduzida são conhecidas por conterem uma película de metal aderente, a fim de consolidar a ligação de uma película de metal nobre à sua camada inferior de polímero. Uma tal camada de película de metal aderente é uma ferramenta de ligação útil, visto que os metais nobres utilizados para formarem circuitos eléctricos em estruturas de película de espessura reduzida, não aderem bem quando ligados directamente às camadas de polímero. Por esta razão, a camada de metal aderente fica colocada entre a camada de polímero e a camada de película de metal nobre.

Verificou-se que aquelas estruturas de película de espessura reduzida sofrem quebras de desempenho por causa da

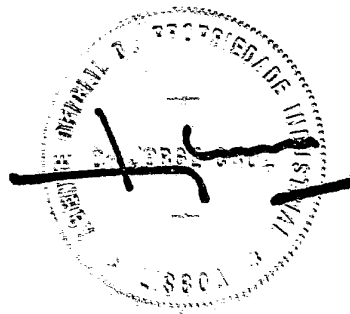


interdifusão entre a camada de adesão confinante adjacente e a camada de película de metal nobre, durante qualquer processo a temperaturas elevadas da estrutura de película de espessura reduzida, por exemplo, durante a cura a quente de uma solução precursora de polímero para fornecer uma camada isolante de polímero às camadas de película de metal. As quebras de desempenho incluem, por exemplo, perda de flexibilidade da própria estrutura de película de espessura reduzida e desenvolvimento de problemas de aderência da camada de película de metal. Adicionalmente, para além destes problemas mecânicos, a interdifusão de metal pode provocar alterações das propriedades eléctricas da camada de metal nobre.

A solução comum para resolver o problema da interdifusão de metal na indústria de semicondutores, é a adição de uma camada de metal refractário (e.g. tungsténio ou tântalo) entre as camadas de película de aderência e de metal nobre. Esta camada extra actua como um obstáculo à interdifusão. Contudo, o processamento de uma estrutura de película de espessura reduzida é severamente complicado por causa da deposição e configuração de uma tal camada de película de metal refractário adicional.

Um objectivo da presente invenção é fornecer um componente eléctrico de película de espessura reduzida biologicamente compatível, para utilização no corpo humano ou em qualquer outro ambiente iónico líquido.

Outro objectivo da presente invenção é fornecer um componente eléctrico de película de espessura reduzida configurado e modelado para uma função de biosensor, que possa ser incluído num dispositivo médico implantado no corpo humano, e um método de produção deste componente eléctrico de película de espessura



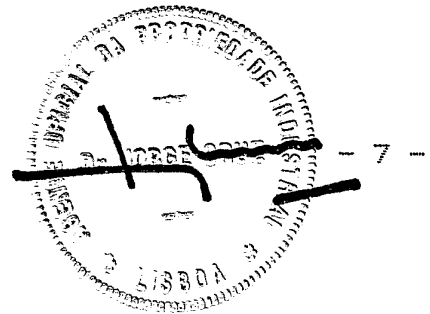
reduzida, a fim de preservar a sua capacidade para funcionar como biosensor.

Ainda outro objectivo da presente invenção é fornecer uma estrutura de película de espessura reduzida que possa ser fabricada sem que ocorra qualquer danificação provocada pelas tensões, quando se separa a camada da estrutura de película de espessura reduzida, da sua lâmina de suporte de base.

Ainda outro objectivo da presente invenção é fornecer uma estrutura de película de espessura reduzida que possa ser isolada sem interdifusão de camadas de película de metal, contidas na estrutura de película de espessura reduzida.

De acordo com a presente invenção, um componente eléctrico de película de espessura reduzida inclui uma lâmina de suporte rígida de vidro, uma camada ligada à lâmina de suporte rígida de vidro, e meios para fornecerem um circuito eléctrico. A camada é constituída por um polímero que estabelece uma ligação com a lâmina de suporte rígida de vidro, ligação essa que é quebrada imergindo a camada e a lâmina de suporte rígida de vidro, quer num banho de água a ferver quer num banho salino fisiológico à temperatura ambiente, a fim de provocar a separação entre a camada e a lâmina de suporte rígida de vidro. Os meios para fornecerem um circuito eléctrico são ligados à camada, não sendo afectados na sua integridade durante a separação entre a camada e a lâmina de suporte rígida de vidro.

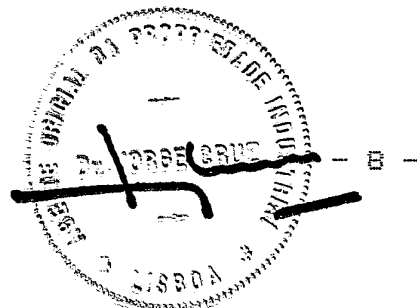
Uma característica da presente invenção é o fornecimento de um componente eléctrico de película de espessura reduzida, no qual a camada de polímero possa ser separada da sua lâmina de suporte sem a utilização de qualquer agente ou técnica que possa danificar os biomateriais contidos na camada ou nos meios



constitutivos do circuito eléctrico que é formado na camada. A selecção do vidro adequado para a lâmina de suporte e do polímero adequado para a camada é crítica. Em particular, constitui uma característica importante da invenção, um polímero que desenvolva uma ligação ao vidro que seja suficientemente forte para resistir sómente aos processos de fabricação dos circuitos, mas que possa ser quebrado com água biocompatível a ferver ou com uma solução salina quente biocompatível. Evita-se assim a utilização de agentes de separação de sílica não biocompatíveis, o que é uma vantagem.

Os entendidos na técnica reconhecerão que uma poliimida do tipo PMDA-ODA é geralmente considerada como inferior, quando comparada com outros possíveis materiais utilizáveis na camada de base, por causa da sua força marginal de aderência quando ligada à maior parte das lâminas de suporte de base. Portanto, para a maior parte das aplicações de películas de espessura reduzida, são adicionados agentes promotores da aderência a esta última, de modo a que esta poliimida seja modificada para aumentar a sua capacidade de ligação. Contudo, na presente invenção, a força marginal de aderência é desejável para permitir que a lâmina de suporte de vidro seja separada da camada de poliimida, utilizando agentes e técnicas de separação biocompatíveis. Portanto, no conjunto preferido, a camada de polímero é constituída por uma poliimida do tipo PMDA-ODA não modificada.

Nos conjuntos preferidos, a lâmina de suporte rígida de vidro é constituída por um vidro do tipo de baixa expansão, que tem um coeficiente de expansão térmica característico, sendo o polímero que forma a camada essencial constituído por uma poliimida que tem um coeficiente de expansão térmica que é praticamente equivalente ao coeficiente de expansão térmica do vidro de baixa expansão. Uma tal semelhança dos coeficientes de expansão

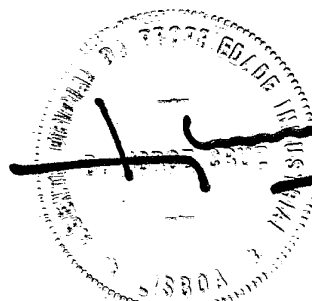


térmica, provocará, na lâmina de suporte rígida de vidro e na camada de polímero que contêm os meios constitutivos do circuito eléctrico, uma expansão a uma taxa mais ou menos idêntica, durante a exposição da estrutura de película de espessura reduzida a uma temperatura elevada.

Durante a separação entre a camada de polímero e a lâmina de suporte rígida de vidro, evita-se a separação entre os meios constitutivos do circuito eléctrico e a camada essencial, o que é uma vantagem.

Consequentemente, outra característica da presente invenção é que a lâmina de suporte de vidro e a camada de polímero são cuidadosamente seleccionadas, de tal modo que os seus coeficientes de expansão térmica são aproximadamente iguais. Este tipo de semelhança térmica reduz com vantagem a probabilidade de ocorrerem problemas sérios de fractura e de aparecimento de lâminas durante a separação entre a camada de polímero e a lâmina de suporte de vidro.

Ainda outra característica da presente invenção é o fornecimento de uma camada isolante de polímero com uma temperatura de cura relativamente baixa. Sem problemas de interdifusão de metal, a escolha lógica para esta camada isolante deve ser uma poliimida fotogravável porque a camada pode ser moldada sem utilizar operações adicionais de fotoprotecção. Infelizmente, as poliimidas fotograváveis correntemente disponíveis necessitam de uma temperatura de cura elevada (450 °C) para fazer sobressair os fotosensores. No conjunto preferido, utiliza-se uma poliimida BTDA-ODA, com fotoprotecção positiva, de modo a formar o revestimento isolante modelado. Este material pode ser curado a uma temperatura baixa como 250 °C, o que provoca uma interdifusão



significativamente menor e portanto menos problemas resultantes dessa interdifusão.

No conjunto preferido, utiliza-se um tipo de poliimida para fornecer a camada de polímero e um tipo diferente de poliimida para fornecer o isolador do polímero. A selecção da "camada" de poliimida depende da compatibilidade entre a sua capacidade de separação e a sua expansão térmica com uma lâmina de suporte de vidro. Por exemplo, é conveniente utilizar uma poliimida quer do tipo PMDA-ODA quer do tipo BPDA-PPD. Por outro lado, a selecção do "isolador" de poliimida, depende da amplitude da sua temperatura de cura quando comparada com a temperatura mínima à qual os metais do componente eléctrico de película reduzida começam a interdifusão, e pela sua força de aderência ao polímero inferior e à camada de metal. Por exemplo, como acima referido, é conveniente utilizar uma poliimida de BTDA-ODA.

Também de acordo com a presente invenção, é fornecido um método para produção de um componente eléctrico de película de espessura reduzida. O método é constituído por operações que consistem em fornecer uma placa de suporte rígida de vidro com uma superfície plana, em revestir a superfície plana com uma primeira solução precursora de ácido poliâmico, e em curar a primeira solução precursora de ácido poliâmico utilizando calor, primeiramente a uma temperatura de modo a fornecer uma camada de película de poliimida ligada à superfície plana. Num conjunto preferido da presente invenção, o filme de poliimida tem um coeficiente de expansão térmica que é praticamente equivalente ao coeficiente de expansão térmica da placa de suporte rígida de vidro, de tal modo que se evita a ocorrência de tensões internas na película de poliimida durante a cura. Em certos outros conjuntos, podem ser utilizadas lâminas de suporte de vidro e películas



de poliimida com coeficientes de expansão térmica substancialmente diferentes.

De preferência, a operação de revestimento é ainda constituída por operações de administração da primeira solução precursora de ácido poliâmico na superfície plana da lâmina de suporte rígida de vidro, seguida de uma rotação da lâmina de suporte rígida de vidro em relação a um eixo ortogonal à superfície plana, a fim de que o revestimento da solução precursora de ácido poliâmico fique liso e com uma espessura bastante uniforme ao longo da superfície plana. Este é um processo convencional de revestimento por rotação, normalmente utilizado na indústria de semicondutores. Durante a operação de rotação a lâmina de suporte rígida de vidro é colocada a rodar a uma velocidade entre as 1000 e as 6000 rotações por minuto.

O método inclui ainda as operações de formação de meios para fornecerem um circuito eléctrico na película de poliimida, e na exposição da lâmina de suporte rígida de vidro, da película de poliimida e dos componentes do circuito eléctrico ou a um banho de água quente ou a um banho salino fisiológico à temperatura ambiente, durante um período de tempo suficiente para quebrar a ligação entre a película de poliimida e a placa de suporte rígida de vidro. O banho quente salino fornece um agente de separação biocompatível que funciona de modo a que a película de poliimida seja separada da lâmina de suporte rígida de vidro sem que os componentes do circuito eléctrico sejam também separados da película de poliimida.

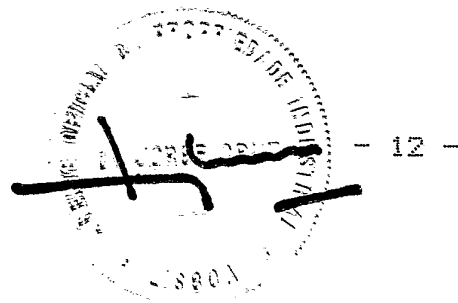
É fornecido um circuito eléctrico no componente eléctrico de espessura reduzida através da deposição de uma primeira camada de metal aderente na película de poliimida, de uma camada de metal nobre na primeira camada de metal aderente, e uma



segunda camada de metal aderente na camada de metal nobre, a fim de colocar a referida camada de metal nobre entre a primeira e a segunda camadas de metal aderente, e configurando a camada depositada de metal nobre e a primeira e segunda camadas de metal aderente, de modo a definir meios na película de poliimida que constituam um circuito eléctrico. De seguida, é fornecida uma segunda solução percursora de ácido poliâmico aos meios constituintes do circuito eléctrico, administrando a referida segunda solução percursora de ácido poliâmico aos ditos meios constituintes do circuito eléctrico, e pondo a rodar, em torno de um eixo ortogonal à superfície plana da lâmina de suporte rígida de vidro, um conjunto constituído pela lâmina de suporte rígida de vidro, pela película de poliimida e pelos componentes eléctricos. O conjunto é colocado a rodar para dar origem a um revestimento da segunda solução percursora de ácido poliâmico, em zonas de exposição prédeterminadas da película de poliimida e dos meios constituintes do circuito eléctrico.

A segunda solução percursora de ácido poliâmico é então curada, utilizando calor a uma segunda temperatura, para fornecer um revestimento isolante de poliimida aos meios constituintes do circuito eléctrico. Nos casos em que a interdifusão entre as camadas de metal nobre e de metal aderente é um problema, a segunda temperatura é inferior à temperatura característica mínima à qual ocorre a interdifusão entre a camada de metal nobre e as primeira e segunda camadas de metal aderente, de tal modo que praticamente se evita a interdifusão entre a camada de metal nobre e as primeira e segunda camadas de metal aderente, durante a cura a quente da segunda solução percursora de ácido poliâmico.

Objectivos, características e vantagens adicionais da invenção tornar-se-ão mais evidentes para os especialistas na técnica, se se tiver em consideração a descrição detalhada que



será feita de seguida de um conjunto preferido, exemplificando o melhor método de realizar a invenção, como já foi entendido.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

A descrição detalhada refere-se em particular aos desenhos anexos, em que:

a Figura 1 é uma vista esquemática em corte de uma lâmina de suporte de vidro, durante a deposição de uma solução percursora de polímero numa superfície plana da lâmina de suporte de vidro;

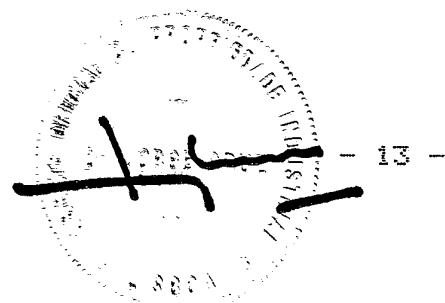
a Figura 2 é uma vista esquemática em elevação de uma camada de polímero sobre a lâmina de suporte de vidro da Figura 1;

a Figura 3 é uma vista esquemática de um condutor de metal composto, constituído por três camadas, sobre a camada de polímero da Figura 2;

a Figura 4 é uma vista em planta do componente da Figura 3, onde se mostra a configuração do condutor de metal de múltiplas camadas, que constitui um elemento de circuito;

a Figura 5 é uma vista esquemática em corte do componente da Figura 4, onde se mostra uma abertura para acesso formada na camada de metal do topo e um revestimento isolante a cobrir zonas do condutor de metal;

a Figura 6 é uma vista em planta do componente da Figura 5, onde se mostra um par de ligações de chumbo não isoladas;



a Figura 7 é uma vista esquemática em corte do componente das Figuras 5 e 6, imerso num banho líquido para separar a lâmina de suporte de vidro da ligação à camada de polímero;

a Figura 8 é uma vista esquemática em corte de um componente de acordo com outro conjunto da invenção; e

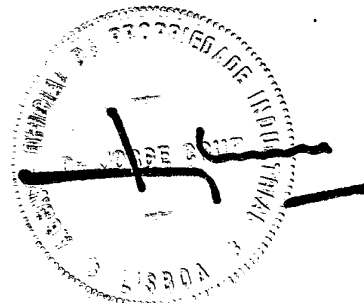
a Figura 9 é uma vista em planta do componente da Figura 8, onde se mostra um par de ligações de chumbo não isoladas.

DESCRIÇÃO DETALHADA DOS DESENHOS

Nas Figuras 1-7 é ilustrado um processo para a produção de um componente eléctrico de película de espessura reduzida. O componente final está ilustrado na Figura 7. Como se pode ver na Figura 1, no início do processo de produção é utilizada uma lâmina de vidro isenta (10), a fim de fornecer uma lâmina de suporte rígida ou base para o componente eléctrico de película de espessura reduzida. É preferível uma "fotocobertura" em branco, por causa de ser absolutamente plana, lisa e estável termicamente. No conjunto preferido, a lâmina (10) é um vidro com uma expansão baixa, constituído essencialmente por 60 % de SiO_2 , 18 % de RO, 15 % de Al_2O_3 , 5 % de B_2O_3 , 1 % de Na_2O e 1 % de K_2O . Será entendido que o RO é considerado como "impurezas desconhecidas de óxido de metal".

Na formação da lâmina (10) podem ser utilizadas lâminas de vidro circulares ou quadradas, apresentando a referida lâmina dimensões exteriores situadas na gama entre as 3 polegadas (7,62 cm) e as 6 polegadas (15,24 cm) e espessuras entre cerca de 0,030 polegadas (0,076 cm) e 0,090 polegadas (0,228 cm). Para a lâmina (10) pode ser seleccionado um "suporte de sílica ou

—

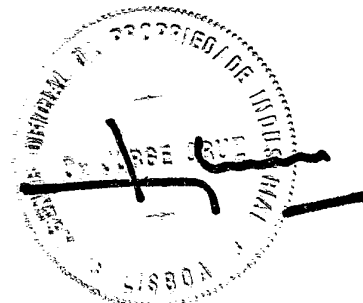


desenvolvimento de fotoprotecção e cintilação. Além do mais, o coeficiente de expansão térmica da poliimida é mais ou menos o mesmo que o coeficiente de expansão térmica da lâmina de vidro (109) preferida, de modo que os problemas de fractura e de formação de lâminas não afectará de modo adverso o componente eléctrico de película de espessura reduzida, quando se separa a camada de poliimida (11) da lâmina de suporte de vidro (10).

A espessura da camada de polímero (11) pode ser da ordem dos 10 a 100 μm . Isto é controlado pela viscosidade da solução precursora de ácido poliâmico (12) e pela velocidade de rotação da lâmina de suporte de vidro (10). Os revestimentos espessos (superiores a aproximadamente 25 μm) de poliimida são conseguidos através de múltiplos ciclos de revestimento-cura. Noutro conjunto, utiliza-se uma folha de "KAPTON" pré-fabricada para fornecer uma camada de polímero (11), em vez de um revestimento de ácido líquido poliâmico (12), obtido por rotação e sujeito a um processo de cura a quente de duas etapas.

As camadas de metal são depositadas e modeladas tal como mostrado nas Figuras 3 e 4. No topo da superfície (20) da camada de polímero (11) é formado um condutor flexível (18), que inclui uma primeira camada de metal aderente (22) ligada à superfície de topo (20), uma camada de metal nobre (24) ligada à primeira camada de metal aderente (22), e uma segunda camada de metal aderente (26) ligada à camada de metal nobre (24), a fim de prender a camada de metal nobre (24) entre a primeira e a segunda camadas de metal aderente (22) e (26).

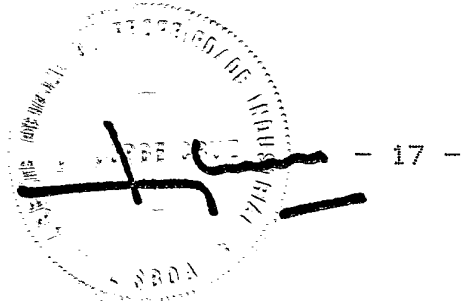
As três camadas de metal (22), (24) e (26) são depositadas sucessivamente utilizando métodos "standard" de deposição de películas de espessura reduzida por vácuo. O método preferido é o magnetron faiscante de C.C., por causa da sua taxa de



deposição relativamente alta e da capacidade para formar películas altamente aderentes. O metal nobre preferido é o ouro por causa da sua elevada ductilidade, embora a platina e o paládio sejam alternativas adequadas. O metal aderente preferido é o crómio, embora o titânio, o tungsténio e o tântalo sejam alternativas adequadas. As camadas de metal aderente têm uma espessura de cerca de $0,01 \mu\text{m}$ a $0,02 \mu\text{m}$ e a camada de metal nobre tem uma espessura de cerca de $0,1 \mu\text{m}$ a $0,2 \mu\text{m}$. Verificar-se-á que não é necessário incluir uma camada de metal refractário na interface entre cada camada de metal aderente e de metal nobre, por causa da selecção de um revestimento isolante de polímero com uma baixa temperatura de cura a quente, tal como descrito mais abaixo.

Para fornecer um componente eléctrico na camada (11), as camadas de metal (22), (24) e (26) podem ser modeladas utilizando uma série de processos "standard" de fotolitografia (não mostrados). Na Figura 4 mostra-se um circuito modelado (27) (e.g. uma resistência), que é representativo. Verificar-se-á que o circuito modelado (27) pode ser um elemento eléctrico qualquer, um circuito integrado, um sensor, ou outro componente, dependendo da função pretendida para a estrutura de película de espessura reduzida.

Um processo de fotolitografia adequado envolve geralmente a aplicação de um material fotoprotector ou de cobertura através do revestimento por rotação. Este material é colocado num forno até ficar seco. O material é então exposto a uma luz ultravioleta, através de uma cobertura que contém os circuitos modelados. A fotoprotecção é desenvolvida, deixando cobertas sómente zonas seleccionadas. O metal exposto pode ser removido por meios de gravação químicos húmidos ou plasma seco. A fotoprotecção pode então ser tirada por imersão num solvente ou por gravador de plasma. Num conjunto preferido utiliza-se a retirada



por fotoprotecção positiva, por gravador húmido e por solvente. Foram obtidos espaços e larguras de linhas com dimensões tão pequenas como 5 μm , sendo possível obter dimensões tão pequenas como 1 μm .

É necessária uma cobertura isolante (28) para isolar eléctricamente o condutor (20) e evitar que o metal aderente, potencialmente corrosivo, fique exposto aos líquidos. O mesmo processo de modelação que foi utilizado para definir o circuito eléctrico (27) no condutor (20), é agora utilizado para remover a camada de metal aderente de topo (26), nas zonas do condutor (20) que não serão isoladas. Tal como mostrado na Figura 5, a segunda camada de metal aderente (26) é formada de modo a incluir um par de aberturas de acesso (30) para expôr uma zona da camada de metal nobre inferior (24), a fim de fornecer uma ligação de chumbo (32) na camada de metal nobre (24). O metal da camada (26) é removido cerca de 5-10 μm para além da zona pretendida, no bordo da abertura (34) do isolamento. Esta distância deve ser suficiente para assegurar a cobertura do bordo de metal aderente (30) mas mínima de modo a que grande parte da camada isolante (28) fique em contacto com o metal aderente. A camada de poliimida e as camadas isolantes, (11) e (28), não aderem bem ao metal nobre (24), quando colocadas directamente sobre este. É precisamente esta operação de alinhamento que torna preferível a utilização de camadas obtidas por rotação na presente invenção. É difícil segurar películas livremente posicionadas e suficientemente planas, de modo a assegurar alinhamentos perfeitos de 5 a 10 microns através de folhas entre 3 polegadas (7,62 cm) e 6 polegadas (15,24 cm). Tal como mostrado na Figura 5, o revestimento de poliimida que define a cobertura isolante (28), inclui uma parede (31) que se estende até à abertura de acesso (30) formada na segunda camada de metal aderente (26), de modo a ficar em contacto com a camada de metal nobre (22).



cura elevada, para fornecer uma camada isolante (28). Se for utilizada uma combinação de metal ouro/crômio, podem ser utilizadas poliimidas com temperaturas baixa ou elevada para fornecer a camada isolante (28). Observou-se que existe um problema de interdifusão da camada de metal, se qualquer dos outros metais acima listados, nobre ou de aderência, forem substituídos por ouro ou crômio, e.g., platina por ouro ou titânio por crômio. De acordo com o referido, o melhor método actual é a combinação ouro/crômio.

Noutro conjunto da presente invenção, ilustrado nas Figuras 8 e 9, estes elementos referenciados por números idênticos aos das Figuras 1-7 exercem a mesma função ou semelhante. As características principais que distinguem este conjunto do conjunto anterior, são a utilização de um polímero vulcanizável à temperatura ambiente para formar a camada isolante e a ausência da camada de metal aderente, entre a camada de metal nobre e a camada isolante.

Para formar a camada isolante (128) é utilizado um revestimento adaptável, tal como mostrado nas Figuras 8 e 9. Num conjunto preferido, este revestimento é um polímero sintético elástico constituído essencialmente por uma resina de silicone, tal como dimetil siloxano e um promotor da aderência tal como o metoxi silano. Um material de revestimento adequado é a resina "MS-460" disponível através da "Miller-Stephenson Chemical Company, Inc. de Danbury, Connecticut". Esta resina está disponível em solução para aplicação por rotação ou em aerosol para aplicação por pulverização. A utilização da técnica de pulverização é preferida porque é mais operacional para produção em massa.

A resina de silicone utilizada para fornecer a camada isolante (128) é um sistema único que cura no local à temperatura

ambiente. Aquela constitui uma alternativa aos polímeros de cura a quente, do tipo curável sómente a temperaturas elevadas, podendo causar problemas de interdifusão de metal. Como referido acima, existem algumas aplicações de películas de espessura reduzida em que os condutores de metal não podem ser expostos a temperaturas elevadas, necessárias para a cura da película da camada de polímero isolante.

Outra vantagem dos materiais de revestimento adaptável, em particular as resinas de silicone, é que eles são mais hidrofóbicos do que outros materiais tais como as poliimidas. A natureza hidrofóbica dos revestimentos adaptáveis, em particular as silicones, dá origem a um pico do teor de humidade mais baixo. Do mesmo modo, o revestimento adaptável preferido adere ao ouro, o que elimina a necessidade de uma camada de metal aderente entre a camada de metal nobre (24) e a camada isolante (128). Isto diminui o número de passos do processo necessários à produção do componente eléctrico de película de espessura reduzida e, por sua vez, diminui o custo de produção do componente.

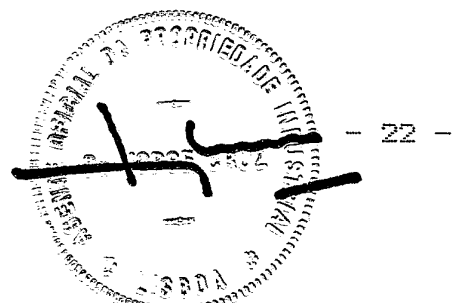
As aberturas de acesso (134) são facilmente formadas na camada isolante (128), depois da cura desta. Estas aberturas podem ser criadas utilizando, por exemplo, quer uma gravador de plasma seco quer cobrindo estas zonas antes da aplicação do revestimento adaptável na camada de metal nobre (24). O revestimento adaptável (128) é um material flexível adequado à utilização num componente eléctrico de película de espessura reduzida, o qual deve poder dobrar em utilização.

A operação final consiste em separar a camada de polímero (11) da lâmina de suporte rígida de vidro (10), tal como mostrado na Figura 7. São possíveis dois métodos: 3 horas de imersão num banho de água a 100 °C ou 24 horas de imersão num

banho salino fisiológico a 37 °C. Estes tempos e temperaturas podem variar ligeiramente, conseguindo-se no entanto o mesmo resultado. O método da água a ferver é o processo mais expedito para a produção. O processo do banho salino à temperatura ambiente é útil, quando forem ligados ao circuito materiais sensíveis tais como enzimas, anticorpos ou outros biomateriais.

Antes da camada (11) ser separada da lâmina de suporte de vidro (10), pode ser adicionada uma outra operação. O contorno do componente eléctrico de película de espessura reduzida pode ser cortado com uma grande precisão utilizando um laser excitado. O comprimento de onda ultravioleta deste laser corta rapidamente a poliimida, mas não danifica o vidro utilizado na lâmina de suporte (10). Adicionalmente, este mecanismo de corte não provoca nenhuma rotura mecânica ou térmica, o que poderia danificar os biomateriais.

Para os biosensores são necessárias camadas muito finas e flexíveis. Um biosensor deve ser suficientemente pequeno para se poder ligar a uma agulha hipodérmica ou a um cateter venoso ou arterial e resistir a pequenas flexões. Este tipo de camada não é facilmente manuseável nem mantida plana, duas condições necessárias para uma produção fotolitográfica de baixo custo. As camadas do biosensor devem ser também isentas de contaminantes e ser biocompatíveis. Todas estas exigências são conseguidas por um componente eléctrico de película de espessura reduzida de acordo com a presente invenção. Os precursores de polímeros líquidos com um grau de pureza elevado, são eficazes e relativamente inertes biologicamente, quando curados. A horizontalidade das lâminas de vidro disponíveis é muito boa, podendo ser carregadas em vários mecanismos tipo "cassette" para manuseamento e transferências automáticos. Do mesmo modo, é fornecido um meio para separar a



estrutura de película de espessura reduzida, sem danificar os biomateriais.

A flexibilidade é uma vantagem principal do circuito utilizado para construir o componente eléctrico de película de espessura reduzida da presente invenção. As estruturas de película reduzida curvas e tridimensionais, podem ser obtidas tendo como origem o carácter flexível do condutor (20). A flexibilidade do componente eléctrico de película de espessura reduzida torna-o facilmente adaptável ao fornecimento de um sensor consentâneo com uma superfície mensurável ou com uma ligação. Pelo contrário, as camadas típicas de películas de espessura reduzida ou de semicondutores, tais como o silicone, a alumina, e o dióxido de silicone são muito quebradiços nessas secções finas.

A pequena dimensão do condutor e a dimensão característica do isolante dão origem a um dispositivo com uma dimensão global muito pequena. Isto é particularmente vantajoso para dispositivos portáteis ou implantados. Também é útil para ligações de alta densidade, tais como as que interligam directamente os circuitos integrados. A dimensão é reduzida pelo menos dez vezes, quando comparada com os circuitos flexíveis tipo.

A natureza estanque deste circuito dá-lhe a vantagem de ser capaz de funcionar em muitos ambientes adversos, não adequados para circuitos tradicionais. Estes incluem: água fresca, água salgada, sal fisiológico (corpo fluido), água a ferver e vapor. Isto permite muitas aplicações médicas, industriais e marinhas.

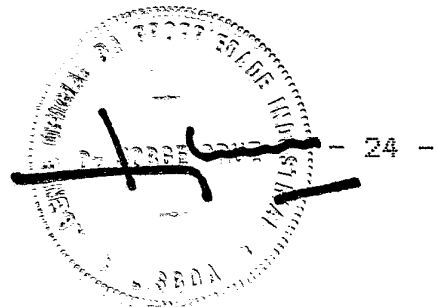
A poliimida é relativamente barata quando comparada com o silicone ou outros materiais típicos que formam a base de microcircuitos. Isto significa que se podem ter meios para fazer as ligações de chumbo na mesma camada do circuito activo,

eliminando portanto ligações de fios de metal. Verificou-se que a poliimida é biologicamente inerte. O ácido poliâmico líquido está disponível com níveis de pureza mais elevados do que a folha de poliimida.

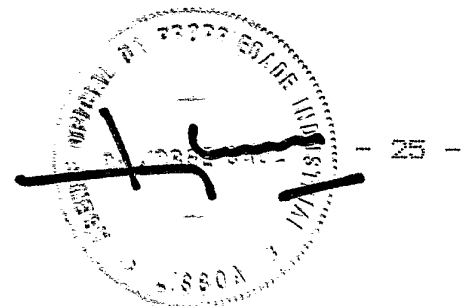
Muitos componentes eléctricos podem ser feitos modelando simplesmente as camadas de metal e isolante (22), (24), (26) e (28). Nestes componentes estão incluídos as resistências, os condensadores, as ligações, as antenas, os contactores, os eléctrodos, os aquecedores, os indutores, os fusíveis e as terminstâncias.

Adicionalmente, podem ser aplicadas películas piezo-eléctricas, fotoprotectoras ou magnéticas produzindo elementos para campos de força, luminosos e magnéticos. A superfície de metal nobre (24) pode ser electrolaminada para formar eléctrodos de detecção (i.e., platina, prata/cloreto de prata) uteis sob o ponto de vista electroquímico. Ao circuito podem ser ligados dispositivos activos (componentes optoelectrónicos, transistores, circuitos integrados) para executarem funções tais como amplificação, regulação ou outras.

Uma área de grande aplicação é a dos dispositivos médicos de implantação. Estes podem ser sensores electroquímicos, eléctrodos ou outros sensores físicos para a tensão, temperatura ou condutividade de fluidos. Também podem ser feitos eléctrodos estimulantes para o canal auditivo, para o coração, para o cérebro ou para a espinal medula. As geometrias de tais dispositivos permitem que sejam construídos de modo a serem montados no interior de cateteres ou de agulhas hipodérmicas de pequenas dimensões.



Embora a invenção tenha sido descrita detalhadamente, fazendo-se referência a certos conjuntos preferidos, existem variações e modificações incluídas no objectivo e no espírito da invenção, tal como descrito e definido nas reivindicações que se seguem.

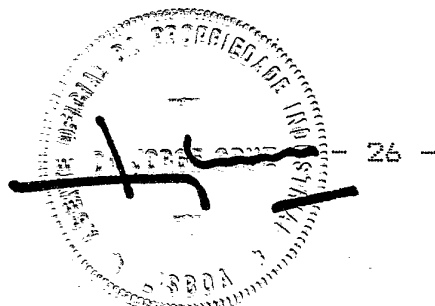


REIVINDICAÇÕES:

1ª - Componente eléctrico de espessura reduzida caracterizado por ser constituído por uma placa de suporte rígida de vidro, por um substrato ligado à placa de suporte rígida de vidro, sendo o substrato constituído por um polímero que estabelece uma ligação com a placa de suporte rígida de vidro, a qual é quebrada pela imersão do conjunto formado pelo substrato e pela placa de suporte rígida de vidro ou num banho de água quente ou num banho de solução salina fisiológica aquecido, de modo a provocar a separação entre o polímero e a placa de suporte rígida de vidro, e

meios para fornecerem um circuito eléctrico, os quais são ligados ao substrato de polímero e mantêm-se inalterados durante a separação entre o substrato e a placa de suporte rígida de vidro.

2ª - Componente de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por os meios constitutivos de um circuito eléctrico serem formados por uma camada adesiva de metal ligada ao substrato de polímero e por uma camada de metal nobre ligada à camada de metal adesivo, sendo ainda constituídos por meios de isolamento no substrato de polímero, os quais têm por finalidade fornecer uma cobertura isolante dos referidos meios constitutivos do circuito eléctrico, sendo os referidos meios isolantes constituídos por uma solução precursora de ácido poliâmico curada a uma temperatura que permite a cura a quente, a fim de fornecer um revestimento de poliamida, tendo a solução precursora de ácido poliâmico uma temperatura de cura a quente que é inferior à temperatura característica mínima à qual ocorre a interdifusão do substrato de metal nobre e do substrato adesiva de metal, de tal modo que praticamente se evita a interdifusão da camada de metal



nobre e da camada adesiva de metal durante a cura a quente da solução precursora de ácido poliâmico.

3a - Componente de acordo com a reivindicação 2, caracterizado por os meios constitutivos do circuito eléctrico serem ainda constituídos por outra camada adesiva de metal ligada à camada de metal nobre, a qual fica entre a camada de metal nobre e os meios isolantes.

4a - Componente eléctrico de espessura reduzida caracterizado por ser constituído por:

um substrato de polímero,

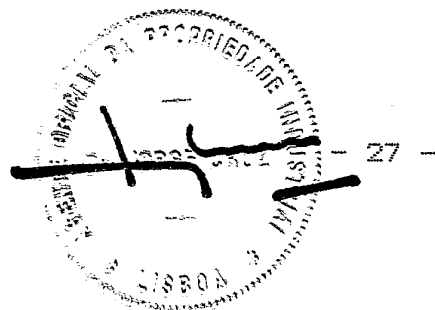
uma primeira camada adesiva de metal ligada ao substrato de polímero,

uma camada de metal nobre ligada à primeira camada adesiva de metal,

uma segunda camada adesiva de metal ligada à camada de metal nobre, ficando a camada de metal nobre metida entre a primeira e a segunda camadas adesivas de metal, e

um isolante de polímero ligado pelo menos à primeira e segunda camadas adesivas de metal, a fim de cobrir todas as superfícies expostas da primeira e segunda camadas adesivas de metal, não estando esta última ligada nem ao substrato de polímero nem à camada de metal nobre.

5a - Componente de acordo com a reivindicação 4, caracterizado por o isolante de polímero ser constituído por uma solução precursora de ácido poliâmico curada a uma temperatura



que permite a cura a quente, a fim de fornecer um revestimento de poliamida, tendo a solução precursora de ácido poliâmico uma temperatura de cura a quente que é inferior à temperatura característica mínima à qual ocorre a interdifusão da camada de metal nobre e das primeira e segunda camadas adesivas de metal, de tal modo que praticamente se evita a interdifusão da camada de metal nobre e das primeira e segunda camadas adesivas de metal durante a cura a quente da solução precursora de ácido poliâmico.

6a - Componente de acordo com a reivindicação 4, caracterizado por ser constituído ainda por uma placa de suporte rígida de vidro, sendo o substrato de polímero ligado à placa de suporte rígida de vidro a fim de facilitar o manuseamento do substrato de polímero por equipamento automático.

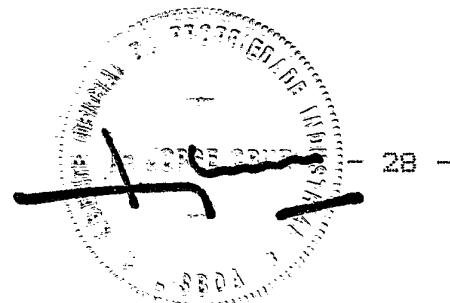
7a - Componente eléctrico de espessura reduzida caracterizado por ser constituído por:

um substrato de polímero,

componentes de circuito para fornecerem um circuito eléctrico, sendo os referidos componentes do circuito ligados ao substrato de polímero, e

meios isolantes no substrato de polímero para fornecerem uma cobertura isolante nos meios do circuito, sendo os meios isolantes constituídos por um elastómero polimérico sintético.

8a - Componente de acordo com a reivindicação 7, caracterizado por os componentes do circuito são constituídos por uma camada adesiva de metal ligada ao substrato de polímero e por uma camada de metal nobre ligada a uma camada adesiva de metal,



sendo o elastómero polimérico sintético ligado directamente à camada de metal nobre.

9a - Componente de acordo com qualquer uma das reivindicações 2 a 6 e 8, caracterizado por a camada ou camadas adesivas de metal serem de um material seleccionado de um grupo constituído essencialmente por titânio e crómio, e a camada de metal nobre ser de um material seleccionado de um grupo constituído essencialmente por ouro, platina e paládio.

10a - Componente de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 9, caracterizado por o substrato de polímero ser uma poliimida do tipo PMDA-ODA ou do tipo BPDA-PPD.

11a - Método para produzir um componente eléctrico de espessura reduzida, caracterizado por compreender as operações de:

fornecer uma placa de suporte rígida de vidro com uma superfície plana,

revestir a superfície plana com uma primeira solução precursora de ácido poliâmico, e

curar a primeira solução precursora de ácido poliâmico utilizando calor, a fim de fornecer uma camada de um filme de poliimida de modo a ficar ligada à superfície plana, tendo o filme de poliimida um coeficiente de expansão térmica que é praticamente equivalente ao coeficiente de expansão térmica da placa de suporte rígida de vidro, de tal modo que se evita a ocorrência de tensões internas no filme de poliimida durante a cura.



12ª - Método de acordo com a reivindicação 11, caracterizado por compreender ainda as operações de:

formação de meios para fornecerem um circuito eléctrico no filme de poliimida, e

exposição da placa de suporte rígida de vidro, do filme de poliimida e dos componentes do circuito eléctrico ou a um banho de água quente ou a um banho de solução salina fisiológica à temperatura ambiente, durante um período de tempo suficiente para quebrar a ligação entre o filme de poliimida e a placa de suporte rígida de vidro, de modo a que o filme de poliimida seja separado da placa de suporte rígida de vidro sem que os componentes do circuito eléctrico sejam também separados do filme de poliimida.

Lisboa, 8 de Fevereiro de 1991

J. PEREIRA DA CRUZ
Agente Oficial da Propriedade Industrial
RUA VICTOR CORDON, 10-A 3.º
1200 LISBOA

FIG. 1

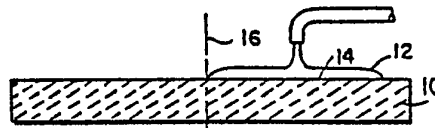


FIG. 2

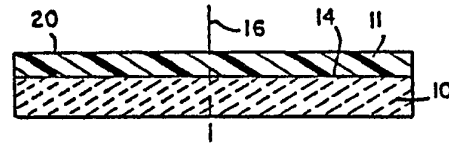


FIG. 3

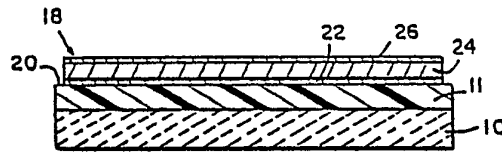


FIG. 4

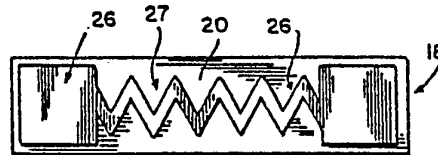


FIG. 5

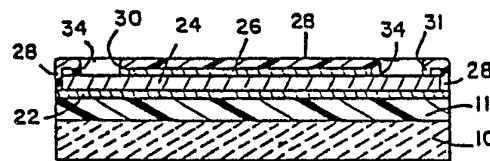


FIG. 6

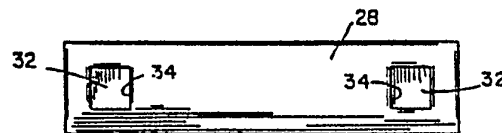


FIG. 7

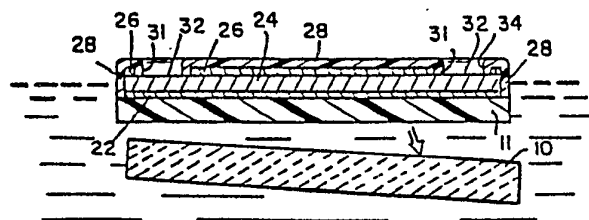


FIG. 8

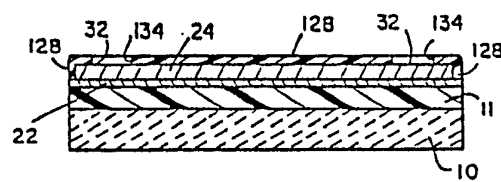


FIG. 9

