



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 1011105-0 B1



(22) Data do Depósito: 20/05/2010

(45) Data de Concessão: 15/10/2019

(54) Título: SENSOR DE PRESSÃO TENDO UM CORPO DE SENSOR COM UM DIAFRAGMA, PROCESSO PARA FABRICAÇÃO DE UM SENSOR DE PRESSÃO, E DISPOSITIVO DE DETECÇÃO DE PRESSÃO

(51) Int.Cl.: G01L 9/00.

(30) Prioridade Unionista: 20/05/2009 IT TO2009A000384.

(73) Titular(es): METALLUX SA.

(72) Inventor(es): LUCA SALMASO.

(86) Pedido PCT: PCT IB2010052247 de 20/05/2010

(87) Publicação PCT: WO 2010/134043 de 25/11/2010

(85) Data do Início da Fase Nacional: 21/11/2011

(57) Resumo: SENSOR DE PRESSÃO TENDO UM CORPO DE SENSOR COM UM DIAFRAGMA, PROCESSO PARA FABRICAÇÃO DE UM SENSOR DE PRESSÃO, E DISPOSITIVO DE DETECÇÃO DE PRESSÃO. A presente invenção refere-se a um sensor de pressão (1) dotado de um corpo de sensor (2, 20) pelo menos parcialmente formado com um material eletricamente isolante, particularmente um material cerâmico, definindo uma cavidade (3) que faceia um diafragma (20) provido de um elemento detector elétrico, configurado para detectar uma inclinação do diafragma (20). O corpo de sensor (2, 20) suporta um arranjo de circuito (6), compreendendo uma pluralidade de componentes de circuito (7, 15), dentre os quais um circuito integrado (15), para tratar um sinal gerado pelo elemento de detecção. O arranjo de circuito (6) inclui trilhas feitas de material eletricamente condutivo depositado diretamente em uma superfície do corpo de sensor (2, 20) feito de material eletricamente isolante, o circuito integrado é composto de um molde feito de material semicondutor (15) ligado diretamente na superfície do corpo de sensor e o molde (15) é conectado às respectivas trilhas (9) por meio de ligação por fio, isto é, por meio de fios de conexão finos (16) feitos de material eletricamente condutivo.

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"SENSOR DE PRESSÃO TENDO UM CORPO DE SENSOR COM UM DIAFRAGMA, PROCESSO PARA FABRICAÇÃO DE UM SENSOR DE PRESSÃO, E DISPOSITIVO DE DETECÇÃO DE PRESSÃO"**.

Descrição

[001] A presente invenção refere-se a um sensor de pressão tendo as seguintes características: um corpo de sensor com um diafragma, o corpo de sensor e a membrana sendo pelo menos parcialmente formados com um material eletricamente isolante, particularmente um material cerâmico, e definindo uma cavidade, o diafragma faceando pelo menos parcialmente a dita cavidade e tendo pelo menos uma parte de um elemento de detecção configurado para detectar uma inclinação ou deformação do diafragma, em que o corpo de sensor suporta um arranjo de circuito em comunicação de sinal com o elemento de detecção e compreende uma pluralidade de componentes de circuito, dentre os quais um circuito integrado, do arranjo de circuito sendo predisposto para tratar um sinal gerado pelo elemento de detecção.

[002] Os sensores do tipo mencionado são usados nos dispositivos para detectar a pressão de fluidos (líquidos e substâncias gasosas) de vários campos, tal como na indústria automotiva, indústria doméstica e de aplicações domésticas, indústria de ar condicionado e no aquecimento hidrossanitário em geral. Esses dispositivos de detecção tipicamente compreendem um alojamento, definindo um compartimento tendo uma entrada para um fluido a ser submetido à medição de pressão, um sensor de pressão acomodado no compartimento de tal maneira que uma parte de diafragma do mesmo seja exposta para o fluido. No diafragma, que é pelo menos parcialmente formado com um material eletricamente isolante (por exemplo, um material cerâmico ou um material metálico pelo menos parcialmente revestido por uma camada isolante), é disposto ou se estende pelo menos parcialmente um

elemento detector, adaptado para detectar uma inclinação ou deformação do mesmo diafragma; o dispositivo também compreende usualmente uma placa de circuito impressa pelo menos parcialmente acomodada no compartimento do alojamento, em uma posição isolada com respeito à entrada do fluido.

[003] Em algumas soluções, o corpo do sensor, geralmente feito de material eletricamente isolante em uma ou mais partes, suporta um arranjo de circuito, configurado para tratar um sinal indicando uma inclinação do diafragma, e, portanto, da pressão do fluido. Na maioria das soluções conhecidas, esse arranjo de circuito compreende uma placa de circuito impressa, usualmente feita de fibra de vidro, na qual é construído um padrão de circuito elétrico, feito de uma pluralidade de trilhas feitas de material eletricamente condutivo. Montados na placa há vários componentes de circuito, tais como capacitores, resistores, circuitos integrados, conectados às trilhas acima mencionadas. A placa, com os respectivos componentes, é montada no corpo do sensor, de maneira que esteja em comunicação de sinal com o elemento de detecção disposto no diafragma, por exemplo, feito de uma ponte resistiva.

[004] A presente invenção objetiva substancialmente o provimento de um sensor de pressão com estrutura e/ou funcionalidades aperfeiçoadas com respeito ao estado da técnica, particularmente com relação à redução das dimensões gerais e aos custos de fabricação do arranjo de circuito acima mencionado, a confiabilidade da produção do sensor e a confiabilidade de operação e precisão do mesmo.

[005] Esses e outros objetivos, que serão claros em seguida, são alcançados de acordo com a invenção por um sensor de pressão, por um método para fabricar um sensor de pressão e dispositivo que incorpora um sensor de pressão tendo as características indicadas nas reivindicações em anexo, que formam uma parte integral da descrição

técnica fornecida com relação à invenção.

[006] Os objetivos, as características e as vantagens adicionais da presente invenção serão claros a partir da descrição detalhada que segue e dos desenhos em anexo, estritamente fornecidos para exemplificação e propósitos não limitativos, em que:

[007] a figura 1 é uma vista em perspectiva esquemática de um sensor de pressão de acordo com a invenção;

[008] a figura 2 é uma seção esquemática de um sensor de pressão de acordo com a invenção;

[009] a figura 3 é um detalhe ampliado do sensor da figura 2;

[0010] a figura 4 é uma vista plana, parcial e esquemática de um sensor de pressão de acordo com a invenção, com alguns elementos removidos para maior clareza de representação;

[0011] as figuras 5 a 8 são vistas esquemáticas planas de um componente de um sensor de pressão de acordo com a invenção, em várias etapas do respectivo processo de produção;

[0012] a figura 9 é uma seção esquemática, similar àquela da figura 2, ilustrando um sensor de pressão de acordo com uma variante possível da invenção;

[0013] as figuras 10 e 11 são vistas em perspectivas esquemáticas, em ângulos diferentes, de um corpo feito de material eletricamente condutível para fazer um sensor de pressão de acordo com uma possível variante adicional da invenção.

[0014] Em seguida, na presente invenção, os termos tais como "superior" e "inferior" pretendem ser simples referência espacial para facilitar a descrição dos detalhes ilustrados nas figuras.

[0015] As figuras 1 e 2 indicam inteiramente um sensor de pressão de acordo com a presente invenção. Na modalidade exemplificada, o sensor 1 tem um corpo principal 2, preferivelmente feito de material eletricamente isolante, tal como um material cerâmico ou coisa pareci-

da, por exemplo, alumina, tal corpo 2 sendo preferivelmente, mas não necessariamente, monolítico e tendo um formato geralmente cilíndrico, com alguma referência de perímetro ou assentos de posicionamento, um dos quais indicados com 2a. No corpo 2 está definida uma cavidade cega ou um compartimento de pressão, indicado por 3 na figura 2, de cujo fundo parte um furo atravessante 4, ou passagem de pressão, tal como compartimento e passagem sendo preferivelmente, mas não necessariamente, substancialmente coaxial ao eixo geométrico do corpo 2. A passagem 4 passa através do corpo 2 completamente, abrindo em uma extremidade ou face do próprio corpo oposta àquela na qual o compartimento 3 abre.

[0016] No corpo 2 são também definidos os furos atravessantes, alguns dos quais são indicados com 5, passando através do corpo em uma posição periférica com respeito ao compartimento 3 e a passagem 4. Preferivelmente, pelo menos a superfície cilíndrica interna desses furos 5 é coberta por uma camada fina feita de material eletricamente condutivo, particularmente um metal, em seguida, os furos 5 serão definidos furos metalizados por causa da simplicidade.

[0017] O corpo 2 suporta, na superfície superior do mesmo, um arranjo de circuito ou circuito, indicado inteiramente com 6, compreendendo uma pluralidade de componentes de circuito, concebidos em uma maneira geralmente conhecida na técnica, e pelo menos um circuito integrado. O circuito 6 é configurado para obter as funcionalidades tipicamente associadas aos sensores de pressão do tipo conhecido, por exemplo, predisposto para tratar (detecção, amplificação, condicionamento, processamento) um sinal representando a pressão, medida conforme descrita em seguida. Parte dos componentes de circuito acima mencionados, que são presumidos como resistores, capacitores e diodos, é indicada por 7, embora indicado por 8 - apenas na figura 1 - são terminais ou contatos de almofada para a conexão elétrica exter-

na do sensor 1.

[0018] De acordo com uma característica da invenção, feita diretamente na superfície superior do corpo 2 é um padrão de circuito elétrico, compreendendo uma pluralidade de trilhas feita de material eletricamente condutivo, não ilustrado na figura 1, tela impressa ou de qualquer modo depositada diretamente na dita superfície superior do corpo 2, também diretamente formada na superfície do corpo 2 pode ser componentes de circuito, tal como, por exemplo, resistores de tela impressa. Portanto, de acordo com tal característica, o material cerâmico que forma o corpo 2 é explorado diretamente como um substrato para o circuito 6 do sensor 1, sem requerer uma placa de circuito impressa de fibra de vidro especial, conforme tipicamente ocorre nos sensores de acordo com a técnica tradicional, e, portanto, sem sequer requerer a fixação de tal placa no corpo 2.

[0019] As trilhas acima mencionadas são dispostas de maneira q deixar, na superfície superior do corpo 2, uma área intencionada para montar um circuito integrado ou chip, em seguida descrito livre. Algumas das trilhas condutivas e resistores acima mencionados formados na superfície superior do corpo 2 são observáveis na figura 4 (em que uma camada de proteção, descrita em seguida não foi representada), respectivamente indicada com 9 e 10. Os componentes 7 são conectados, por exemplo, por meio de soldagem, nas trilhas 9, enquanto o chip acima mencionado é conectado às respectivas trilhas 9 ou componentes 7 através de outra técnica, descrita em seguida. O terminal 8 pode ser obtido diretamente das respectivas partes de trilha 9 ou, se configuradas como partes adicionais, as mesmas são conectadas a tais trilhas, por exemplo, por meio de soldagem.

[0020] De acordo com uma característica preferida, as trilhas 8 e os possíveis resistores impressos de tela 10 são cobertos por uma camada de proteção feita de material polimérico, resistente à umidade,

indicado por 11. A camada 11 é localmente aberta, ou é dotada de janelas, pelo menos nos pontos de conexão de alguns componentes de circuito 7 nas trilhas condutivas 9. A camada 11 é também dotada de uma abertura local ou janela, indicada por 11a apenas na figura 1, na zona de montagem do chip acima mencionado.

[0021] De acordo com outra característica da invenção, o chip acima mencionado pertencente ao circuito 6 é formado de um chamado "*molde*", isto é, um pequeno bloco ou uma placa feita de material semicondutor, tipicamente silicone, que é ligado (ligado por molde) diretamente na superfície superior do corpo cerâmico 2, particularmente ligado com cola. Diretamente obtido no molde acima mencionado, geralmente inçado por 15 nas figuras 2 a 4, está o circuito eletrônico reduzido do circuito integrado que supervisiona a operação geral do sensor de pressão.

[0022] No exemplo ilustrado nas figuras e 2 a 4, o molde 15 é configurado como uma única placa ou bloco feito de silicone tendo uma seção quadrangular, mas tal solução não pretende ser restritiva, considerando que o molde 15 pode ter formatos diferentes daqueles ilustrados e ser feito de uma pluralidade de partes unidas mutuamente de camadas feitas de silicone. O molde 15 pode ser obtido através de técnicas conhecidas por si só na indústria de produção de chips.

[0023] Preferivelmente, o molde 15 está sem uma embalagem, e, portanto, sem os respectivos condutores de conexão de projeção, tipicamente obtidos de elementos de metal relativamente firmes, e diretamente posicionados na face superior dos mesmos, alguns indicados por 15a na figura 4, na forma de filmes finos feitos de material eletricamente condutivo depositado no molde, preferivelmente, mas não necessariamente um material nobre, como, por exemplo, ouro ou 1% de liga de alumínio de silicone, os materiais preferidos ou ligas usáveis para o propósito podem compreender ouro, platina, silicone, paládio,

berílio, prata, alumínio e cobre.

[0024] De acordo com uma característica adicional da invenção, a conexão do molde 15 nas trilhas condutivas 9 e/ou nos componentes 7 de interesse é obtida por meio da adição de elementos de contato flexível, compostos de fios finos feitos de material eletricamente condutivo. Os fios, alguns dos quais são indicados por 16 na figura 4, são preferivelmente, mas não necessariamente feitos com o uso de material nobre, como, por exemplo, ouro ou 1% de liga de alumínio de silicone e são dotados de um diâmetro indicativamente compreendido entre cerca de 5 a 100 microns, preferivelmente entre cerca de 25 e cerca de 35 microns. Os materiais preferíveis ou as ligas usáveis para fazer os microfios 16 compreendem ouro, platina, silicone, paládio, berílio, prata, alumínio e cobre. Os microfios 16 são ligados ou por quaisquer meios conectados entre os contatos 15a do molde 15 e as trilhas 9 e/ou os componentes 7 de interesse do circuito 6, usando os processos do tipo conhecido tal como uma "*ligação por fio*", e particularmente do tipo da "*ligação de cunha*" ou "*ligação esférica*" por meio de compressão térmica, ou ligação ultrassônica, ou uma ligação termossônica; os microfios 16 podem ter diferentes formatos ou seções, como, por exemplo, circular ou quadrangular ou substancialmente formato ou seção plana, por exemplo, ou microfaixas feitas de material condutivo.

[0025] Tal característica, juntamente com a permissão de explorar diretamente o material cerâmico do corpo 2 como substrato mesmo para o molde 15, permite que seja evitada a ligação nas trilhas 9 dos condutores que se projetam de um circuito integrado, como tipicamente ocorre de acordo com a técnica de montagem conhecida de superfície, tais condutores de projeção tendo uma seção e firmeza comparativamente maior do que com respeito aos microfios 16. Em outras palavras, o processo de ligação de fio usado de acordo com a invenção determina os pontos de soldagem de dimensões mínimas no circuito 6,

realizada em elementos de conexão altamente flexíveis (os fios 16): isso permite um posicionamento mais fácil e mais preciso do molde, que pode, por exemplo, ser definitivamente posicionado em contato com o dito substrato, também permitindo a redução das dimensões gerais do circuito 6.

[0026] Conforme mencionado, o molde 15 não é provido de sua própria embalagem: por essa razão, na modalidade preferida da invenção, aplicada no molde 15 e nos respectivos microfios de conexão 16, bem como na região de ligação de tais microfios 16 com as trilhas 9 e/ou os componentes 7 de interesse, está uma massa de material isolante de proteção, tal como uma resina, particularmente uma resina epóxi, indicada por 17 nas figuras 1 a 3 (a proteção 17 também não foi representada na figura 4), por exemplo, vertida ou dosada na forma líquida e então deixada para endurecer. A massa 17, além de proteger o molde 15, permite que também seja ligado ao corpo 2m prendendo a posição do mesmo. Em uma possível modalidade, o molde 15 é ligado diretamente ao corpo 2 apenas por meio de ligação por resina, ou apenas por meio da massa protetora 17.

[0027] Em uma modalidade vantajosa da invenção, o sensor de pressão 1 de acordo com a invenção é provido de meio detector de temperatura, configurado para detectar a temperatura do próprio sensor e/ou do substrato no qual é montado, tal parâmetro sendo particularmente usado pelo lógico de controle implementado no molde 15 para compensar as detecções de pressão realizadas; a detecção de temperatura é também usável pelo lógico de controle para proteger o sensor 1.

[0028] Em uma modalidade particularmente vantajosa da invenção, o meio detector acima mencionado inclui pelo menos um sensor de temperatura incorporado ou obtido diretamente no molde 15. Tal modalidade está exemplificada na figura 3, em que o sensor de tempe-

ratura acima mencionado é esquematicamente representado pelo bloco inçado por 18. Dessa maneira, considerando que o molde 15 é praticamente montado em contato direto com a superfície do corpo 2, que fornece o suporte cerâmico do circuito 7, o sensor de temperatura 18 é capaz de detectar precisamente a temperatura do corpo do sensor 1. Deve ser observado que os circuitos integrados típicos com embalagem e/ou conectores de conexão de projeção, tipicamente usados nos sensores de pressão conhecidos, mesmo quando montado através do Dispositivo de Montagem de Superfície ou técnica SMD, ainda permanece ligeiramente levantado ou espaçado pelo respectivo suporte de circuito e/ou parte do material da embalagem permanece interposta entre o elemento feito de material semicondutor e o corpo no qual o componente SMD é montado, com subseqüentes ligeiros erros de detecção: portanto, a característica preferida acima mencionada da invenção garante detecção de temperatura com precisão aperfeiçoada.

[0029] Em possíveis variantes, o sensor 1 pode ser provido de vários meios detectores de temperatura, intencionados a detectar a temperatura ambiente e/ou indiretamente a temperatura do fluido a ser medido, por exemplo, com os respectivos sensores de temperatura também montados em posições diferentes no molde e/ou no circuito, tal como um sensor em direção ao ambiente (para cima) e um sensor em direção ao substrato (para baixo).

[0030] Com referência específica à figura 2, a modalidade preferida exemplificada da invenção, associada à extremidade inferior do corpo 2 é um corpo de diafragma, indicado por 20, doravante definido como "diafragma" para simplificação, preferivelmente feito de material eletricamente isolante, por exemplo, o mesmo material cerâmico usado para fazer o corpo 2. O diafragma 20 é provido de um elemento detector elétrico, capaz de gerar um sinal representando uma inclinação do próprio diafragma, os elementos de detecção usáveis para essa

finalidade podem, por exemplo, ser selecionados dentro dos elementos resistores, elementos capacitivos e elementos piezelétricos.

[0031] Obtidas no corpo do diafragma 20, e especificamente na superfície do mesmo de frente para o corpo 2, estão as trilhas eletricamente condutivas, para formar e/ou conectar o elemento de detecção acima mencionado que, estritamente para fins exemplificativos, é presumido como sendo formado por uma ponte de resistores. Por exemplo, referindo-se à figura 8, os resistores, indicados por 21, são posicionados ou se estendem pelo menos parcialmente em uma região substancialmente central do diafragma 20, em uma região sujeita à deformação elástica, que na condição montada do ultimo pelo menos parcialmente faceia a parte interna do compartimento 3. Os resistores 21 são conectados entre as primeiras extremidades das trilhas condutivas acima mencionadas, indicadas por 22, cujas segundas extremidades estão em vez disso em uma região periférica do diafragma 20, preferivelmente em uma região sujeita a deformação elástica, as segundas extremidades das trilhas 22 servem para conexão elétrica do meio de detecção representado pela ponte de resistores 21 para o circuito 6, por meio dos furos metalizados, conforme observável abaixo. No exemplo, as extremidades 22a das trilhas 22 são substancialmente configuradas para formar uma almofada, medindo algumas centenas de microns de tamanho, indicativamente compreendida entre cerca de 200 x 200 e cerca de 400 x 400 microns.

[0032] De acordo com uma característica preferida da invenção, o diafragma 20 é ligado por cola no corpo principal 2, de maneira a obter um fechamento hermético do compartimento 3 no lado inferior do corpo 2. A ligação por cola é realizada de maneira que as trilhas condutivas 22, e mais precisamente a extremidade de conexão 22a das mesmas, sejam posicionadas nas extremidades inferiores dos furos metalizados 5, e de maneira que permita, devido ao depósito subse-

quente de um material condutivo, tal como cola, a conexão elétrica com o material condutivo que cubra as superfícies dos próprios furos. Obviamente, a etapa de projeto, a geometria das trilhas 72 e a posição das respectivas extremidades 22a são selecionadas para esse fim.

[0033] Como pode ser observado, as extremidades superiores dos furos metalizados 5 são sucessivamente eletricamente conectadas a algumas das trilhas condutivas 9 pertencentes ao circuito 6, que estão situadas na superfície superior do corpo 2, de maneira que parte do detector incorporada no diafragma 20 seja eletricamente conectada ou em comunicação de sinal com o circuito 6.

[0034] Na modalidade da invenção ilustrada nas figuras, o sensor 1 é provido para a detecção de uma pressão relativa, isto é, é configurado para medir a pressão aplicada ao diafragma 20 com respeito à pressão ambiente; para tal fim, a passagem 4 é aberta na face superior do corpo 2. A mesma estrutura de sensor ilustrada nas figuras é, contudo, usável para obter sensores de pressão absoluta, simplesmente fechando a passagem 4 na extremidade superior, por exemplo, por meio de uma gota de estanho. Nesse segundo caso, podem estar presentes no compartimento interno 3 e na passagem 4 duas condições: vácuo, criado em uma maneira conhecida por si na etapa de produção, ou uma pressão preferida, tal como a pressão ambiente existente durante a produção, isto é, ao fechar a passagem 4, que define o sensor como um "sensor de avaliação de vedação".

[0035] A operação geral do sensor de pressão 1 ocorre de acordo com métodos conhecidos, e, portanto, não será descrita em detalhes aqui. Geralmente, na prática, o sensor 1 pode ser montado em um dispositivo para detectar a pressão de fluidos (líquido e substâncias gasosas), tal como na indústria automotiva, automotiva, indústria doméstica e de aplicações domésticas, indústria de ar condicionado e no aquecimento hidrossanitário em geral. Tal dispositivo tem um compar-

timento definindo uma entrada que recebe um fluido a ser sujeito à detecção de pressão, o sensor 1 sendo montado no compartimento de maneira que o diafragma 20 seja exposto ao fluido. A deformação mecânica do diafragma 20, devido à pressão do fluido sujeito à medição, modifica o valor de resistência na saída da ponte de resistores 21. O circuito 6 detecta o sinal de saída da ponte de resistores, por meio de furos metalizados 5, e processa o mesmo de acordo com métodos conhecidos por si (possível amplificação e/ou condicionamento e/ou processamento), então tornando o mesmo disponível para fora por meio de terminais 8 da figura 1, possivelmente conectado a um conector elétrico adequado associado ao compartimento acima mencionado.

[0036] Conforme mencionado, o circuito 6 é configurado para obter as funcionalidades tipicamente associadas aos sensores de pressão do tipo conhecido. Conforme esboçado anteriormente, de acordo com uma característica preferida da invenção, o sensor 1 é também provido de um meio detector de temperatura, preferivelmente incorporado no molde 15, que permite compensação das detecções de temperatura realizadas.

[0037] De acordo com possíveis variantes, o sensor pode também ser provido de meio sensor de temperatura, por exemplo, montado na proximidade do diafragma e/ou ponte de sensor resistiva, conectada ao circuito 6 e/ou ao molde 15.

[0038] O molde 15 fornece um processador digital, tal como um microprocessador ou circuito microcontrolador, que pode ser provido de - ou ser associado a - meio de memória eletrônica, preferivelmente do tipo não volátil ou que possa ser reescrita eletronicamente, como, por exemplo, do tipo EEPROM ou Flash, tal meio de memória MEM sendo adequada para armazenar informação permanentemente mesmo na ausência de fornecimento de energia.

[0039] A parte de controle 6, 15 do sensor 1 é configurada para

detectar e condicionar o sinal da ponte resistiva, gerando um sinal radiométrico ampliado na saída, preferivelmente variável entre 0,5 V e 4,5 V por meio de três terminais 8. A parte de controle 6, 15 é também configurada para controlar e condicionar o sinal de possível meio detector de temperatura, tal como o sensor 18. As partes de circuito que implementam o condicionamento dos sinais da ponte resistiva e/ou do meio detector de temperatura podem, por exemplo, compreender uma etapa amplificadora ou um divisor de voltagem. O estágio amplificador pode ser preferivelmente calibrado ou ajustado variando pelo menos um parâmetro externo, tal como um valor resistivo. Tal variação do parâmetro externo pode ser obtida por meio de uma parte de circuito de calibragem, que pode compreender, para esse fim, um potenciômetro digital. O molde 15 é também preferivelmente configurado para detectar periodicamente o grau de precisão do sensor, tal como a precisão da ponte e do meio sensor de temperatura - quando requerido - uma calibragem automática da respectiva parte de circuito de condicionamento. Também para tal finalidade, o circuito 6 pode ser adicionalmente provido de funcionalidades para compensar possíveis desvios ou "deslocamentos", por exemplo, para cada sensor fornecido, controlado pelo molde 15.

[0040] Além disso, preferivelmente, a parte de controle 6, 15 é também configurada para obter:

- uma proteção ESD incorporada (proteção / blindagem contra interferências eletromagnéticas);
- proteção contra sobretensão e/ou proteção contra inversão de polaridade;
- funções de calibragem e de autocalibração, por exemplo, tal como calibragem ou programação durante a etapa de produção ou teste periódico durante a autocalibração, ou *detecção de envelhecimento*, isto é, correção de detecções devido à passagem de tempo.

- funções referentes à programação ou à memorização ou aos parâmetros de leitura ou aos dados ou às instruções de programa, tal como transmissão ou escrita e/ou recepção ou leitura ou parâmetros ou instruções de dados, preferivelmente após a montagem da parte de controle 6, 15, em particular por meio dos terminais 8, que também servem como saída para os sinais de medição gerados pelo sensor de pressão 1.

[0041] Além disso, ainda preferivelmente, a parte de controle 6, 15 implementa as funções diagnósticas ou autodiagnósticas, status ou funções de geração de sinal de funcionamento defeituoso, de maneira autônoma ou mesmo seguindo uma pergunta.

[0042] Em seguida está um método preferido para fabricar o sensor 1.

[0043] As trilhas condutivas 22 são formadas no corpo cerâmico do diafragma 20 por meio de depósito - preferivelmente através de técnica de impressão "silk-screen" - de um material condutivo, tal como, por exemplo, uma liga de prata-paládio; o resultado de tal etapa está representado esquematicamente na figura 5. Após o depósito do material segue a secagem e cozimento do produto semifinalizado da figura 5, com temperatura e tempos adequados dependendo do material usado.

[0044] Então, o material intencionado a formar os resistores 21, por exemplo, uma cola resistiva 10k preferivelmente "silk-screen" impresso, é depositada no diafragma 20, conforme esquematizado na figura 6, de maneira a obter o elemento de detecção, ou a ponte resistiva. Ainda nesse caso, após depositar o material, segue a secagem e o cozimento do produto semiacabado da figura 6, com temperaturas e tempo adequados.

[0045] Então, a camada de material protetor, particularmente vidro, é depositada no diafragma 20, preferivelmente por meio de impressão

de "silk-screen", de maneira a cobrir o elemento de detecção, ou a ponte resistiva; tal camada protetora feita de vidro está indicada por 23 na figura 7. Ainda nesse caso, após depositar o material, segue a secagem e o cozimento da figura 7, do produto semiacabado com temperaturas e tempo adequados.

[0046] Então, a camada de material adesivo ou cola, indicada por 24 na figura 8, é depositada no diafragma 20, ainda nesse caso preferivelmente por meio de impressão de "silk-screen". O adesivo usável pode também, por exemplo, ser uma cola de vidro de temperatura de fundição baixa ou média ou uma resina termofixa. Conforme pode ser observado, a camada adesiva 24 é configurada de maneira a não cobrir nem a zona central do diafragma 20, no qual está presente a parte de detecção coberta pela camada de vidro 23, nem algumas zonas locais 24a circundando as extremidades de conexão 22a das trilhas 22. Ainda nesse caso, após depositar a camada adesiva, segue a secagem e o cozimento do produto semiacabado da figura 8.

[0047] Com relação à obtenção da parte de circuito 6 fornecida no corpo principal 2, a primeira etapa do processo é preferivelmente a metalização dos furos 5; conforme mencionado, para tal propósito a camada feita de metal ou outro material eletricamente condutivo é depositado, por métodos conhecidos por si, na superfície dos furos 5. Esse depósito é preferivelmente realizado de maneira que a parte de metal do material condutivo se projete fora dos furos 5 nas extremidades correspondentes, por exemplo, parcialmente nas superfícies inferior e superior do corpo 2. Após o depósito do material, segue a secagem e o cozimento do produto semiacabado com temperaturas e tempo adequados.

[0048] Então, as trilhas condutivas 9 são formadas na face superior do corpo 2 por meio de depósito - preferivelmente técnica de impressão de "silk-screen" - de um material condutivo, como, por exem-

plo, uma liga de prata-paládio; então segue as respectivas etapas de secagem e cozimento. As trilhas 9 podem possivelmente ser depositadas de maneira a estarem em contato elétrico com o material condutivo dos furos 5, ou com a parte de tal projeção de material fora dos próprios furos; alternativamente, as extremidades das trilhas 9 podem ser colocadas em contato com os furos metalizados 5 pelo depósito de um material condutivo adicional, conforme explicado abaixo.

[0049] Uma camada fina do mesmo material que forma os microfilmes 16, ou compatível com o material que forma os microfilmes, é depositada nas extremidades das trilhas 9 que serão conectadas ao molde 15 por meio de microfios 16 (figuras 3 e 4), preferivelmente por meio de impressão de "silk-screen". Ainda nesse caso, o depósito do material é seguido pelas respectivas etapas de secagem e cozimento.

[0050] Então, segue o depósito, ainda na superfície superior do corpo 2, de um material intencionado a obter os resistores possíveis 10 da figura 4. O material em questão pode ser, por exemplo, uma cola de resistor, depositada por meio de impressão de "silk-screen", obviamente, tal material é depositado de maneira que os resistores obtidos 10 estejam em contato elétrico com as respectivas trilhas condutivas 9. Ainda nesse caso, após depositar o material segue a secagem e o cozimento do produto semiacabado, com temperatura e tempo adequados.

[0051] Então, uma camada de um adesivo ou cola é depositada na face do corpo 2 oposta ao circuito 6, por meio de impressão de "silk-screen", com subseqüentes etapas de secagem e cozimento. O adesivo é preferivelmente do mesmo tipo daquele usado para fazer a camada 24 fornecida no diafragma 20 (figura 8). Como demonstrável, o depósito de material é limitado à zona periférica da face inferior do acima mencionada do corpo 2, isto é, a região de tal face delimitando a abertura da cavidade 3 da figura 2.

[0052] Então, as duas partes de corpo 2 e 20 do sensor 1 são ligadas uma na outra. Para esse fim, a camada adesiva 24 do diafragma 20 é colocada na camada adesiva presente na face inferior do corpo 2. Conforme anteriormente mencionado, o posicionamento relativo é de maneira que as extremidades de conexão 22a das trilhas 22 do diafragma (ver figura 8) sejam sobrepostas e em contato com o material condutivo dos furos 5, na superfície inferior do corpo 2. A certeza do contato elétrico é preferivelmente assegurada pela dosagem de uma cola condutiva ou cola de epóxi nos furos 5, que enche os espaços entre o próprio furo e a respectiva extremidade de conexão ou almofada 22a, garantindo, portanto, o contato.

[0053] Então, segue a etapa de cozimento, requerida para obter adesão entre as duas camadas adesivas acima mencionadas, e, desse modo, a adesão vedada perfeita entre as partes, e possivelmente pelo menos uma fusão parcial do material eletricamente condutivo para obter ou aperfeiçoar as conexões elétricas; essa etapa de cozimento é preferivelmente seguida de um teste de vedação, realizado de maneiras conhecidas por si.

[0054] Se requerido, as extremidades superiores dos furos metalizados 5 podem ser colocadas em contato elétrico com as respectivas trilhas 9, por meio de depósito local de uma cola condutiva nas respectivas zonas de interface; ainda essa etapa, quando fornecida, é seguida por uma operação de secagem e cozimento. Alternativamente, pode ser fornecido um único refluxo de pelo menos parte dos materiais eletricamente condutivos depositados anteriormente, em particular na zona entre o corpo e o diafragma.

[0055] O elemento de detecção fornecido para o diafragma 2, isto é, a ponte resistiva, é desse modo, equilibrada e calibrada, através de métodos conhecidos por si.

[0056] Então, segue o depósito, preferivelmente por meio de im-

pressão de "silk-screen", do material polimérico intencionado a fornecer a camada protetora 11 das figuras 1 a 3, seguida de secagem e cozimento relativos. Conforme esboçado anteriormente, a camada 11 é depositada de maneira a deixar as zonas nas quais os componentes 7 do circuito 6 serão conectados nas trilhas condutivas 9 expostas. Além disso, a camada 11 é depositada de maneira a deixar, por meio da janela 11a, também a região da superfície superior do corpo 2, na qual o molde 15 pode ser colado, diretamente exposto; obviamente também expostas em tal região estão as extremidades das trilhas 9 nas quais os microfios 16 devam ser conectados.

[0057] Nesse ponto, os componentes 7 do circuito 6 são montados na parte superior do corpo 2, preferivelmente por meio da técnica SMD. Como demonstrável, em tal etapa, os condutores para conectar os componentes 7 em questão são conectados eletricamente com as respectivas trilhas 9.

[0058] Então segue uma soldagem de refluxo.

[0059] Após tal etapa, o molde 15 é ligado, particularmente por meio de colagem, na superfície superior do corpo 2, na zona dedicada não ocupada pelas trilhas 9 ou outros componentes do circuito 6, e deixado exposto pela camada protetora 11. A etapa compreende o depósito de um adesivo ou cola condutivos adequados, ou pelo menos uma dentre a face inferior do molde 15 e a zona de posicionamento correspondente na superfície do corpo 2. Preferivelmente, esse adesivo condutivo tem boas características de condução térmica, particularmente com o objetivo de facilitar a medição de temperatura pelo sensor de temperatura 18 dentro do molde 15 e/ou garantir boa dissipação térmica.

[0060] Após a colagem do molde 15 segue a etapa de conexão elétrica ou ligação por fio, isto é conexão dos microfios 16, entre os respectivos contatos do molde 15 e as extremidades das trilhas condu-

tivas 9 em questão, de acordo com uma técnica conhecida por si.

[0061] Nesse ponto, a proteção de isolamento 17 das figuras 1 a 3, conforme mencionado, por exemplo, composta de massa de resina, preferivelmente resina epóxi, é depositada no molde 15 e os respectivos microfios de conexão 16, bem como na região de ligação de tais microfios 16 com as trilhas 9 e/ou os componentes 7 de interesse. Então, segue uma etapa de polimerização de tal material.

[0062] Se o sensor 2 for do tipo absoluto, a extremidade superior da passagem 4 deve ser hermeticamente fechada: portanto, em tal caso, uma gota de material adequado, por exemplo, estanho, é depositada - sob um ambiente a vácuo - preferivelmente por meio de impressão de "silk-screen" ou soldagem, para fechar a extremidade acima mencionada.

[0063] Então, segue a soldagem dos terminais de conexão ou fios 8 da figura 1 nas trilhas 9 de interesse do circuito 6, requerido para a conexão do sensor 1 para uso do mesmo. Então, o sensor, e particularmente o molde 15, é calibrado eletronicamente. Para esse fim, deveria ser observado que o elemento de detecção ou a ponte resistiva ou o respectivo circuito de controle, é preferivelmente do tipo de calibração digital.

[0064] É evidente que o sensor descrito para fins exemplificativos pode ser sujeito - por alguém versado na técnica - a inúmeras variantes, sem se afastar do escopo da invenção conforme definido nas reivindicações em anexo.

[0065] A invenção foi descrita com referência a um sensor de pressão no qual o diafragma 20 é configurado como uma parte adicional, em particular ligado por cola, a uma base adicional, isto é, o corpo principal 2. Os conceitos de base da invenção são, contudo, aplicáveis mesmo no caso de sensores de pressão dotados de uma base 2 sem um furo 4, exclusivamente com a configuração "avaliação de vedação"

ou tendo um corpo monolítico, definindo integralmente o respectivo diafragma.

[0066] Um exemplo do primeiro tipo de sensor acima mencionado está ilustrado na figura 9, onde o corpo acima mencionado ou base sem furo atravessante é indicado inteiramente por 2'. Tal sensor 1 pode ser usado no caso de pressões média e alta, oferecendo maior segurança graças a uma estrutura mais sólida.

[0067] Um exemplo de um sensor com um corpo monolítico está em vez disso ilustrado esquematicamente nas figuras 10 e 11, onde tal corpo é indicado inteiramente como 2'. No exemplo ilustrado, o corpo monolítico 2'', geralmente em forma cilíndrica, com alguma referência periférica ou assentos de posicionamento, é feito pelo menos parcialmente de um material eletricamente isolante, tal como um material cerâmico, e tem uma cavidade cega 3'', em formato substancialmente circular, fechado em uma extremidade por uma parte de diafragma 20' do próprio corpo. Em tal modalidade, é fornecido um componente detector na parte de diafragma 20', particularmente em uma região central de uma superfície superior do mesmo, adequado para gerar um sinal representando uma inclinação da própria parte de diafragma, bem como um circuito tendo as características de um anteriormente indicado por 6. Tal circuito pode ser possivelmente formado inteira ou parcialmente na zona periférica da superfície superior do corpo 2', isto é, em uma região anular da face superior do corpo 2' circundando a parte de diafragma 20'.

[0068] Em uma possível variante, o meio detector de temperatura do sensor de acordo com a invenção pode compreender um sensor de temperatura montado no diafragma 20, de frente para o compartimento 3 e em comunicação de sinal com o circuito 6 incluindo o molde 15 por meio de trilhas condutivas relativas e de furos metalizados, conceitualmente similares àqueles anteriormente indicados por 22 e 5,

[0069] As trilhas 9 e/ou os possíveis resistores 10 podem ser obtidos no corpo de sensor por meio de uma técnica diferente da impressão de "silk-screen", apesar de ser a técnica preferida, podem ser selecionadas técnicas alternativas para as trilhas e/ou resistores do sensor dentre litografia, fotolitografia, material condutivo de pulverização, metalização de superfície, galvanização, etc.

REIVINDICAÇÕES

1. Sensor de pressão tendo um corpo de sensor (2, 20; 2', 20; 2'', 20') com um diafragma (20; 20'), o corpo de sensor (2, 20; 2', 20; 2'', 20') e o diafragma (20. 20'') sendo pelo menos parcialmente formados com um material eletricamente isolante, particularmente um material cerâmico,

em que o corpo de sensor (2, 20; 2', 20; 2'', 20') compreende um dentre:

uma primeira parte de corpo (2; 2') definindo uma cavidade (3) e uma segunda parte de corpo definindo o dito diafragma (20), a primeira parte de corpo (2; 2') e a segunda parte de corpo sendo ligadas uma na outra em uma extremidade axial da primeira parte de corpo (2; 2), e

um corpo monolítico (2'') definindo integralmente uma cavidade (3') e o dito diafragma (20'),

em que o diafragma (20; 20') está voltado pelo menos parcialmente a dita cavidade (3; 3') e tem pelo menos uma parte de um elemento de detecção (21, 22) configurado para detectar uma inclinação ou deformação do diafragma (20; 20'),

em que um dentre a dita primeira parte de corpo (2; 2') e o dito corpo monolítico (2'') suporta um arranjo de circuito (6) em comunicação de sinal com o elemento de detecção (21, 22) e compreende uma pluralidade de componentes de circuito (7, 10, 15), dentre os quais um circuito integrado (15), o arranjo de circuito (6) sendo predisposto para tratar um sinal gerado pelo elemento de detecção (21, 22), caracterizado pelo fato de que:

o dito circuito integrado consiste em um molde feito de um material semicondutor (15),

o arranjo de circuito (6) inclui um padrão de circuito elétrico compreendendo uma pluralidade de trilhas feitas de material elétrica-

mente condutivo (9) depositado diretamente em uma primeira superfície de um dentre a dita primeira parte de corpo (2; 2') e o dito corpo monolítico (2'') que é feita de material eletricamente isolante, as ditas trilhas (9) sendo organizadas de maneira que uma região da dita primeira superfície seja diretamente exposta para ligação mecânica, particularmente através de ligação por cola ou ligação por resina, do dito molde (15);

o molde (15) é ligado diretamente à dita primeira superfície, na dita região, isto é, uma zona não ocupada pelas ditas trilhas (9);

o dito molde (15) é conectado às respectivas ditas trilhas (9) por ligação de fio, isto é, por meio de fios de conexão flexíveis finos (16) feitos de um material eletricamente condutivo.

2. Sensor de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que os fios são microfios flexíveis (16) tendo uma espessura ou diâmetro compreendido entre em torno de 5 e 100 microns, particularmente entre cerca de 25 a 35 microns, e sendo preferivelmente formados por um material ou uma liga compreendendo, ou com base em um material selecionado dentre ouro, platina, silicone, paládio, berílio, prata, alumínio e cobre.

3. Sensor de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente meio detector de temperatura (18), particularmente conectado a, ou compreendido no, ou integrado no dito elemento ou molde feito de material semicondutor (15).

4. Sensor de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que o dito elemento ou molde feito de material semicondutor (15) e os ditos fios correspondentes (16), bem como pelo menos parte da região de conexão dos ditos fios (16) com as ditas trilhas respectivas (9), é revestido com uma massa de um material isolante de proteção (17), tal como uma resina, particularmente uma resi-

na epóxi.

5. Sensor de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que as ditas trilhas (9) são revestidas com uma camada protetora (11), particularmente um material polimérico, a camada protetora (11) sendo localmente aberta, isto é, tendo janelas, pelo menos nas zonas de conexão de pelo menos alguns dos ditos componentes de circuito (7) nas respectivas ditas trilhas condutivas (9), a camada protetora (11) sendo também dotada de uma abertura local ou janela (11a) na dita região da dita primeira superfície que é diretamente exposta.

6. Sensor de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que na pelo menos uma face ou lado do dito elemento ou molde de material semicondutor (15) são fornecidos os contatos (15a), consistindo em películas finas feitas de material eletricamente condutivo, para a conexão dos ditos fios (16).

7. Sensor de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que os ditos componentes de circuito (7 a 10, 15) compreendem um ou mais resistores (10), preferivelmente formados por um material resistivo depositado diretamente na dita primeira superfície.

8. Sensor de acordo com as reivindicações 5 e 7, caracterizado pelo fato de que os ditos resistores (10) são pelo menos parcialmente revestidos com a dita camada protetora (11).

9. Sensor de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que:

a primeira parte de corpo (2, 2') define uma cavidade cega (3) que se abre em uma primeira face da primeira parte de corpo (2, 2'),

o arranjo de circuito (6) está em uma segunda face da primeira parte de corpo (2, 2') que é oposta à dita primeira face; e

a segunda parte de corpo (20) é fixada ou ligada por cola à

dita primeira face de modo a formar um fundo da dita cavidade (3).

10. Sensor de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que na primeira parte de corpo (2, 2') são fornecidos os furos atravessantes (5), se estendendo entre a dita primeira e segunda face, e em que:

pelo menos uma superfície interna dos ditos furos atravessantes (5) é revestida com uma camada feita de um material eletricamente condutivo para conectar o dito elemento de detecção (22, 21) ao dito arranjo de circuito (6), e/ou

os ditos furos atravessantes (15) são pelo menos parcialmente preenchidos com um material eletricamente condutivo, tal como uma pasta condutiva ou cola, em particular para conectar os ditos furos atravessantes aos componentes ou elementos elétricos (21, 22) presentes no diafragma (20).

11. Sensor de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que a primeira parte de corpo (2, 2') tem uma abertura atravessante (4) se estendendo de um fundo da dita cavidade (3) e da dita segunda face, e em que:

se o sensor de pressão (1) for um sensor de pressão relativa, a dita abertura atravessante (4) é aberta na extremidade correspondente e se abre na dita segunda face; e

se o sensor de pressão (1) for um sensor de pressão absoluta, a dita abertura atravessante (4) é fechada na extremidade correspondente que se abre na dita segunda face.

12. Sensor de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o arranjo de circuito (6) é predisposto para executar uma ou mais funções selecionadas da proteção ESD, proteção de sobretensão, proteção de inversão de polaridade, detecção de envelhecimento, calibragem automática, calibragem digital, programação de dados ou parâmetros,

onde em particular o arranjo de circuito (6) e/ou o dito circuito integrado ou molde (15) é configurado para ser programado ou calibrado após a montagem relevante no corpo de sensor (2), preferivelmente por meio do mesmo terminal (8) que são então usados como saída para os sinais de medida gerados pelo sensor (1).

13. Sensor de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o arranjo de circuito (6) é configurado para ter uma saída de sinal radiométrico, isto é, uma voltagem de saída dependendo do fornecimento de voltagem, sendo preferivelmente variável entre 0,5 e 4,5 V.

14. Processo para fabricação de um sensor de pressão como definido em uma ou mais reivindicações 1 a 13, caracterizado pelo fato de que compreende as etapas de:

obter as ditas trilhas (9) na dita primeira superfície (9), de maneira a deixar a dita região de posicionamento do corpo de sensor (2, 20; 2') diretamente exposta;

depositar, pelo menos em zonas de extremidade das ditas trilhas (9) que devam ser conectadas ao dito molde (15), uma camada do mesmo material que constitui os ditos fios (16) ou um material compatível com o material que forma os ditos fios;

ligar o dito molde (15) na dita região de posicionamento da dita primeira superfície, particularmente por ligação por cola;

conectar por ligação por fio o dito molde (15) às respectivas ditas trilhas (9);

revestir o dito molde (15) e os correspondentes ditos fios (16), bem como a região de conexão dos ditos fios (16) com as respectivas ditas trilhas (9), com a dita massa (17) feita de um material isolante protetor.

15. Dispositivo de detecção de pressão caracterizado pelo fato de que compreende um sensor de pressão como definido em uma

ou mais reivindicações 1 a 13, em que o dispositivo sensor de pressão tem um alojamento definindo uma entrada que recebe um fluido a ser sujeito a detecção de pressão, o sensor de pressão (1) sendo montado no alojamento de modo que o dito diafragma (20; 20') é exposto ao fluido.

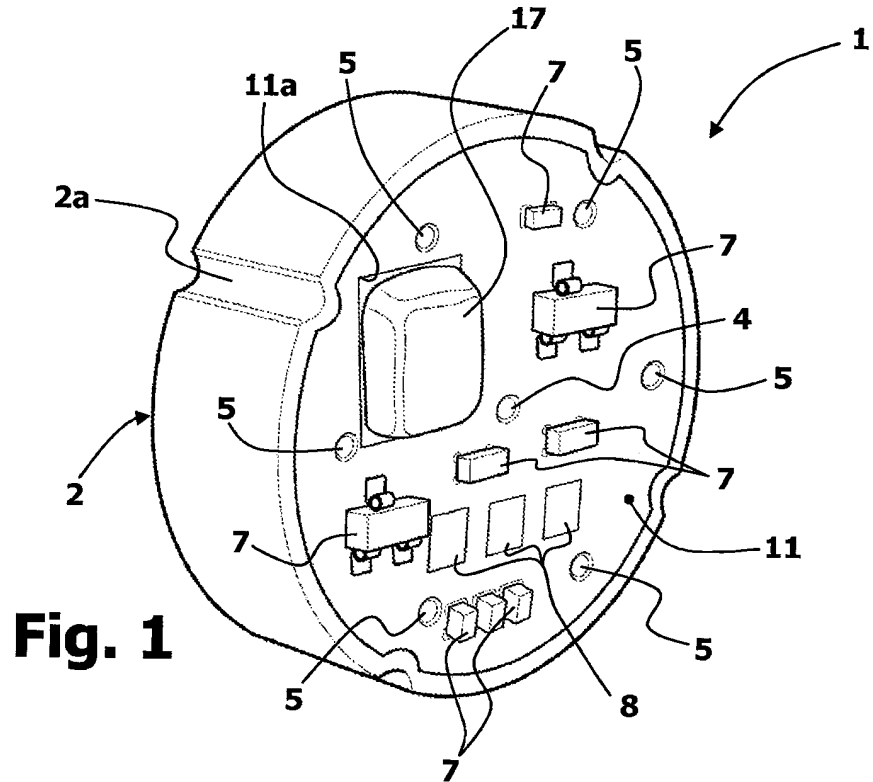


Fig. 1

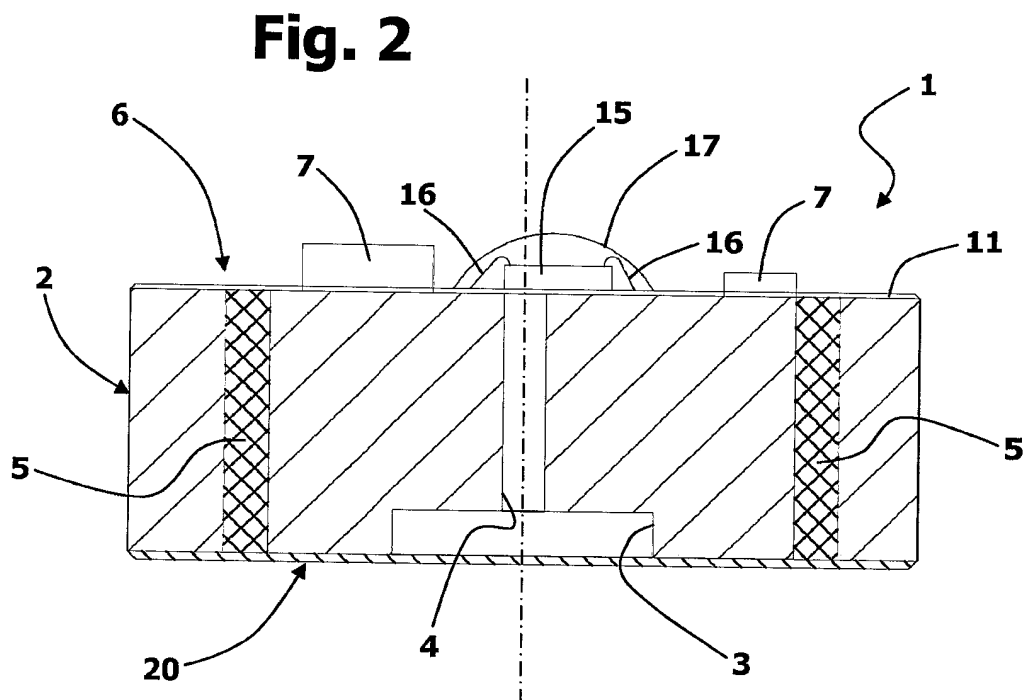


Fig. 2

2/5

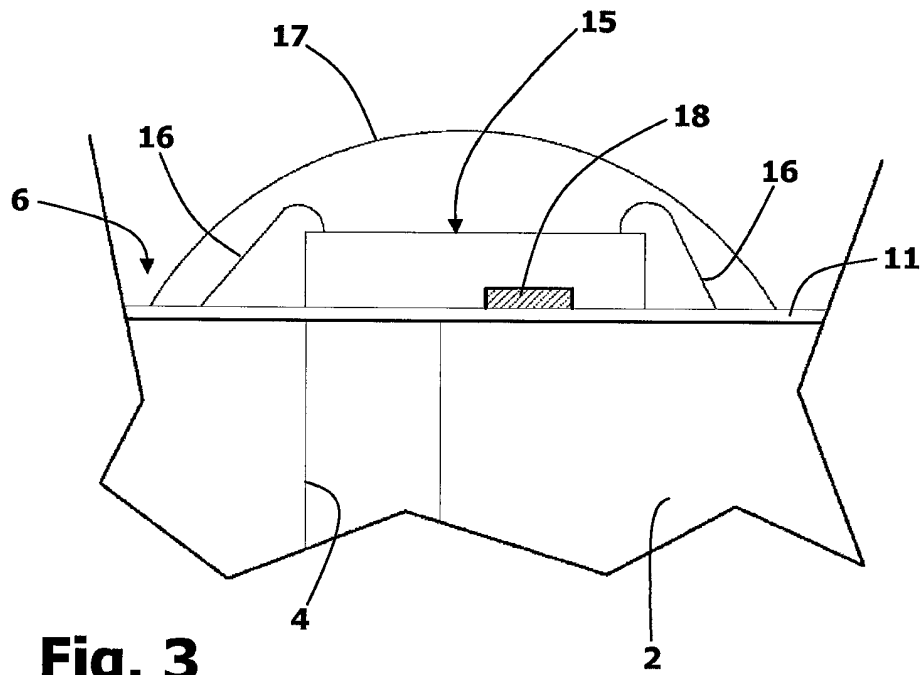


Fig. 3

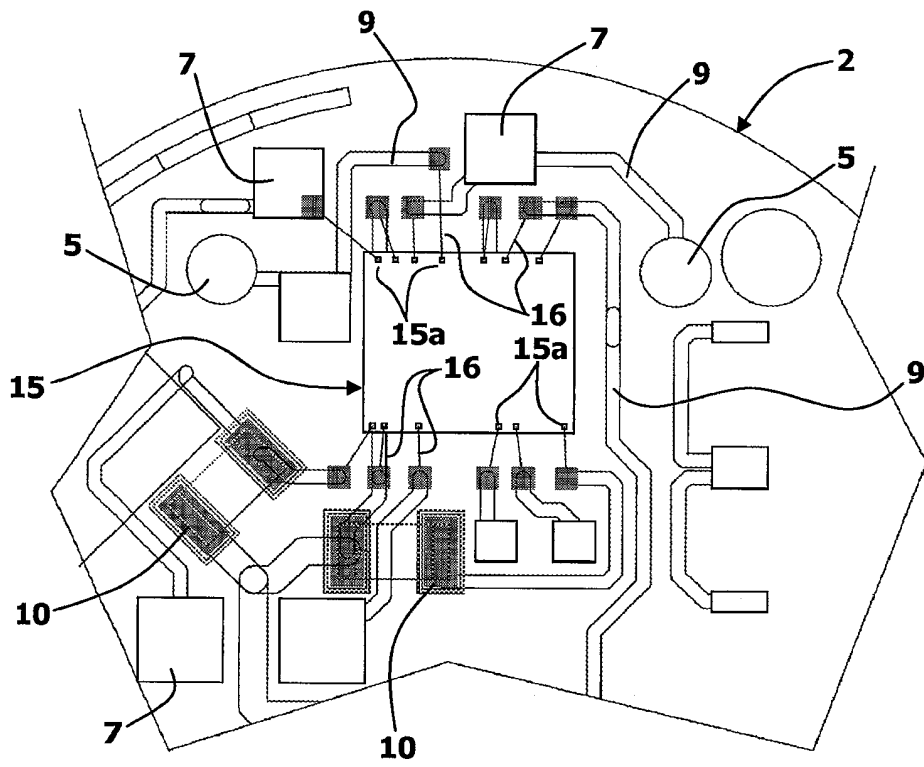
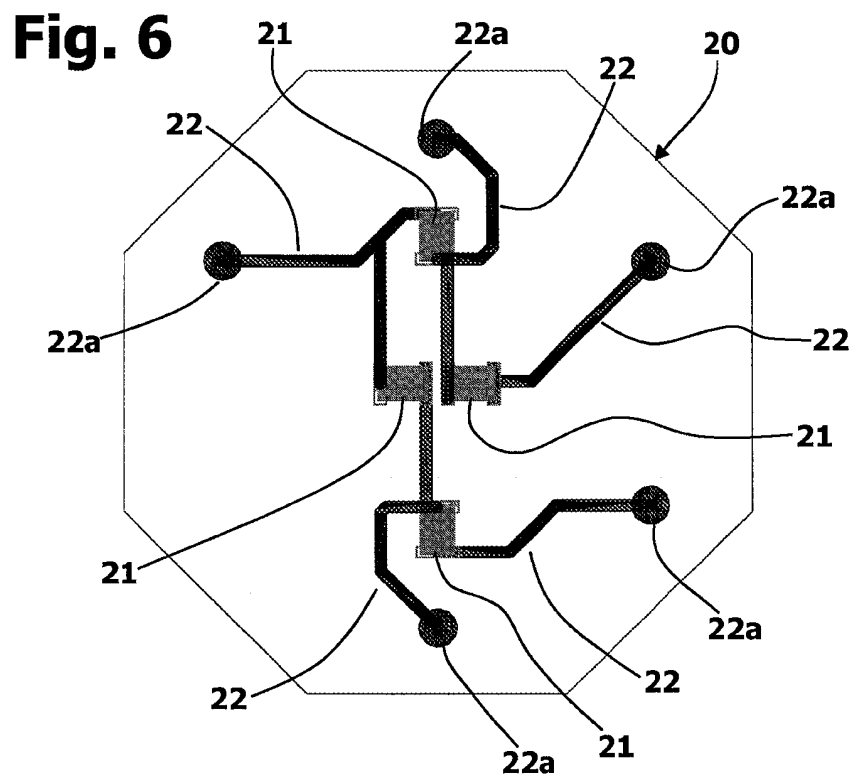
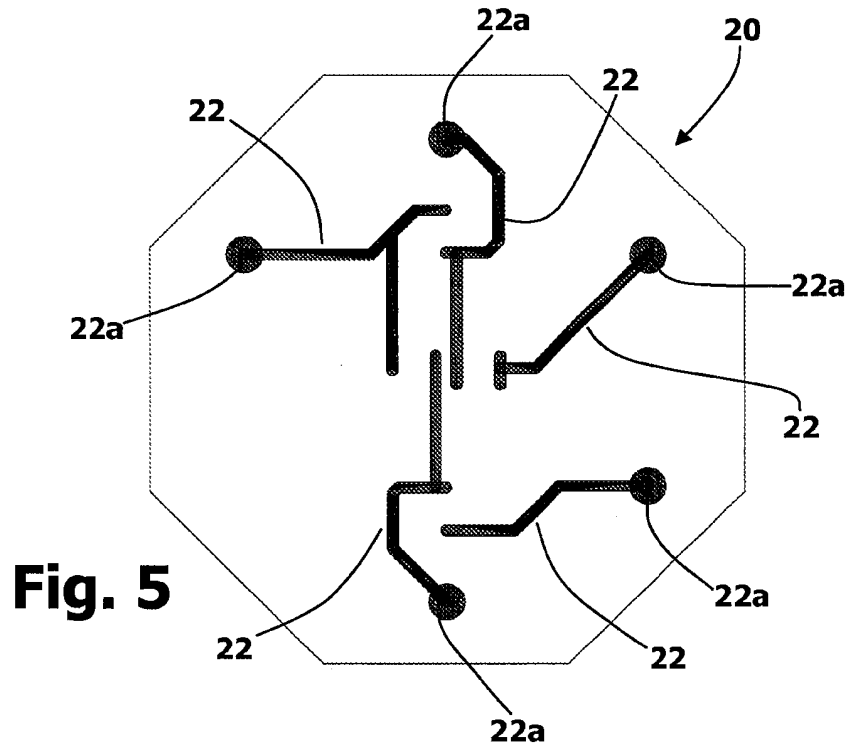


Fig. 4



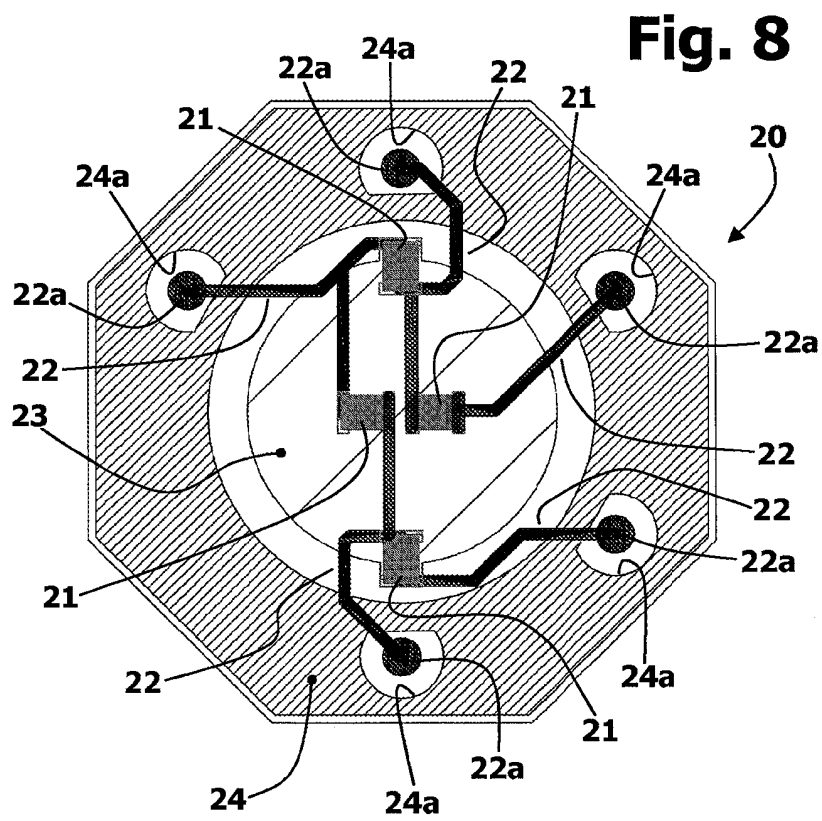
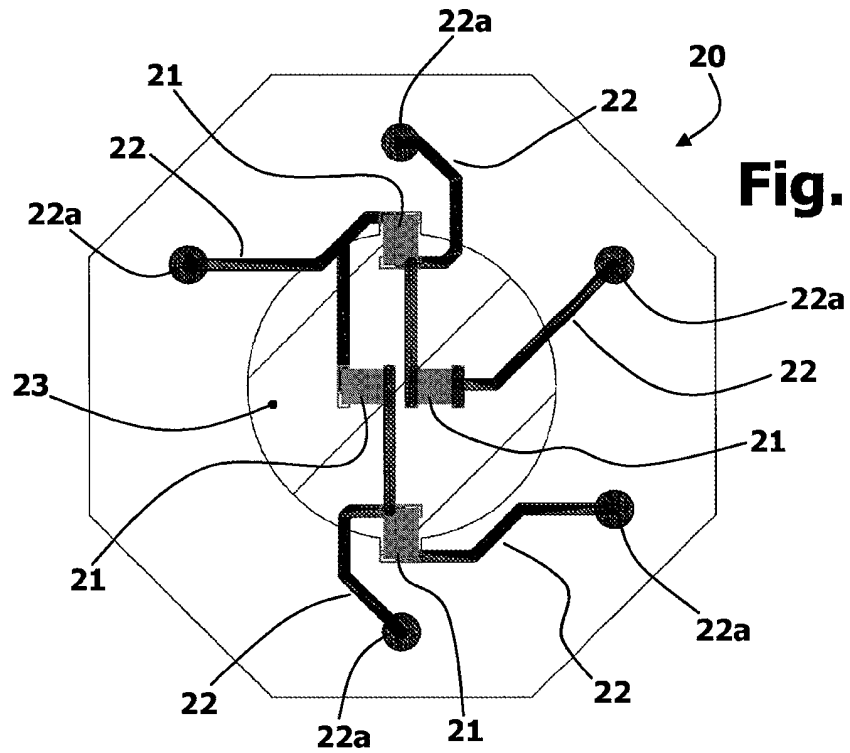


Fig. 9

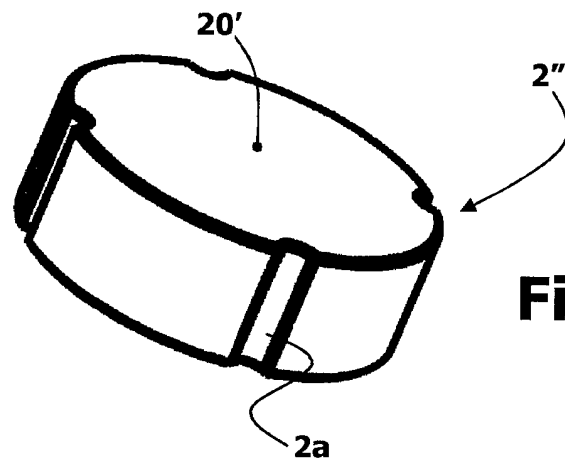
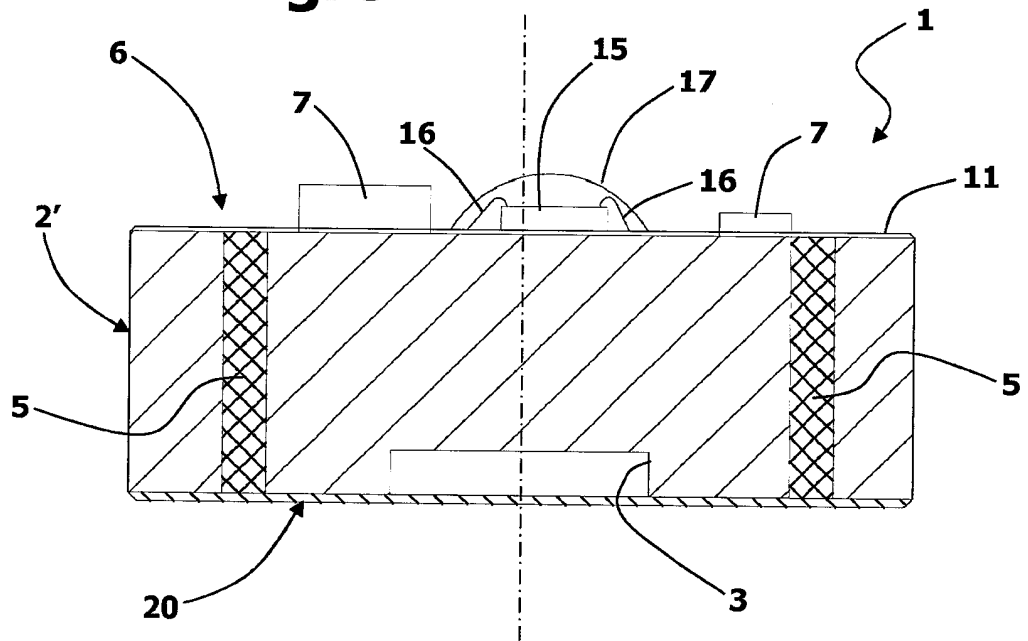


Fig. 10

Fig. 11

