



**República Federativa do Brasil**

Ministério do Desenvolvimento, Indústria,  
Comércio e Serviços

Instituto Nacional da Propriedade Industrial



**(11) BR 112019001274-5 B1**

**(22) Data do Depósito:** 21/07/2017

**(45) Data de Concessão:** 14/03/2023

---

**(54) Título:** DISPOSIÇÃO DE ELETRODOS PARA FORMAR UMA DESCARGA DE PLASMA DE BARREIRA DIELÉTRICA

**(51) Int.Cl.:** H05H 1/24; H05H 1/46.

**(30) Prioridade Unionista:** 30/09/2016 DE 102016118569.8.

**(73) Titular(es):** CINOGY GMBH.

**(72) Inventor(es):** DIRK WANDKE; LEONHARD TRUTWIG; MIRKO HAHNL; KARL-OTTO STORCK.

**(86) Pedido PCT:** PCT DE2017100612 de 21/07/2017

**(87) Publicação PCT:** WO 2018/059612 de 05/04/2018

**(85) Data do Início da Fase Nacional:** 22/01/2019

**(57) Resumo:** A presente invenção refere-se a uma disposição de eletrodos para formação de uma descarga de plasma de barreira dielétrica entre um eletrodo (1) alimentado por um dispositivo de controle (20) com uma alta tensão de corrente alternada e uma superfície (21) a ser tratada de um corpo eletricamente condutor (22), a qual serve de eletrodo de massa, sendo que um dielétrico (8) cobre completamente o eletrodo (1) que aponta para a superfície (21) a ser tratada e forma um lado de encosto para a superfície (21), possibilita, especialmente no caso de superfícies (21) a serem tratadas grandes, uma formação efetiva e homogênea do plasma (23), caracterizada pelo fato de que o eletrodo (1) consiste em pelo menos dois eletrodos parciais (2, 3) dispostos com igual distanciamento (6) em relação ao lado de encosto e isolados um do outro através do dielétrico (8), e que os eletrodos parciais adjacentes são alimentados pelo dispositivo de controle com tensões de corrente alternada parciais que se compensam, diametralmente opostas em relação à forma de onda e à intensidade de tensão.

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para  
**“DISPOSIÇÃO DE ELETRODOS PARA FORMAR UMA DESCARGA DE PLASMA DE BARREIRA DIELÉTRICA”.**

[001] A presente invenção refere-se a uma disposição de eletrodos para formação de uma descarga de plasma de barreira dielétrica entre um eletrodo alimentado com alta tensão alternada por um dispositivo de controle e uma superfície a ser tratada de um corpo eletricamente condutor, a qual serve como eletrodo de massa, sendo que o dielétrico cobre completamente o eletrodo até a superfície a ser tratada e forma um lado de encosto para a superfície.

[002] Uma disposição de eletrodos em folha deste tipo, que pode ser configurado flexível, é conhecido do documento DE 10200060627 B4. O eletrodo em folha está embutido entre um lado inferior de dielétrico e um lado superior de dielétrico, os quais se estendem na respectiva superfície através do eletrodo e assim cobrem também a borda estreita do eletrodo, de modo que fica excluído um toque da do eletrodo que conduz a alta tensão. Fica excluída também uma aproximação ao eletrodo, o que poderia provocar uma centelha. Em vez disso, o dielétrico impede um fluxo de corrente galvânico do eletrodo para a superfície a ser tratada, a qual serve de eletrodo de massa. Para garantir a formação de um plasma na camada de ar entre a superfície a ser tratada e o dielétrico, no caso de uma superfície a ser tratada lisa, o lado inferior da disposição de eletrodos, o qual aponta para a superfície a ser tratada, pode estar configurado como nós salientes, os quais encostam sobre a superfície a ser tratada e apresentam espaços intermediários contínuos, nos quais o plasma pode se formar, quando uma alta tensão alternada é aplicada ao eletrodo.

[003] Uma disposição de eletrodos deste tipo pode ser aplicada à superfície a ser tratada, sendo que a superfície a ser tratada pode ser especialmente a pele de um corpo humano ou animal. O tratamento de

plasma leva a uma desinfecção em profundidade de poros da pele e melhora a capacidade de absorção da pele para substâncias de tratamento que são aplicadas sobre a pele tratada.

[004] É conhecido também que um tratamento de plasma pode ser vantajoso para a cura de feridas. De acordo com o documento DE 102009047220 A1 em um aparelho similar a um pino, que é percorrido por um gás de tratamento, é gerado um plasma que sai em um lado frontal do aparelho conformado como bocal e pode ser conduzido à pele ou ferida a ser tratada.

[005] O documento DE 10201101416 A1 descreve um dispositivo de tratamento de feridas flexível em folha, no qual dois eletrodos de superfície estão formados através de condutores elétricos isolados, entrelaçados. Entre os condutores forma-se a alta tensão que deve provocar o surgimento de um plasma nas folgas. Para isto é necessário que toda a disposição de eletrodos seja permeável a gás.

[006] São conhecidas ainda disposições de eletrodos com as quais se pode produzir um plasma de superfície de barreira elétrica. WO 2009/098662 A1 descreve uma disposição deste tipo, na qual um primeiro eletrodo de folha e um segundo eletrodo similar a grade estão embutidos em um dielétrico, de modo que um campo elétrico apropriado para a formação de um plasma se forma na superfície do dielétrico, a qual está disposta próxima ao eletrodo similar a grade. No eletrodo similar a grade há uma alta tensão alternada, enquanto que o eletrodo de folha que se encontra embaixo fica em potencial de massa. Uma disposição deste tipo tem uma alta necessidade de energia e um pequeno rendimento em relação à formação do plasma de superfície.

[007] Neste sentido são vantajosas disposições de eletrodos cujo eletrodo esteja configurado de tal modo, que entre o eletrodo de folha e a superfície a ser tratada surge uma linha de campo bastante homogênea como eletrodo de massa, a qual leva a um plasma definido e idealmente

uniforme.

[008] Existe a crescente necessidade de tratar também superfícies comparativamente grandes através da aplicação de uma disposição de eletrodos – especialmente flexível – do tipo descrito. Com superfície de tratamento crescente, porém, torna-se mais difícil formar as intensidades de campo necessárias para a formação de um plasma uniforme entre o lado de apoio do dielétrico e a superfície a ser tratada. Portanto, a invenção tem o objetivo de configurar uma disposição de eletrodos do tipo mencionado de tal modo, que, por um lado, um plasma tão uniforme quanto possível seja formado de maneira eficiente e, por outro lado, superfícies grandes também possam ser tratadas com uma disposição de eletrodos correspondentemente grande, com menor gasto de energia.

[009] Para alcançar este objetivo, de acordo com a invenção, uma disposição de eletrodos do tipo mencionado inicialmente está caracterizada pelo fato de que o eletrodo consiste em pelo menos dois eletrodos parciais dispostos lado a lado com igual distanciamento em relação ao lado de encosto e isolados um do outro através do dielétrico, e que eletrodos parciais adjacentes são alimentados com altas tensões parciais de corrente alternada que se compensa, diametralmente opostas em relação à forma de onda e à intensidade de tensão, por um dispositivo de controle.

[010] A disposição de eletrodos de acordo com a invenção baseia-se no princípio conhecido de empregar a superfície do corpo eletricamente condutor a ser tratada como eletrodo de massa, de modo que, em princípio, para a formação de um campo de plasma só é necessário um único eletrodo, o qual coopera com a superfície a ser tratada como eletrodo de massa para a formação do plasma. Nesse caso resulta, através da superfície do eletrodo, um campo elétrico idealmente homogêneo, no qual as linhas de campo ficam paralelas entre si. Apenas

na borda do eletrodo podem surgir linhas de campo sabidamente encurvadas e inclinadas. Na disposição de eletrodos de acordo com a invenção os eletrodos parciais estão configurados preferivelmente em um tamanho de superfície tal, que a dilatação do campo elétrico e linhas de campo idealmente paralelas é superior a 50%, preferivelmente superior a 65% e mais preferivelmente superior a 80% da superfície do eletrodo parcial. Os eletrodos de acordo com a invenção estão dilatados na superfície e posicionados paralelamente ao lado de encosto do dielétrico. De acordo com a invenção, existem pelo menos dois eletrodos parciais, os quais são abastecidos separadamente com altas tensões alternadas por um dispositivo de controle. As altas tensões alternadas oscilam preferivelmente em torno do potencial de massa. No caso ideal as altas tensões alternadas poderiam estar em forma sinuosa. Em virtude dos capacitores e indutâncias existentes no dispositivo de controle podem existir também disposições de circuito oscilante, com as quais um impulso de excitação ativa um respectivo processo de oscilação de alta frequência.

[011] Se fossem excitados com fases iguais eletrodos parciais dispostos lado a lado, seria formado um plasma homogêneo, no caso ideal, na região do campo homogêneo entre o eletrodo parcial em questão e a superfície a ser tratada. Na região de conexão entre os eletrodos parciais dispostos lado a lado as tensões se acumulariam e levariam a picos de tensão indesejados, os quais perturbariam o campo de plasma uniforme. Além disso, dentro do corpo eletricamente condutor, na superfície a ser tratada, resultariam consideráveis diferenças de potencial, as quais poderiam levar a fluxos de corrente indesejados dentro do corpo. Isto, em um corpo vivo, pode levar a fenômenos desagradáveis e eventualmente perigosos.

[012] Portanto, de acordo com a invenção, está previsto que os eletrodos parciais que estão lado a lado são excitados com altas

tensões alternadas diametralmente opostas, de modo que nas regiões de borda dos eletrodos que ficam entre os eletrodos parciais adjacentes resulta uma zona de separação substancialmente livre de campo. Como esta zona de separação pode ser estreita e linear, os produtos desinfetantes formados no plasma, por exemplo, os radicais OH e as moléculas de ozônio que se formam no plasma no ar, têm efeito na zona de separação também, uma vez que podem chegar à região das superfícies na zona de separação, mesmo dentro de sua duração muito curta.

[013] Portanto, a disposição de eletrodos de acordo com a invenção com seus pelo menos dois eletrodos parciais está configurada de tal modo, que os eletrodos parciais configuram, com a superfície a ser tratada, através de quase toda a face, idealmente um campo substancialmente homogêneo – e, portanto, um plasma uniforme – e proporcionam uma zona de separação estreita, em princípio livre de campo, na direção do eletrodo adjacente. Para dois eletrodos adjacentes, portanto, um eletrodo é excitado com uma meia-onda positiva da alta tensão alternada, de modo que, na zona de separação, as duas tensões se compensam. Em uma configuração preferida as respectivas meias-ondas são idênticas no tamanho e na forma, de modo que, na zona de separação, se estabelece um constante, que não muda através do período da alta tensão alternada com o potencial que corresponde ao potencial de massa do eletrodo de massa. Na prática, a identidade das meias-ondas diametralmente opostas pode existir apenas de modo aproximado, de modo que um potencial de soma constante na zona de separação também existe quando ainda existe uma pequena oscilação do potencial de soma, a qual, por exemplo, é menor que 5% da tensão pico. O plasma uniforme no caso ideal pode sofrer interferência ou perturbação, mesmo quando se tenta evitar tais descargas de filamento.

[014] A tensão pico das altas tensões alternadas pode ficar convenientemente entre  $\pm 10$  kV e  $\pm 100$  kV. As frequências alternadas das altas tensões alternadas ficam convenientemente entre 100 Hz e cerca de 100 MHz.

[015] Para a adaptação a superfícies desiguais é conveniente que os eletrodos parciais e o dielétrico sejam flexíveis. Assim toda a disposição de eletrodos pode seguir uma superfície desigual, de modo que esta, no caso ideal, pode ser tratada com um campo de plasma uniforme.

[016] De uma maneira conhecida o lado de encosto do dielétrico, que aponta para a superfície a ser tratada, apresenta uma estrutura, preferivelmente em forma de uma grade ou de nós, entre os quais o plasma pode se formar, quando o dielétrico encosta na superfície a ser tratada, com o lado superior dos nós ou de outras estruturas salientes.

[017] A disposição de eletrodos de acordo com a invenção pode ser configurada também em forma de curativo quando o dielétrico está formado de um material aceitável a ferimento, por exemplo silicone adequado ou quando se aplica no lado de encosto do dielétrico uma camada de um material aceitável a ferimento, por exemplo, gaze.

[018] A disposição de eletrodos de acordo com a invenção presta-se também para a derivação de líquido de ferimento ou para a condução de um líquido de tratamento de ferida ou que promove a cura quando o dielétrico e os eletrodos parciais apresentam aberturas contínuas, as quais se estendem no sentido da altura através das disposições de eletrodos e estão limitadas continuamente pelo dielétrico que circunda os eletrodos parciais.

[019] A disposição de eletrodos de acordo com a invenção apresenta, preferivelmente em relação aos eletrodos parciais, uma alta simetria. Para isto é conveniente que os eletrodos parciais apresentem um tamanho igual, de modo que a face que atua para a formação do

plasma é distribuída uniformemente para o número de eletrodos parciais.

[020] Os eletrodos parciais podem consistir em um material metálico plano, o qual preferivelmente é coberto de ambos os lados por um dielétrico. Porém, é possível também realizar os eletrodos através de um material sintético condutor, o qual pode conectar-se em fecho devido à forma ao dielétrico igualmente formado através de um material, por exemplo silicone. O eletrodo pode consistir, por exemplo, em um silicone com aditivos condutores, em forma de partículas de metal, partículas de carbono ou similar.

[021] A invenção é esclarecida mais detalhadamente a seguir com o auxílio dos exemplos de realização representados nos desenhos. São mostrados:

[022] Figura 1 – uma construção de eletrodo em uma representação explodida,

[023] Figura 2 – uma vista superior de uma disposição de eletrodos pronta de acordo com a figura 1 e

[024] Figura 3 – uma representação esquemática do funcionamento do princípio construtivo de acordo com a invenção.

[025] De acordo com a figura 1 um eletrodo 1 está formado através de dois eletrodos parciais 2, 3, os quais não estão ligados entre si e apresentam um distanciamento definido um do outro. Os eletrodos parciais 2, 3 consistem em uma respectiva linha adutora chata estreita 4, a qual faz transição para uma de folha 5. Os padrões de folha 5 dos dois eletrodos parciais 2, 3 formam juntas uma superfície de eletrodo mais ou menos quadrada, sendo que, no exemplo de realização representado, existe um distanciamento 6 na direção longitudinal definida através das linhas adutoras 4 entre os padrões de folha 5.

[026] Os padrões de folha 5 dos eletrodos parciais 3 apresentam uma pluralidade de aberturas contínuas 7, cuja função é esclarecida mais detalhadamente abaixo. O material dos eletrodos parciais pode ser,

como mencionado, uma folha metálica, uma chapa metálica fina ou uma camada de material sintético tornada condutora através da adição de partículas condutoras, especialmente camada de silicone.

[027] A figura 1 mostra que, em ambos os padrões de folha 5 dos condutores 2, 3, há aberturas semicirculares com distanciamento 6, as quais proporcionam uma dentadura segura dos eletrodos parciais com um dielétrico que preenche o distanciamento 6.

[028] O eletrodo 1 é coberto de todos os lados por um dielétrico 8, o qual está representado na figura 1 como consistindo de uma camada de dielétrico superior 9 e uma camada de dielétrico inferior 10. A camada de dielétrico superior 9 sobressai à superfície comum dos dois eletrodos 2, 3 com sua face em todos os lados e está provida igualmente de aberturas 11, as quais estão dispostas de tal modo, que elas ficam alinhadas com as aberturas 7 dos eletrodos parciais 2, 3. Na região do distanciamento 6 entre os eletrodos parciais 2, 3 está configurada maciçamente a camada de eletrodo superior, para proporcionar um isolamento elétrico seguro entre os eletrodos parciais 2, 3. Tanto a camada de dielétrico superior 9 quanto a camada de dielétrico inferior 10 apresentam um respectivo prolongamento 12, 13, com o qual as linhas adutoras 4 são protegidas do ambiente.

[029] As aberturas 11 da camada de dielétrico superior 9 estão configuradas concêntricas com as aberturas 7, mas apresentam um diâmetro menor, de modo que, também na região das aberturas 7, uma camada do dielétrico protege o material dos eletrodos parciais 2, 3. Portanto, mesmo através de um líquido não se pode estabelecer uma ligação elétrica direta com os eletrodos parciais 2, 3.

[030] A camada de dielétrico inferior 10, como a camada de dielétrico inferior 9, forma uma camada coesa contínua. A camada de dielétrico superior 9 pode estar perfurada por aberturas 14. As aberturas 14 também estão configuradas concêntricas com as aberturas 7 dos

eletrodos e com as aberturas 11 da camada de dielétrico superior. Na camada de dielétrico inferior 10 também o diâmetro das aberturas 14 é menor do que o diâmetro das aberturas 7 dos diodos 2, 3 e do mesmo tamanho que o diâmetro das aberturas 11 da camada de dielétrico superior 9.

[031] No lado oposto aos eletrodos parciais 2, 3 a camada de dielétrico inferior 10 forma uma estrutura de grade 15 com paredes em forma de nervuras cruzadas, cujas bordas livres 16 definem um lado de encosto, com o qual a disposição de eletrodos pode encostar sobre uma superfície a ser tratada.

[032] A figura 1 mostra que a camada de dielétrico inferior 10 continua com tiras laterais 17, 18 através do contorno da camada de dielétrico superior 9, se projeta lateralmente e assim forma prolongamentos com os quais a disposição de eletrodos pode ser fixada à superfície a ser tratada. Para isto as tiras laterais podem estar revestidas com um agente adesivo em seu lado inferior ou estar formadas de um material aderente.

[033] A figura 2 mostra uma vista superior do lado inferior, isto é, o lado de encosto, da disposição de eletrodos de acordo com a figura 1. Esta representação mostra que a estrutura de grade configura câmaras quadradas, em cujo meio se encontram as aberturas 14 da camada de dielétrico inferior, as quais estão dispostas concêntricas às aberturas 7 (maiores) dos eletrodos parciais 2, 3. Desta maneira, através das aberturas alinhadas 7, 14, formam-se canais que estão limitados de todos lados pelo material do dielétrico 8 e especialmente protegem o material dos eletrodos parciais 2, 3 mesmo na região das aberturas 7.

[034] A figura 2 mostra ainda que, na região do distanciamento 6, entre os eletrodos parciais 2, 3, o material de dielétrico está configurado maciçamente. A estrutura de grade 15 está reforçada, fora da região dos eletrodos parciais 2, 3, com uma estrutura de borda 19 de pequenas

câmaras dispostas em forma de armação.

[035] Na figura 2 está indicado que as linhas adutoras 4 são contatadas por meio de uma disposição de contato representada esquematicamente em um dispositivo de controle 20. Portanto, naturalmente se pode pensar que está garantida uma proteção contra contato acidental em relação às linhas adutoras 4 que conduzem a alta tensão. Para isto o estabelecimento de contato das linhas adutoras 4 ocorre, por exemplo, através de contatos de corte, os quais cortam automaticamente através do material do dielétrico 8 até as linhas adutoras 4 condutoras e então fecham um alojamento isolante. Tais contatos de corte são comuns no comércio e não precisam ser esclarecidos detalhadamente aqui. Porém, está indicado esquematicamente que as linhas adutoras são abastecidas com altas tensões alternadas, as quais, em um período, estão deslocadas uma contra a outra de tal modo, que elas se compensam na soma, no caso ideal em zero.

[036] O envolvimento dos eletrodos parciais 2, 3 com suas linhas adutoras 4 com o material do dielétrico 8 pode ocorrer de maneira usual. Na disposição de acordo com a figura 1 a camada de dielétrico superior 9 e a camada de dielétrico inferior 10 estão configuradas de tal modo, que elas são soldadas uma à outra como material termoplástico ou apenas podem ser apenas coladas uma à outra. Naturalmente é possível também produzir todo o dielétrico inteiriço com os eletrodos parciais 2, 3 introduzidos, num processo de fundição.

[037] A figura 3 ilustra esquematicamente que os eletrodos parciais 2, 3, que estão embutidos no dielétrico 8 e isolados um do outro através do distanciamento 6, na região da estrutura de grade 15, que funciona como distanciador, proporciona a formação de um plasma que é homogêneo pelo fato de que o campo elétrico que desencadeia o plasma se estende homogeneamente entre os eletrodos parciais 2, 3 e

a superfície 21, o que aqui está ilustrado através de linhas de campo alinhadas paralelamente uma à outra. Além disso, fica claro que, na região do distanciamento 6, não se forma plasma, porque esta região está praticamente livre de campo. Isto se atribui a que os dois eletrodos parciais 2, 3 são excitados com altas tensões alternadas diametralmente opostas em relação à forma de onda e ao tamanho, como mostrado esquematicamente na figura 3 acima dos eletrodos parciais 2, 3. A curva de soma  $\Sigma$  desenhada também mostra que o campo resultante na região do distanciamento 6 é zero, porque as duas altas tensões alternadas se reduzem a zero no caso ideal. Assim se impede que ocorram os fenômenos de campo que distorcem a formação de plasma na região entre os eletrodos parciais 2, 3. Especialmente são prevenidos picos de tensão.

[038] A configuração do eletrodo 1 com dois eletrodos parciais 2, 3 é preferida porque ela é mais fácil de realizar. Porém, é possível prever também, para superfícies a serem tratadas maiores, uma disposição com, por exemplo, quatro eletrodos parciais, os quais, por exemplo, com quatro peças de folha 5 quadradas, configuram uma superfície de eletrodo quadrada em comum. A excitação dos eletrodos parciais ocorreria então diagonalmente com formas de onda iguais e adjacente a formas de onda diametralmente opostas.

[039] Naturalmente outras geometrias dos eletrodos parciais são possíveis também, por exemplo, em forma de triângulos, losangos, hexágonos ou superfícies circulares.

## REIVINDICAÇÕES

1. Disposição de eletrodos que compreende um eletrodo (1) e um dielétrico (8), para formação de uma descarga de plasma com barreira dielétrica entre o eletrodo (1) alimentado com uma alta tensão alternada por um dispositivo de controle (20) e uma superfície (21) a ser tratada de um corpo eletricamente condutor (22), sendo que o dielétrico (8) cobre completamente o eletrodo (1) até a superfície (21) a ser tratada e forma um lado de encosto para a superfície (21); e o eletrodo (1) consiste em pelo menos dois eletrodos parciais (2, 3) dispostos lado a lado com distâncias (6) igual em relação ao lado de encosto e isolados um do outro, através do dielétrico (8), e que os eletrodos parciais adjacentes são alimentados pelo dispositivo de controle com altas tensões alternadas parciais que se compensam, diametralmente opostas em relação à forma de onda e à magnitude de tensão, **caracterizada pelo fato de que** o corpo condutor elétrico serve como eletrodo de massa

2. Disposição de eletrodos de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada pelo fato de que** a soma das altas tensões alternadas parciais alimentadas aos eletrodos parciais (2, 3) adjacentes forma um valor constante no tempo, o qual corresponde ao potencial do eletrodo de massa.

3. Disposição de eletrodos de acordo com a reivindicação 1 e 2, **caracterizada pelo fato de que** os eletrodos parciais (2, 3) e o dielétrico (8) que cobre os mesmos apresentam uma superfície plana (21) .

4. Disposição de eletrodos de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, **caracterizada pelo fato de que** os eletrodos parciais (2, 3) e o dielétrico (8) são flexíveis.

5. Disposição de eletrodos de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, **caracterizada pelo fato de que** o lado de encosto

do dielétrico (8) que aponta para a superfície (21) a ser tratada apresenta uma estrutura que forma os espaços intermediários quando a disposição de eletrodos encosta na superfície (21) a ser tratada.

6. Disposição de eletrodos de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, **caracterizada pelo fato de que** o dielétrico (8) e os eletrodos parciais (2, 3) apresentam aberturas (14) que se estendem em uma direção de altura através da disposição de eletrodos e estão limitadas continuamente pelo dielétrico (8) que circunda os eletrodos parciais (2, 3).

7. Disposição de eletrodos de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, **caracterizada pelo fato de que** os eletrodos parciais (2, 3) apresentam um tamanho igual.

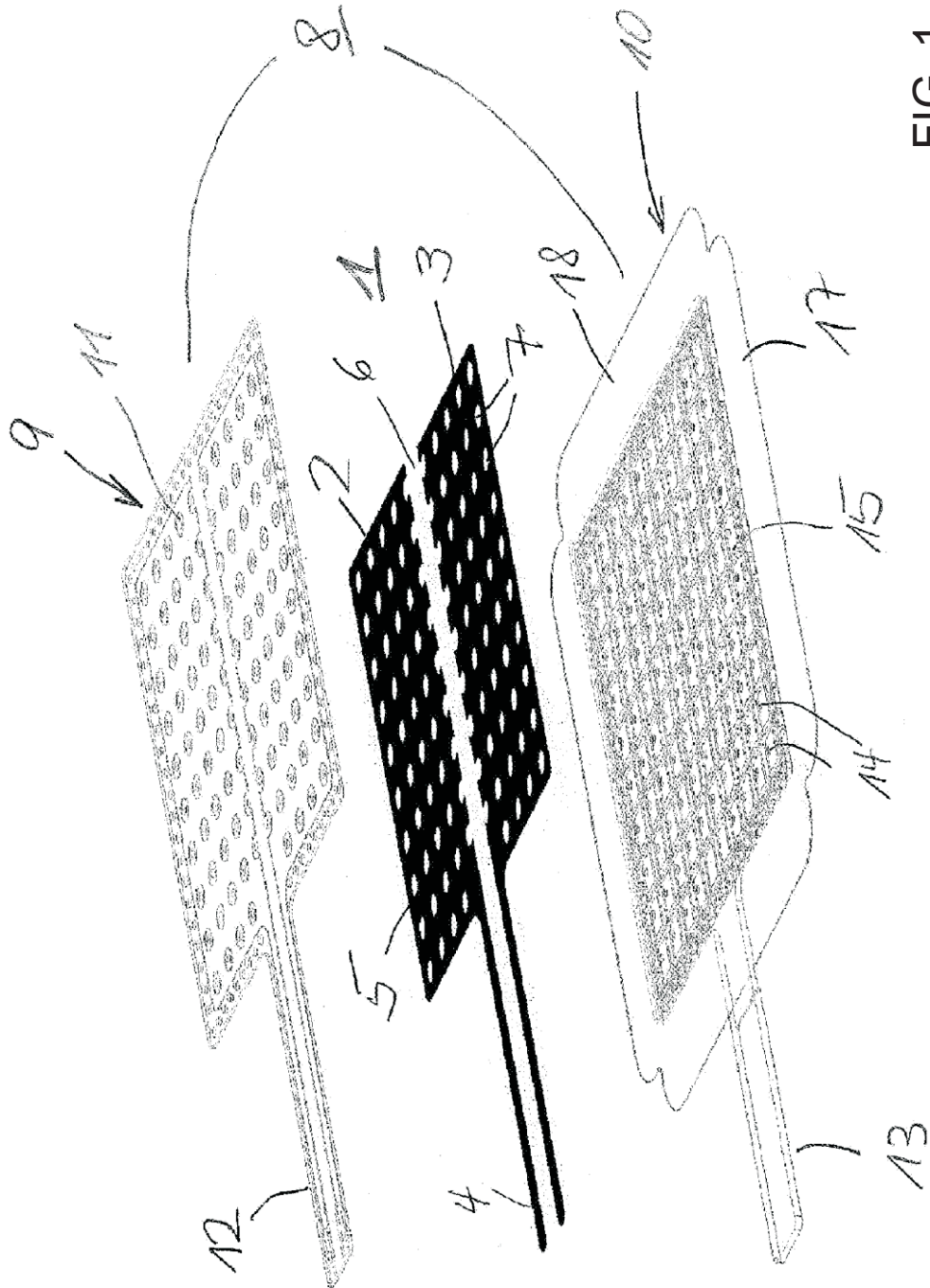


FIG. 1

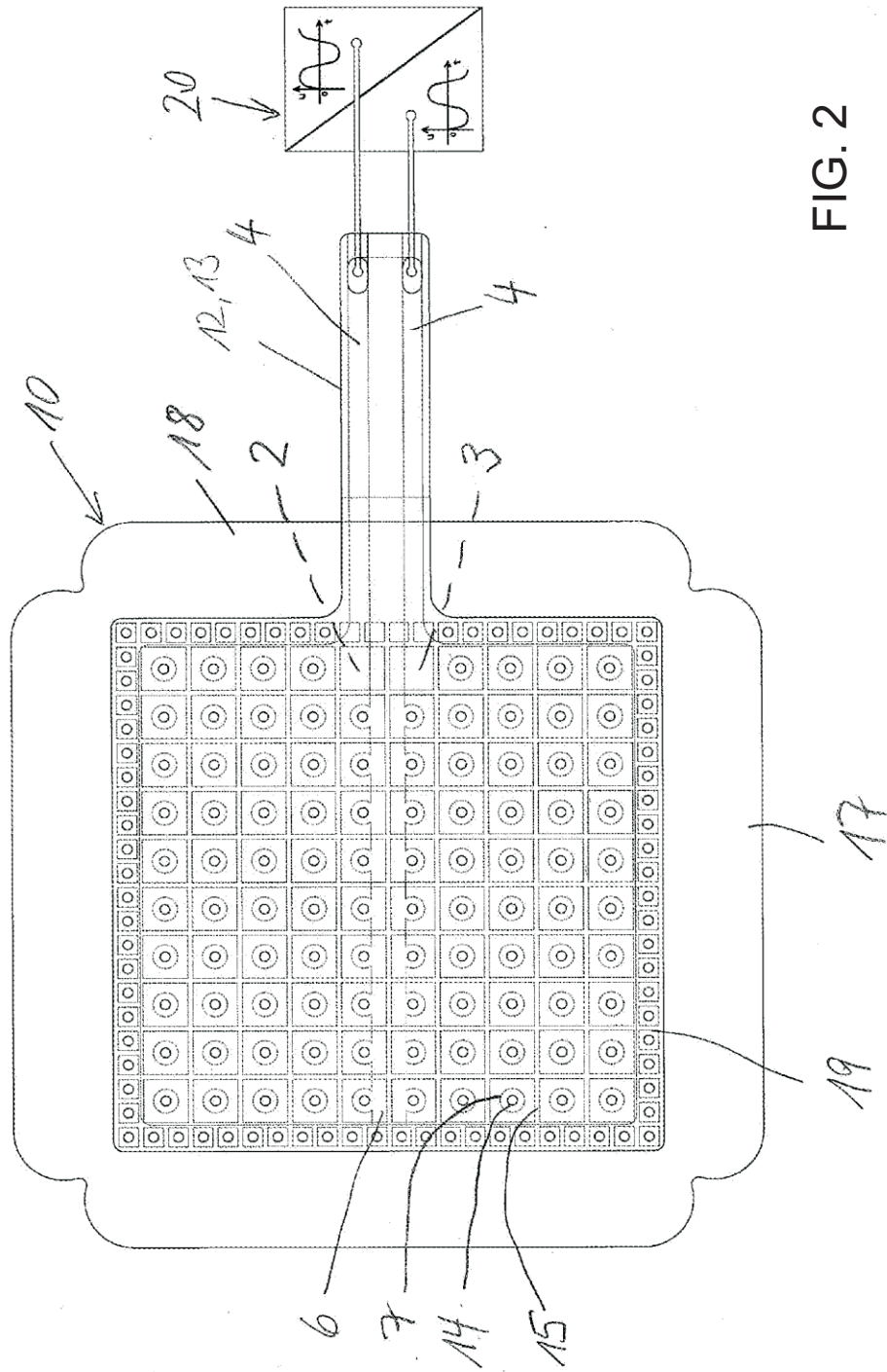


FIG. 2

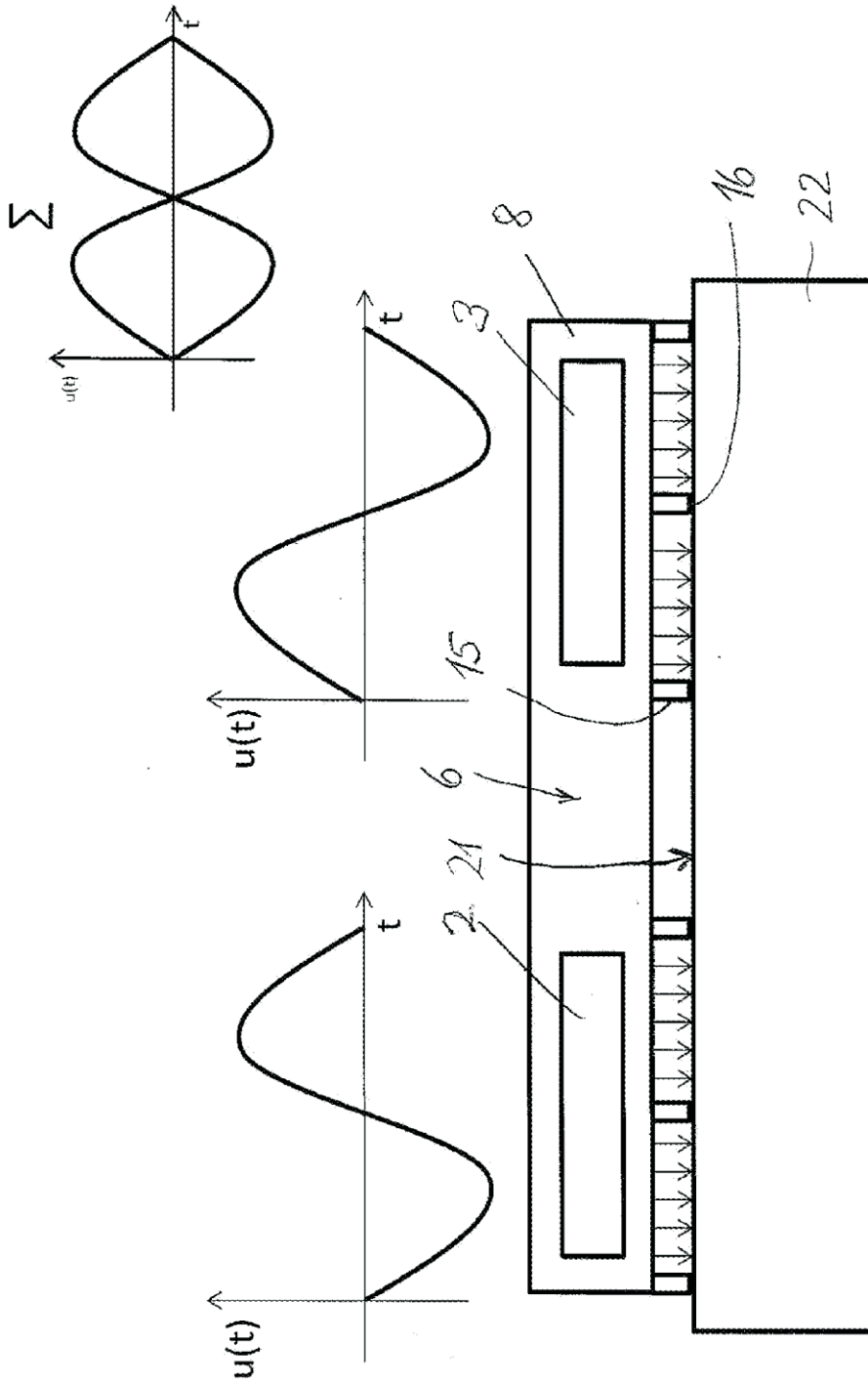


FIG. 3