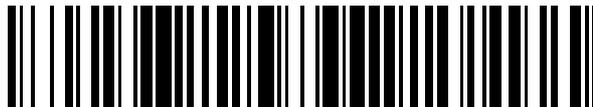


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 797 948**

51 Int. Cl.:

H05H 1/24

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.07.2017** E 18200611 (4)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.04.2020** EP 3448130

54 Título: **Sistema de electrodo para formar una descarga de plasma de barrera dieléctrica**

30 Prioridad:

30.09.2016 DE 102016118569

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

04.12.2020

73 Titular/es:

**CINOGY GMBH (100.0%)
Max-Näder-Strasse, 15
37115 Duderstadt, DE**

72 Inventor/es:

**WANDKE, DIRK;
TRUTWIG, LEONHARD;
HAHNL, MIRKO y
STORCK, KARL-OTTO**

74 Agente/Representante:

LOZANO GANDIA, José

ES 2 797 948 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Sistema de electrodo para formar una descarga de plasma de barrera dieléctrica

5 La invención se refiere a un sistema de electrodo para formar una descarga de plasma de barrera dieléctrica entre un electrodo alimentado con una alta tensión alterna por un equipo de control y una superficie a tratar de un cuerpo eléctricamente conductor, que sirve como electrodo de masa, cubriendo un dieléctrico por completo el electrodo hacia la superficie a tratar y constituyendo un lado de apoyo para la superficie, estando compuesto el electrodo por al menos dos electrodos parciales dispuestos uno junto a otro a la misma distancia del lado de apoyo y aislados entre sí mediante el dieléctrico.

10 Un sistema de electrodo plano, que puede estar constituido flexible, se conoce por el documento DE 10 2009 060 627 B4. En este caso, el electrodo plano está alojado entre un lado inferior del dieléctrico y un lado superior del dieléctrico, cada uno de los cuales se extiende por la superficie hasta más allá del electrodo y por lo tanto también cubren el borde pequeño del electrodo, por lo que queda excluido un contacto con el electrodo que conduce alta tensión. También se descarta un acercamiento al electrodo tal que pudiera saltar una chispa. Antes bien el dieléctrico impide un flujo galvánico de corriente desde el electrodo hasta la superficie a tratar, que sirve como electrodo de masa. Por lo tanto, el sistema de electrodo no incluye ningún electrodo de masa propio. Para asegurar la formación de un plasma en la capa de aire entre la superficie a tratar y el dieléctrico, en el caso de una superficie a tratar lisa, el lado inferior del sistema de electrodo, orientado hacia la superficie a tratar, puede estar formado con protuberancias que sobresalen, que por su lado superior se apoyan sobre la superficie a tratar y tienen espacios intermedios continuos, en los que se puede formar el plasma cuando se aplica una alta tensión alterna al electrodo.

15 Un tal sistema de electrodo puede apoyarse sobre la superficie a tratar, pudiendo ser la superficie a tratar en particular la piel de un cuerpo humano o animal. El tratamiento con plasma da como resultado entonces una desinfección profunda de los poros de la piel y mejora la capacidad de la piel para absorber sustancias nutritivas que se aplican sobre la piel a tratar.

20 También se sabe que un tratamiento con plasma puede ser ventajoso para la curación de heridas. Según el documento DE 10 2009 047 220 A1, en un aparato similar a un lápiz, a través del cual fluye un gas de tratamiento, se genera un plasma, el cual sale por un lado frontal del aparato, con forma similar a una boquilla y se puede dirigir hacia la piel y/o herida a tratar.

25 El documento DE 10 2011 001 416 A1 da a conocer un equipo para tratar heridas plano y flexible, en el que dos electrodos planos están formados por conductores eléctricos aislados y entrelazados entre sí. Entre los conductores se establece la alta tensión, que ha de generar un plasma en los espacios intermedios de aire. Para ello es necesario que el sistema de electrodo completo sea permeable al gas.

30 Se conocen además sistemas de electrodos con los que puede generarse un plasma de superficie de barrera dieléctrica. El documento WO 2009/098662 A1 describe un tal sistema, en el que un primer electrodo plano y un segundo electrodo similar a una rejilla están alojados en la dirección de la altura del sistema de electrodo a una distancia entre sí en un dieléctrico, con lo que se constituye un campo eléctrico adecuado para la formación de un plasma en la superficie del dieléctrico que está situada próxima al electrodo similar a una rejilla. El electrodo similar a una rejilla se encuentra a una alta tensión alterna, mientras que el electrodo plano que está debajo se encuentra al potencial de masa. Un tal sistema tiene un elevado consumo de energía y un bajo rendimiento en cuanto a la formación del plasma de superficie.

35 El documento EP 2 953 431 A1 da a conocer un generador de plasma en el que los electrodos parciales están dispuestos uno junto a otro a la misma distancia de la superficie a tratar y están unidos cada uno con una de ambas conexiones de una fuente de alta tensión alterna. Debido a ello se forma un campo alterno entre ambos electrodos planos, uno de los cuales constituye un electrodo de referencia usual de la fuente de tensión alterna. En consecuencia, constituyen ambos electrodos las superficies de partida para las líneas de campo correspondientes al campo del plasma, con lo que el campo del plasma no está orientado entre los electrodos y la superficie a tratar. También sucede que esta configuración solamente garantiza un bajo grado de rendimiento debido a la formación de un plasma de superficie.

40 En este aspecto son ventajosos sistemas de electrodo cuyo electrodo está constituido tal que entre el electrodo plano y la superficie a tratar como electrodo de masa se forma un campo de evolución bastante homogénea, que origina un plasma definido e idealmente uniforme.

45 Existe la creciente necesidad de tratar también superficies relativamente grandes aplicando un sistema de electrodo, en particular flexible, de la clase descrita. Desde luego al aumentar la superficie a tratar es más difícil formar con la técnica usual las intensidades de campo necesarias para formar un plasma uniforme entre el lado de apoyo del dieléctrico y la superficie a tratar. La invención tiene así como problema básico constituir un sistema de electrodo de la clase citada que por un lado constituya de manera eficiente un

plasma lo más uniforme posible y que por otro lado puedan tratarse con un consumo de energía inferior también superficies más grandes con un sistema de electrodo correspondientemente grande.

5 Para solucionar este problema se caracteriza según la invención un sistema de electrodo de la clase citada al principio porque electrodos contiguos se alimentan mediante el equipo de control con altas tensiones alternas parciales en contrafase en cuanto a la forma de la onda y a la amplitud de la tensión, que se compensan, resultando las altas tensiones alternas de respectivos procesos oscilatorios de alta frecuencia activados por un impulso de excitación.

10 El sistema de electrodo correspondiente a la invención se basa así en el principio conocido de utilizar la superficie a tratar del cuerpo eléctricamente conductor como electrodo de masa, con lo que básicamente para formar un campo de plasma sólo se necesita un único electrodo, que interactúa con la superficie a
15 tratar como electrodo de masa para constituir el plasma. Al respecto se forma sobre la superficie del electrodo en gran medida un campo eléctrico idealmente homogéneo, en el que las líneas de campo discurren por lo tanto paralelas entre sí. Solamente en el borde del electrodo pueden formarse, tal como se conoce, líneas de campo curvadas o que discurren oblicuas. En el sistema de electrodo correspondiente a la invención están constituidos los electrodos parciales con preferencia y en un tamaño de superficie tal que la extensión del campo eléctrico y líneas de campo idealmente paralelas comprenden
20 más del 50%, con preferencia más del 65% y con más preferencia más del 80% de la superficie del electrodo parcial. Los electrodos correspondientes a la invención se extienden planos y están posicionados paralelos al lado de apoyo del dieléctrico. Según la invención existen al menos dos electrodos parciales, que se alimentan separadamente desde el equipo de control con tensiones alternas altas. Las tensiones alternas altas oscilan entonces con preferencia alrededor del potencial de masa. Debido a las capacidades e inductividades existentes en el equipo de control, existen también sistemas de circuito oscilante, con los cuales un impulso de activación excita (triggert) en cada caso un proceso de
25 oscilación de alta frecuencia.

Si se controlasen los electrodos dispuestos uno junto a otro en igualdad de fase, se formaría en la zona del campo homogéneo entre el correspondiente electrodo parcial y la superficie a tratar, en el caso ideal,
30 un plasma homogéneo. En la zona de unión entre los electrodos parciales dispuestos uno junto a otro, se sumarían desde luego las tensiones y darían lugar a indeseadas puntas de tensión, que perturbarían el campo de plasma uniforme. Además se formarían dentro del cuerpo eléctricamente conductor, en el que se encuentra la superficie a tratar, considerables diferencias de potencial, que podrían originar indeseados flujos de corriente dentro del cuerpo. Esto puede originar en un cuerpo vivo síntomas desagradables y eventualmente peligrosos.
35

Por lo tanto según la invención está previsto que los electrodos parciales que se encuentran uno junto a otro se controlen con tensiones alternas altas en contrafase, con lo que en las zonas de los bordes de los electrodos parciales, que se encuentran entre los electrodos parciales contiguos, se forma una zona separadora esencialmente libre de campo. Puesto que esta zona separadora puede ser pequeña y tener forma lineal, actúan los productos desinfectantes formados en el plasma, por ejemplo los radicales de OH y moléculas de ozono que se forman en el aire del plasma, también en la zona separadora, ya que los mismos pueden llegar incluso dentro de su vida muy corta a la zona de las superficies en la zona separadora.
40
45

El sistema de electrodo correspondiente a la invención, con sus al menos dos electrodos parciales, está diseñado por lo tanto tal que los electrodos parciales hacen que se forme en casi toda su superficie con la superficie a tratar idealmente un campo esencialmente homogéneo - y por lo tanto idealmente un plasma uniforme - y hacen que se forme hacia el electrodo parcial contiguo una zona separadora pequeña y básicamente libre de campo. Para dos electrodos parciales contiguos se controla por lo tanto uno de los electrodos parciales con una semionda positiva de la alta tensión alterna, mientras que el otro electrodo parcial se controla con una semionda negativa, por lo que en la zona separadora ambas tensiones se compensan. En una forma de realización preferida, son idénticas las correspondientes semiondas en cuanto a tamaño y a forma, por lo que en la zona separadora resulta un potencial medio constante, que no varía a lo largo del periodo de la alta tensión alterna, que corresponde al potencial de masa del electrodo de masa. En la práctica la identidad de las semiondas en contrafase puede ser sólo aproximada, por lo que también existe un potencial-suma constante en la zona separadora incluso cuando exista aún una ligera oscilación del potencial-suma, que por ejemplo es inferior al cinco por ciento de la tensión de cresta. El plasma, que en el caso ideal es uniforme, puede en la práctica llevar superpuestas o bien verse perturbado por ligeras descargas de filamento, aun cuando se pretende evitar tales descargas de filamento.
50
55
60

La tensión de cresta de las altas tensiones alternas utilizadas puede encontrarse convenientemente entre ± 10 kV y ± 100 kV. Las frecuencias alternas de las altas tensiones alternas se encuentran convenientemente entre varios cientos de hercios y unos 100 MHz.
65

Para la adaptación a superficies irregulares es conveniente que los electrodos parciales y el dieléctrico sean flexibles. De esta manera puede seguir el sistema de electrodo completo una superficie irregular, pudiendo tratarse la misma en el caso ideal con un campo de plasma uniforme.

De forma de por sí conocida puede presentar el lado de apoyo del dieléctrico, que está orientado a la superficie a tratar, una estructura, con preferencia en forma de una rejilla o de protuberancias, entre las cuales puede configurarse el plasma cuando el dieléctrico se apoya con el lado superior de las protuberancias u otras estructuras que sobresalen en la superficie a tratar.

5

El sistema de electrodo correspondiente a la invención puede constituirse también como apósito para heridas, cuando el dieléctrico esté formado por un material tolerable por las heridas, por ejemplo siliconas adecuadas o bien cuando sobre el lado de apoyo del dieléctrico se aplique una capa de un material tolerable por las heridas, por ejemplo gases.

10

El sistema de electrodo correspondiente a la invención es también adecuado para evacuar líquido de heridas o para aportar un líquido sanador o que promueve la sanación, cuando el dieléctrico y los electrodos parciales presentan aberturas pasantes que se extienden en la dirección de la altura a través de los sistemas de electrodo y que están limitados de forma continua por el dieléctrico que rodea los electrodos parciales.

15

El sistema de electrodo correspondiente a la invención presenta con preferencia en cuanto a los electrodos parciales una elevada simetría. Para ello es conveniente que los electrodos parciales tengan igual tamaño, con lo que la superficie activa para la formación del plasma se distribuye uniformemente entre el conjunto de los electrodos parciales.

20

Los electrodos parciales pueden estar compuestos por un material metálico plano, que con preferencia se cubre por ambos lados mediante un dieléctrico. Pero también es posible realizar los electrodos mediante un plástico conductor, que puede unirse también en arrastre de forma con el dieléctrico formado igualmente por un plástico, por ejemplo silicona. El electrodo puede estar compuesto por ejemplo por una silicona con aditivos conductores, en forma de partículas metálicas, partículas de carbono o similares.

25

La invención se describirá a continuación más en detalle en base a los ejemplos de realización representados en los dibujos. Se muestra en:

30

figura 1 una estructura de electrodo en una representación de despiece,
 figura 2 una vista en planta sobre un sistema de electrodo terminado de fabricar según la figura 1 y
 figura 3 una representación esquemática del funcionamiento del fundamento de diseño según la invención.

35

Según la figura 1 está formado un electrodo 1 por dos electrodos parciales 2, 3, que no están unidos entre sí y que presentan una distancia definida entre ambos. Los electrodos parciales 2, 3 están compuestos por respectivas líneas de alimentación 4 planas y pequeñas, que continúan en una estructura plana 5. La estructura plana 5 de ambos electrodos parciales 2, 3 constituye en conjunto una superficie de electrodo aproximadamente cuadrada, existiendo en el ejemplo de realización representado una distancia 6 en la dirección longitudinal definida por las líneas de alimentación 4 entre las estructuras planas 5.

40

La estructura plana 5 de los electrodos parciales 3 presenta un cierto número de aberturas pasantes 7, cuya función se describirá en detalle posteriormente. El material de los electrodos parciales puede ser, tal como se ha indicado, una lámina metálica, una chapa metálica delgada o una capa de plástico transformada en conductora mediante la adición de partículas conductoras, en particular capa de silicona.

45

La figura 1 muestra que a la distancia 6 en ambas estructuras planas 5 de los electrodos parciales 2, 3 se encuentran aberturas pasantes de forma aproximadamente semicircular, que provocan un engrane seguro de los electrodos parciales con un dieléctrico que cubre la distancia 6.

50

El electrodo 1 está cubierto por todos lados por un dieléctrico 8, que en la figura 1 se representa compuesto por una capa superior del dieléctrico 9 y una capa inferior del dieléctrico 10. La capa superior del dieléctrico 9 sobresale de la superficie común de ambos electrodos parciales 2, 3 con su superficie por todos lados y está dotada igualmente de aberturas pasantes 11, que están dispuestas tal que las mismas están alineadas con las aberturas pasantes 7 de los electrodos parciales 2, 3. En la zona de la distancia 6 entre los electrodos parciales 2, 3 está constituida la capa superior del dieléctrico compacta, para provocar un aislamiento eléctrico seguro entre los electrodos parciales 2, 3. Tanto la capa superior del dieléctrico 9 como también la capa inferior del dieléctrico 10 presentan respectivos apéndices 12, 13, mediante los cuales se protegen las líneas de alimentación 4 frente al entorno.

55

60

Las aberturas pasantes 11 de la capa superior del dieléctrico 9 están constituidas concéntricas con las aberturas pasantes 7, pero presentan un diámetro inferior, con lo que también en la zona de las aberturas pasantes 7 protege una capa del dieléctrico el material de los electrodos parciales 2, 3. Por ello tampoco puede establecerse mediante un líquido una conexión eléctrica directa con los electrodos parciales 2, 3.

65

La capa inferior del dieléctrico 10 constituye, al igual que la capa superior del dieléctrico 9, una capa continua conexa. La capa superior del dieléctrico 9 puede estar perforada mediante aberturas pasantes 14. También las aberturas pasantes 14 están configuradas concéntricas con las aberturas pasantes 7 de

los electrodos parciales y las aberturas pasantes 11 de la capa superior del dieléctrico. También en la capa inferior del dieléctrico 10 es el diámetro de las aberturas pasantes 14 inferior al diámetro de las aberturas pasantes 7 de los electrodos parciales 2, 3 y de igual tamaño que el diámetro de las aberturas pasantes 11 de la capa superior del dieléctrico 9.

5

En el lado opuesto a los electrodos parciales 2, 3 forma la capa inferior de dieléctrico 10 una estructura de rejilla 15, con paredes que se cruzan a modo de nervios, cuyos bordes libres 16 definen un lado de apoyo, con el que un sistema de electrodo puede apoyarse sobre una superficie a tratar.

10

En la figura 1 puede verse además que la capa inferior continua del dieléctrico 10 sobresale lateralmente con bandas laterales 17, 18 del contorno de la capa superior del dieléctrico 9 y forma así apéndices, con los cuales puede fijarse el sistema de electrodo sobre la superficie a tratar. Para ello pueden estar recubiertas las bandas laterales en su lado inferior con un adhesivo o bien estar formadas por un material adhesivo.

15

La figura 2 muestra una vista en planta del lado inferior, es decir, el lado de apoyo del sistema de electrodo de la figura 1. En esta representación puede verse que la estructura de rejilla configura cámaras cuadradas, en cuyo centro se encuentran las aberturas pasantes 14 de la capa inferior del dieléctrico, que están dispuestas concéntricamente con las aberturas pasantes 7 (más grandes) de los electrodos parciales 2, 3. De esta manera se constituyen mediante las aberturas pasantes 7, 14 alineadas entre sí canales continuos, que están limitados por todos lados por el material del dieléctrico 8 y en particular protegen el material de los electrodos parciales 2, 3 también en la zona de las aberturas pasantes 7.

20

25

En la figura 2 puede verse además que en la zona de la distancia 6 entre los electrodos parciales 2, 3 el material dieléctrico está configurado compacto. La estructura de rejilla 15 está reforzada fuera de la zona de los electrodos parciales 2, 3 con una estructura del borde 19, formada por pequeñas cámaras dispuestas con forma de marco.

30

En la figura 2 se indica que las líneas de alimentación 4 toman contacto mediante un sistema de contactos representado esquemáticamente en un equipo de control 20. Evidentemente hay que prestar atención a que quede garantizada una protección frente a contactos respecto a las líneas de alimentación 4 que conducen la alta tensión. Para ello puede realizarse la toma de contacto de las líneas de alimentación 4 por ejemplo mediante contactos cortantes, que realizan cortes autónomamente a través del material del dieléctrico 8 hasta las líneas de alimentación 4 conductoras y cierran entonces una carcasa aislante. Tales tomas de contacto cortantes son usuales en el mercado y no tienen que describirse aquí más en detalle. No obstante, se indica esquemáticamente que las líneas de alimentación se alimentan con altas tensiones alternas, que en cuanto a un periodo están decaladas entre sí tal que se compensan al sumarse, resultando en el caso ideal el valor cero.

35

40

Los electrodos parciales 2, 3 con sus líneas de alimentación 4 pueden envolverse con el material del dieléctrico 8 de la forma usual. En la configuración correspondiente a la figura 1 están constituidas la capa superior del dieléctrico 9 y la capa inferior del dieléctrico 10 tal que las mismas pueden soldarse entre sí como material termoplástico o también pueden solamente pegarse una con otra. Evidentemente es posible igualmente fabricar el dieléctrico completo con los electrodos parciales 2, 3 insertados en una sola pieza en un proceso de fundición.

45

50

La figura 3 muestra esquemáticamente que los electrodos parciales 2, 3, que están alojados en el dieléctrico 8 y aislados uno de otro mediante la distancia 6, provocan en la zona de la estructura de rejilla 15, que funciona como distanciador, la formación de un plasma, que es homogéneo debido a que el campo eléctrico que activa la formación del plasma discurre homogéneamente entre los electrodos parciales 2, 3 y la superficie 21, lo cual se muestra aquí mediante líneas de campo orientadas en paralelo una a otra. Además queda claro que en la zona de la distancia 6 no se constituye ningún plasma, porque esta zona está prácticamente libre de campos. Esto ha de atribuirse a que ambos electrodos parciales 2, 3 se controlan con altas tensiones alternas en contrafase en cuanto a la forma de la onda y al tamaño, tal como se dibuja esquemáticamente en la figura 3 por encima de los electrodos parciales 2, 3. La curva sumatoria Σ igualmente dibujada muestra que el campo resultante en la zona de la distancia 6 es cero, porque ambas altas tensiones alternas se extinguían en el caso ideal dando como resultado cero. De esta manera se impide que en la zona entre los electrodos parciales 2, 3 se presenten efectos de campo que distorsionan la formación del plasma. En particular se evitan puntas de tensión.

55

60

Se prefiere, la configuración del electrodo 1 con dos electrodos parciales 2, 3, porque la misma es la más fácil de realizar. No obstante, para superficies más grandes a tratar puede pensarse también en prever una configuración con por ejemplo cuatro electrodos parciales, que por ejemplo con cuatro estructuras planas cuadradas 5 constituyen una superficie de electrodo cuadrada común. El control de los electrodos parciales se realizaría entonces diagonalmente con las mismas formas de onda y en los elementos contiguos con formas de onda en contrafase.

65

Evidentemente puede pensarse también en otras geometrías de los electrodos parciales, por ejemplo en forma de triángulos, rombos, hexágonos o también superficies circulares.

70

REIVINDICACIONES

- 5
- 10
- 15
- 20
- 25
- 30
- 35
- 40
- 45
1. Sistema de electrodo para formar una descarga de plasma de barrera dieléctrica entre un electrodo (1) alimentado con una alta tensión alterna desde un equipo de control (20) y una superficie a tratar (21) de un cuerpo eléctricamente conductor (22), cubriendo un dieléctrico (8) por completo el electrodo (1) hacia la superficie a tratar (21) y constituyendo un lado de apoyo para la superficie (21), en el que el electrodo (1) está compuesto por al menos dos electrodos parciales (2, 3) dispuestos a la misma distancia (6) del lado de apoyo, dispuestos uno junto a otro y aislados entre sí mediante el dieléctrico (8) y en el que electrodos parciales (2, 3) contiguos son alimentados por el equipo de control (20) con altas tensiones alternas parciales en contrafase en cuanto a la forma de la onda y a la magnitud de la tensión y que se compensan,
caracterizado porque el cuerpo eléctricamente conductor (22) sirve como electrodo de masa y en el que las altas tensiones alternas resultan en cada caso de un proceso de oscilación de alta frecuencia excitado por un impulso de activación.
 2. Sistema de electrodo según la reivindicación 1,
caracterizado porque la suma de las altas tensiones alternas parciales llevadas a los electrodos parciales (2, 3) contiguos forma un valor constante en el tiempo, que corresponde al potencial del electrodo de masa.
 3. Sistema de electrodo según la reivindicación 1 y 2,
caracterizado porque los electrodos parciales (2, 3) y el dieléctrico (8) que los cubre presentan una superficie plana (21).
 4. Sistema de electrodo según una de las reivindicaciones 1 a 3,
caracterizado porque los electrodos parciales (2, 3) y el dieléctrico (8) son flexibles.
 5. Sistema de electrodo según una de las reivindicaciones 1 a 4,
caracterizado porque el lado de apoyo del dieléctrico (8) orientada a la superficie a tratar (21) presenta una estructura que configura espacios intermedios cuando el sistema de electrodo se apoya en la superficie a tratar (21).
 6. Sistema de electrodo según una de las reivindicaciones 1 a 5,
caracterizado porque el dieléctrico (8) y los electrodos parciales (2, 3) presentan aberturas pasantes (14), que se extienden en una dirección de la altura a través del sistema de electrodo y que están limitadas de forma continua por el dieléctrico (8) que rodea los electrodos parciales (2, 3).
 7. Sistema de electrodo según una de las reivindicaciones 1 a 6,
caracterizado porque los electrodos parciales (2, 3) tienen igual tamaño.
 8. Sistema de electrodo según una de las reivindicaciones 1 a 7,
caracterizado porque las tensiones de cresta de las altas tensiones alternas se encuentran entre ± 10 kV y ± 100 kV.

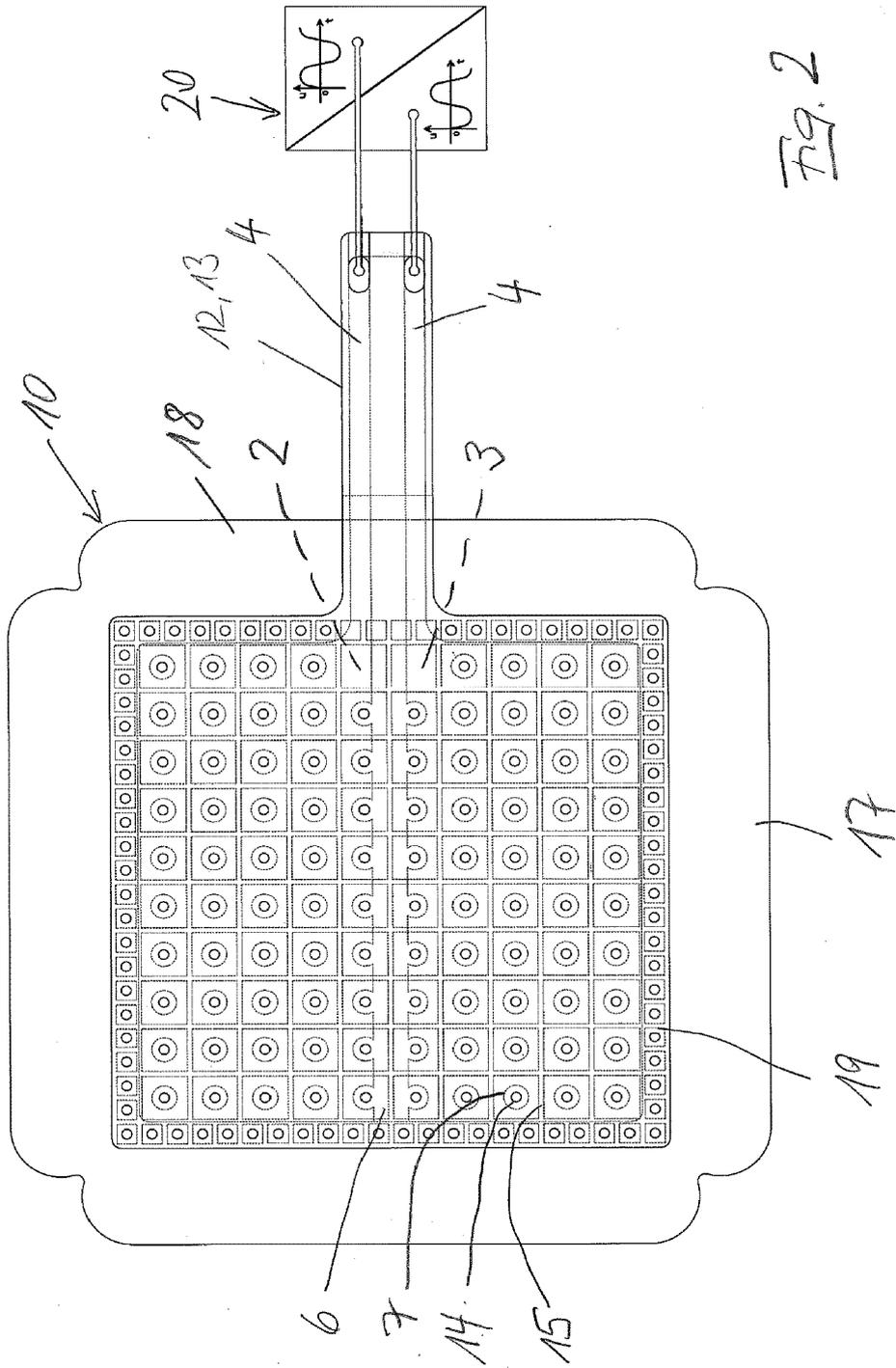


Fig. 2

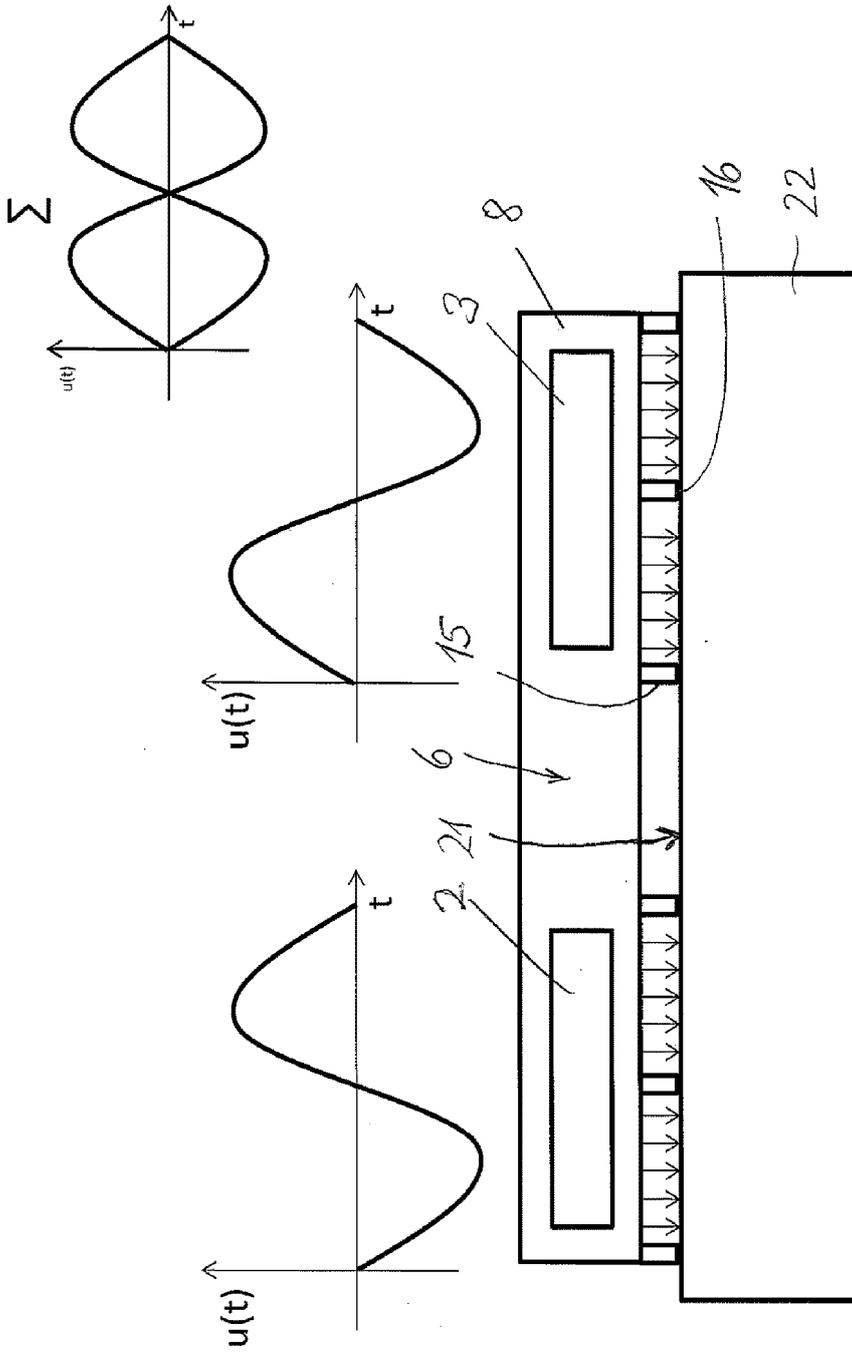


Fig. 3