

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 386 694**

51 Int. Cl.:
H05H 1/24 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **09160249 .0**
96 Fecha de presentación: **14.05.2009**
97 Número de publicación de la solicitud: **2120514**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **18.11.2009**

54 Título: **Dispositivo de tratamiento de un gas mediante plasma frío, procedimientos de utilización y de fabricación asociados**

30 Prioridad:
14.05.2008 FR 0853118

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
27.08.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
27.08.2012

73 Titular/es:
**ELECTRICITÉ DE FRANCE
22-30 AVENUE DE WAGRAM
75008 PARIS, FR**

72 Inventor/es:
**Frochot, Didier y
Tuvache, Frédéric**

74 Agente/Representante:
Curell Aguilá, Mireia

ES 2 386 694 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

Dispositivo de tratamiento de un gas mediante plasma frío, procedimientos de utilización y de fabricación asociados.

5 Campo técnico general

La presente invención se refiere a un dispositivo de tratamiento de un gas.

10 La invención se refiere asimismo a unos procedimientos de utilización de un dispositivo citado, y a un procedimiento de fabricación de un dispositivo citado.

Estado de la técnica

15 Existen numerosos dispositivos que permiten una purificación de un gas o una producción de especies electrónicas o químicas específicas (como el ozono o unos iones de tratamiento de superficie o de desinfección por ejemplo).

20 Se conoce en primer lugar, por ejemplo a partir del documento US 2005/0142047, un dispositivo del tipo de descarga de barrera dieléctrica (DBD) de purificación de un gas que comprende un apilamiento de unidades en las que se producen unas descargas, purificando las descargas el gas que pasa por las unidades.

Cada unidad comprende dos placas dieléctricas y dos electrodos metálicos, estando cada placa dieléctrica conectada a un electrodo metálico. Las descargas se producen entre dos placas dieléctricas.

25 Un dispositivo de este tipo adolece de ciertos inconvenientes.

La presencia de dos placas dieléctricas relativamente gruesas en cada unidad disminuye la sección útil de paso del gas.

30 Esta disminución de la sección útil de paso, relacionada con un número incrementado de placas dieléctricas en la unidad, genera unas pérdidas de carga, lo cual provoca un aumento del consumo energético para la puesta en circulación del gas.

35 La disminución de la sección útil de paso provoca asimismo, para un mismo caudal, un aumento de la velocidad de paso del gas por el dispositivo, y disminuye por tanto el tiempo de permanencia del gas en el dispositivo, con, como consecuencia, una menor eficacia de destrucción de las moléculas contaminantes.

40 Por otra parte, en este tipo de dispositivo, se pueden formar unos plasmas indeseables entre los electrodos metálicos y las placas dieléctricas. El contacto entre los electrodos metálicos y las placas dieléctricas es en efecto imperfecto en frío, y un contacto perfecto es aun más difícil de obtener a medida que el dispositivo se calienta en funcionamiento. El gas comprendido entre los electrodos metálicos y las placas dieléctricas constituye unas pérdidas energéticas para el dispositivo, puesto que el gas no circula en este punto.

45 Además, el gas que circula entre las placas dieléctricas no está removido correctamente, debido a la relativa planeidad de las placas dieléctricas.

La repartición de las descargas de plasma frío no está además bien controlada en todo el volumen de paso del gas, en particular si las placas no son perfectamente paralelas y planas, o si el material dieléctrico no es perfectamente homogéneo en intensidad y en espesor.

50 Se conoce en segundo lugar, por ejemplo a partir del documento US nº 6.375.714, un dispositivo que recurre a electrodos metálicos en forma de rejillas que comprenden unos simples picos entre los cuales se producen las descargas. El dispositivo no comprende ninguna placa dieléctrica entre dos electrodos metálicos, y utiliza así el efecto corona.

55 Un dispositivo de este tipo adolece asimismo de ciertos inconvenientes.

El gas que circula en el dispositivo está poco removido, debido a la delgadez de los picos, y la función del dispositivo es crear ciertas especies activas, que se recuperan a la salida.

60 Algunas de las especies activas creadas por el plasma (radicales de muy corta duración de vida) no están explotadas, puesto que no se ponen rápidamente en contacto con las moléculas presentes en el gas de paso.

65 Debido a la ausencia de material dieléctrico que permita la limitación de la corriente de descarga, la alimentación eléctrica debe ser capaz de generar unos impulsos de corriente, lo cual aumenta la complejidad y el coste de la alimentación.

Esta geometría de dispositivo no está bien adaptada para obtener un porcentaje de destrucción importante de las moléculas en el volumen de creación de plasma.

5 Se conoce asimismo a partir del documento SU 1 606 464 un dispositivo de ozonización de agua que comprende una cámara de reacción, en la que tienen lugar unas descargas entre unas puntas de electrodos metálicos. Las descargas pasan a través de las perforaciones de una rejilla perforada de material dieléctrico.

10 Este dispositivo, que se refiere al tratamiento de un líquido y no al de un gas (no hay creación de un plasma en la cámara de reacción), requiere además, debido a las descargas entre los electrodos, una alimentación eléctrica potente que debe ser capaz de generar unos impulsos de corriente para la creación de las descargas.

15 Se conoce además a partir del documento EP 0 366 876 un dispositivo de tratamiento de un gas que comprende un apilamiento de electrodos metálicos superficiales y de dobles placas dieléctricas aisladas eléctricamente y posicionadas entre dos electrodos metálicos.

Las dobles placas dieléctricas, relativamente gruesas, disminuyen la sección útil de paso del gas a tratar, lo cual genera los mismos inconvenientes que los mencionados anteriormente con respecto al documento US 2005/0142047.

20 Además, los electrodos superficiales están ondulados y presentan unas crestas longitudinales que se extienden perpendicularmente al sentido de paso del gas durante su tratamiento. Las crestas longitudinales no permiten una repartición homogénea de las descargas sobre su longitud y por consiguiente no permiten una buena repartición de las descargas en todo el volumen de paso del gas, en particular si los electrodos no son perfectamente paralelos.

25 **Presentación de la invención**

La invención propone evitar por lo menos uno de estos inconvenientes.

30 Con este fin, se propone según la invención un dispositivo según la reivindicación 1.

La invención se completa ventajosamente por las características de las reivindicaciones 2 a 6, consideradas solas o en cualquiera de sus combinaciones técnicamente posibles.

35 La invención se refiere asimismo a unos procedimientos de utilización de dicho dispositivo, y a un procedimiento de fabricación de dicho dispositivo.

La invención presenta numerosos ventajas.

40 La invención se aproxima al principio de un dispositivo del tipo descarga de barrera dieléctrica (DBD), y puede por tanto funcionar con una alimentación eléctrica de alta tensión de concepción simple y de bajo coste.

Incluso si cada lámina de gas en la que se efectúan las descargas para la producción de plasma frío es de muy pequeño espesor (del orden del mm), la sección útil de paso es relativamente importante.

45 La delgadez de cada lámina de gas permite evitar que la descarga sea soplada, incluso con unas velocidades de gas superiores a 10 m/s.

50 La circulación del gas es eficaz debido a la gran delgadez de los electrodos y de las placas (del orden del milímetro). La geometría de construcción y la elección de los materiales utilizados permiten obtener una pérdida de carga muy baja (del orden de 40 Pa) incluso a las velocidades de paso de gas muy importantes (> 10 m/segundo), lo cual permite ahorrar energía de ventilación por ejemplo.

55 Además, debido a la estructura del dispositivo, no hay ninguna formación de plasma frío indeseable entre una placa dieléctrica y un electrodo metálico. Se evita también la formación de plasmas de superficie que no serían útiles para el flujo de gas en circulación.

Las descargas que tienen lugar entre una punta de un electrodo metálico y una placa dieléctrica permiten limitar la corriente necesaria para que la descarga pueda tener lugar.

60 En efecto, una descarga entre dos electrodos metálicos corresponde a una corriente importante, y el plasma así creado es un plasma de alta energía con una temperatura elevada.

65 En el caso de la invención, la placa dieléctrica, aislada eléctricamente, se carga únicamente en su superficie (fenómeno de ionización dieléctrica) realizando la función de una capacidad. La descarga entre una punta de un electrodo y la placa corresponde por tanto a una corriente baja, y el plasma obtenido es un plasma de baja energía, por tanto frío.

Las puntas de los electrodos, puntiagudas y por tanto puntuales en su extremo, corresponden a unos puntos de descarga bien localizados.

5 La repartición de las descargas es homogénea en todo el volumen de paso del gas.

Concretamente el dispositivo según la invención tiene un consumo energético bajo, para una gran eficacia de destrucción de los contaminantes.

10 Además, debido a la presencia de puntas generadoras de turbulencias en la sección de paso del gas, el gas en circulación es removido, lo cual aumenta el rendimiento de tratamiento del gas.

15 Las puntas, gracias a su forma (sustancialmente triangular y de orientación diferente) y a su implantación (las puntas están ordenadas y dispuestas al tresbolillo, es decir según una filas desplazadas unas con respecto a las otras, con una densidad muy grande), permiten en efecto mezclar íntimamente e inmediatamente (es decir cuando las especies electrónicas son las más numerosas y las más activas) el gas contaminado con las especies electrónicas fabricadas en el plasma frío.

20 Se puede decir por tanto que la probabilidad de puesta en contacto de una molécula contaminante con una descarga y una especie activa nuevamente creada está muy mejorada con respecto a los dispositivos existentes.

La consecuencia es un rendimiento de destrucción de los contaminantes incrementado para una misma potencia eléctrica absorbida.

25 Otra ventaja de la invención es la reducción del coste de fabricación del dispositivo, en particular debido a la reducción del coste de fabricación de los electrodos, recurriendo a un procedimiento de embutición simple. El dispositivo es por tanto poco oneroso.

30 Este procedimiento de embutición permite además generar una gran densidad de puntas muy puntiagudas (10.000 a 100.000 puntas/m²) de altura homogénea, que sería difícil de obtener con otra técnica.

35 La homogeneidad de altura de punta y la homogeneidad de repartición de las puntas permiten evitar la concentración de las descargas localmente sobre un electrodo, lo cual evita una disparidad de tratamiento del gas en el volumen del dispositivo.

40 La fijación por soldadura (por puntos preferentemente) de un fleje (de 0,1 a 0,2 mm de espesor) de metal poco rígido (preferentemente acero) embutido (para la formación de puntas por desgarrado) sobre una placa más rígida (del orden de mm de espesor) de metal (preferentemente de acero también) sustancialmente plana, permite realizar un dispositivo muy compacto. La compacidad permite un buen factor de intercambio entre el gas y el plasma.

45 Además, la fijación de los flejes sobre la placa permite una precisión muy buena de posicionado de las puntas de los electrodos unas con respecto a las otras, indispensable para obtener un tratamiento homogéneo del gas en todo el volumen del dispositivo.

La creación de un plasma a ambos lados de los electrodos metálicos de doble cara permite eliminar la flexión térmica que se produce inevitablemente cuando un único lado de la placa sufre un calentamiento.

50 Preferentemente, las placas dieléctricas son unas placas de mica también de pequeño espesor (del orden de 1 mm), mecanizadas. Las ventajas de este material son su bajo coste, su buen comportamiento mecánico, su buen comportamiento eléctrico, y su facilidad de recorte. También se pueden prever otros materiales dieléctricos.

Se podrá construir asimismo un dispositivo de gran sección de una sola pieza que será posible insertar en unas vainas de extracción de gas existentes.

55 El dispositivo puede comprender un gran número de puntas y alcanzar una densidad de potencia elevada (del orden de 800 kW/m³), con el fin de poder tratar grandes caudales de gas (del orden de 10.000 m³/h) conservando al mismo tiempo un volumen espacial reducido.

60 Los electrodos y las placas se apilan y se mantienen a una distancia óptima gracias a unas ranuras mecanizadas en unas bridas del dispositivo. El desmontaje para limpieza o cambio de uno de los elementos está por tanto facilitado en gran manera.

65 Modificando la frecuencia de descarga, el valor de la alta tensión de descarga o el porcentaje de humedad del gas, se puede obtener un procedimiento de purificación o de desodorización de un gas (por ejemplo del aire), un procedimiento de producción de un gas de tratamiento de una superficie, o un procedimiento de producción de una especie electrónica o química (iones, radicales libres, ozono, etc.).

Presentación de las figuras

5 Otras características, objetivos y ventajas de la invención se pondrán más claramente de manifiesto a partir de la descripción siguiente, que es puramente ilustrativa y no limitativa, y que debe ser leída con respecto a los planos adjuntos, en los que:

- la figura 1 muestra esquemáticamente el montaje eléctrico de un dispositivo según la invención;
- 10 - la figura 2 muestra esquemáticamente unas descargas entre un electrodo y una placa,
- la figura 3 muestra esquemáticamente un fleje montado sobre una placa para la construcción de un electrodo;
- 15 - la figura 4 muestra esquemáticamente el montaje mecánico de un dispositivo según la invención; y
- la figura 5 muestra esquemáticamente una vista de perfil de un dispositivo según la invención que comprende un ventilador de puesta en circulación de un gas.

20 En el conjunto de las figuras, los elementos similares están designados por referencias numéricas idénticas.

Descripción detallada

25 Las figuras 1 a 5 muestran esquemáticamente un modo de realización posible de un dispositivo de tratamiento de un gas.

El dispositivo comprende por lo menos una unidad 2 elemental. Ventajosamente, el dispositivo comprende una pluralidad de unidades 2 para formar un apilamiento.

Cada unidad 2 comprende:

- 30 - dos electrodos 3 metálicos superficiales que presentan unas puntas 34, ventajosamente pero no limitativamente a ambos lados 31 y 32 de un plano 33 medio, y
- 35 - una placa 4 dieléctrica aislada eléctricamente, y situada entre los dos electrodos metálicos 3, y muy preferentemente a igual distancia de cada uno de ellos con el fin de obtener un tratamiento del gas homogéneo.

La placa es de tamaño sustancialmente similar al de cada electrodo, incluso ligeramente más grande.

40 Los electrodos 3 están conectados a un generador 5 de alta tensión alterna.

Así, en funcionamiento, pueden tener lugar una pluralidad de descargas 7 entre las puntas 34 de los electrodos 3 y la placa 4. El generador 5 de alta tensión alterna, puede generar una tensión eléctrica alterna por ejemplo de forma sinusoidal, dentada o pulsada (con unos picos de tensión), de alta tensión (entre 10 kVoltios y 30 kVoltios por ejemplo).

45 Puede funcionar a unas frecuencias muy bajas (algunas decenas de Hz) y hasta unas frecuencias relativamente elevadas de varias decenas de kHz según las aplicaciones y los efectos buscados.

50 Debido al paso de un gas 10 entre cada electrodo 3 y la placa 4 y de las descargas eléctricas entre las puntas 34 y la placa 4, se crea un plasma frío apto para tratar el gas en circulación en el dispositivo.

55 Debido a la aplicación de una tensión altera en los electrodos 3, la placa 4 dieléctrica, aislada eléctricamente, se carga en superficie según el fenómeno conocido por el experto en la materia con el nombre de ionización dieléctrica. La placa 4 se descarga en superficie cuando la descarga 7 tiene lugar entre el electrodo 3 y la placa 4.

Cuando la descarga 7 tiene lugar, debido a la carga, únicamente en superficie de la placa 4, la corriente es relativamente baja, lo cual permite crear un plasma frío de baja energía.

60 La circulación del gas 10 puede estar asegurada por un ventilador 9 por ejemplo, o ser producida por cualquier otro fenómeno industrial (cuando el dispositivo está dispuesto en un sistema de evacuación de gas por ejemplo).

65 Las puntas 34 de cada electrodo 3 están repartidas al tresbolillo unas con respecto a las otras sobre el electrodo 3, de forma homogénea, de manera que el gas en circulación pase sistemáticamente en la proximidad de una punta. En otros términos, las puntas 34 están, por una parte, repartidas en líneas, y separadas por un espacio según las líneas. Las puntas 34 están, por otra parte, repartidas en columnas, estando las columnas separadas por una distancia. Las líneas están desplazadas unas con respecto a las otras en un semiespacio como se muestra en la

figura 3.

- 5 La densidad de las puntas 34 sobre cada electrodo está comprendida entre 10.000 y 100.000 puntas/m². La homogeneidad de tratamiento del gas en cada unidad 2 está por tanto asegurada.
- 10 La distancia entre cada electrodo 3 y cada placa 4 es del orden del mm. Las descargas no son por tanto sopladas por el gas 10 en circulación, incluso con unas velocidades de circulación del gas muy elevadas (del orden de 10 m/s).
- 15 Con este fin, el dispositivo comprende unas ranuras 81 practicadas en unas bridas 8, para el mantenimiento, con la distancia relativa elegida, de los electrodos 3 y de las placas 4. El desmontaje para la limpieza o cambio de uno de los elementos está por tanto facilitado, por deslizamiento de las placas y de los electrodos en las ranuras.
- Las puntas 34 son de forma triangular, con un extremo puntual y una base relativamente más ancha, lo cual permite asegurar una homogeneidad de removido del gas durante su circulación y su puesta en contacto con las puntas.
- Las puntas tienen una altura homogénea, para evitar las concentraciones de descargas sobre los electrodos 3 y asegurar una homogeneidad de tratamiento del gas.
- 20 Dichas características de las puntas 34 son posibles gracias a un procedimiento de fabricación de un dispositivo según la invención.
- Según un procedimiento de fabricación posible, se embute por lo menos un fleje de metal para formar unas puntas 34.
- 25 El fleje es poco rígido (espesor del orden de 0,1 mm), lo cual permite un desgarrado fácil del fleje para la formación de puntas muy puntiagudas favorables para la formación del plasma, un poco a la manera de un rallador de queso (véase la figura 3). Se controla así la forma, la altura y la densidad de las puntas.
- 30 Se fijan a continuación unos flejes así embutidos a ambos lados de una placa de metal sustancialmente plana. La placa materializa el plano 33 medio de las figuras 2 y 3.
- La fijación se realiza por soldadura por puntos, o por pegado por ejemplo.
- 35 El hecho de fijar unos flejes a ambos lados de la placa metálica para formar el electrodo permite la formación de descargas sobre los dos lados de cada electrodo, y así un mejor rendimiento, con una potencia más elevada y sin deformación mecánica debida al calentamiento de los electrodos (se produce en efecto una compensación de las deformaciones térmicas).
- 40 Preferentemente, las placas dieléctricas son unas placas de mica de pequeño espesor también (del orden de 1 mm), mecanizadas. Las ventajas de este material son su bajo coste, su buen comportamiento mecánico, su buen comportamiento eléctrico, y su facilidad de recorte. También se pueden prever otros materiales dieléctricos.
- 45 En función de los ajustes del generador 5, de la distancia entre las placas 4 y los electrodos 3, de las características y de la densidad de las puntas 34 de cada electrodo, o de la humedad del gas, se puede obtener, utilizando el dispositivo según la invención, un procedimiento de purificación o de desodorización del gas, un procedimiento de producción de un gas de tratamiento de una superficie o un procedimiento de producción de una especie electrónica o química.
- 50 Se comprende evidentemente que la unidad superior y la unidad inferior no necesitan puntas sobre su lado superior o inferior respectivo.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Dispositivo de tratamiento de un gas, que comprende por lo menos una unidad (2) elemental, comprendiendo cada unidad (2):
- dos electrodos (3) metálicos superficiales que presentan cada uno unas puntas (34), y que están conectados a un generador (5) de alta tensión alterna, y
 - una placa (4) dieléctrica aislada eléctricamente y posicionada entre los dos electrodos metálicos (3),
- 10 de manera que pueda tener lugar una pluralidad de descargas (7) entre las puntas (34) de los electrodos (3) y la placa (4) para la creación de un plasma frío apto para tratar un gas en circulación en el dispositivo,
- 15 caracterizado porque las puntas (34) de cada electrodo (3) están repartidas al tresbolillo unas con respecto a las otras sobre el electrodo, de forma homogénea en el electrodo, de manera que el gas en circulación pase sistemáticamente en la proximidad de una punta.
2. Dispositivo según la reivindicación 1, en el que por lo menos un electrodo (3) presenta unas puntas (34) a ambos lados (31, 32) de un plano (33) medio.
- 20 3. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 o 2, en el que la densidad de las puntas (34) sobre cada electrodo está comprendida entre 10.000 y 100.000 puntas/m².
4. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que la distancia entre cada electrodo (3) y cada placa (4) es del orden del mm.
- 25 5. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 4, que presenta unas ranuras (81) practicadas en unas bridas (8), para el mantenimiento de los electrodos (3) y de las placas (4).
- 30 6. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 5, en el que las puntas (34) tienen una forma triangular, y tienen una altura homogénea.
7. Procedimiento de producción de un gas de tratamiento de una superficie o de purificación o de desodorización de un gas, que utiliza un dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 6.
- 35 8. Procedimiento de producción de una especie electrónica o química, que utiliza un dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 6.
9. Procedimiento de fabricación de un dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque los electrodos (3) están fabricados por
- 40 - embutición de por lo menos un fleje de metal para formar unas puntas (34), estando las puntas de cada electrodo repartidas al tresbolillo unas con respecto a las otras en el electrodo, de forma homogénea sobre el electrodo;
- 45 - fijación de los flejes así embutidos a ambos lados de una placa de metal sustancialmente plana, para obtener un tratamiento homogéneo del gas en todo el volumen del dispositivo.

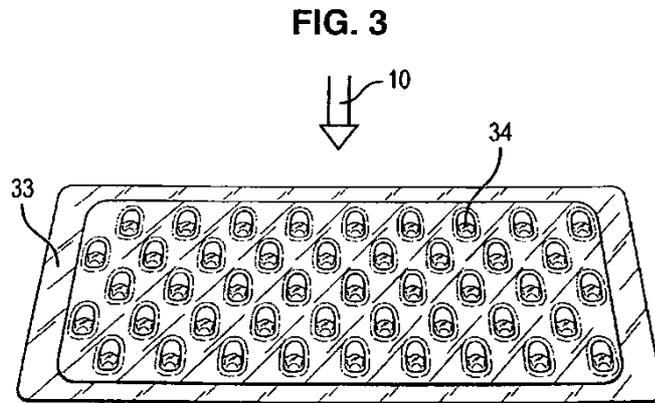
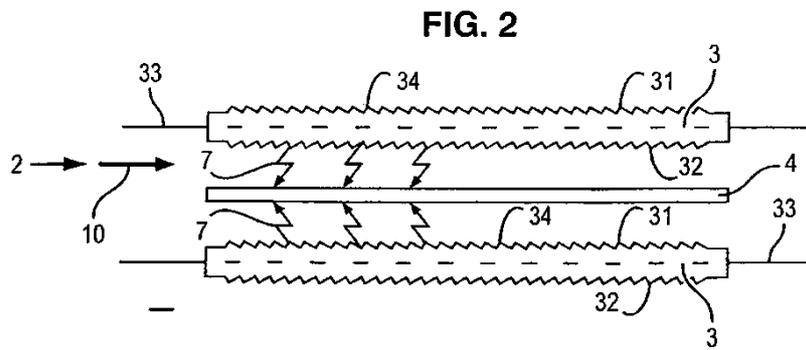
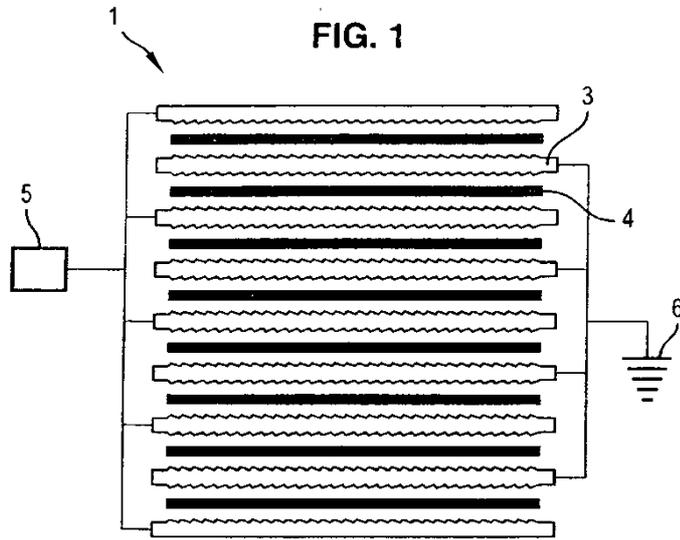


FIG. 4

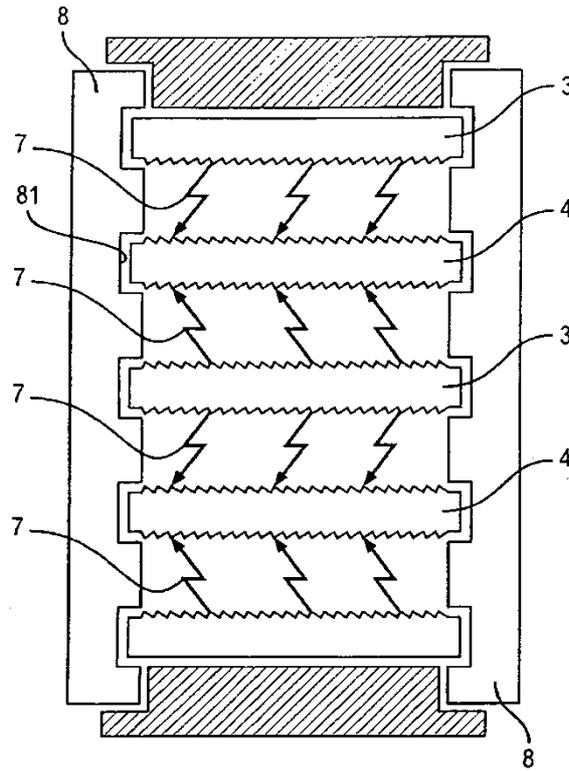


FIG. 5

