

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 657 626**

51 Int. Cl.:

H02B 13/065 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.05.2003 PCT/FR2003/01383**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.07.2017 WO03098760**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.05.2003 E 03752669 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.11.2017 EP 1504509**

54 Título: **Instalación eléctrica de aislamiento gaseoso provista de un dispositivo para disipar la energía producida por un arco eléctrico**

30 Prioridad:

15.05.2002 FR 0205942

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

06.03.2018

73 Titular/es:

**SCHNEIDER ELECTRIC INDUSTRIES SAS
(100.0%)**

**35, rue Joseph Monier
92500 Rueil-Malmaison, FR**

72 Inventor/es:

**CHEVALLIER, PATRICK;
FAYE, JEAN-CLAUDE;
GENTILS, FRANÇOIS;
GIRAUD, STÉPHANE y
SERVE, DOMINIQUE**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 657 626 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

Instalación eléctrica de aislamiento gaseoso provista de un dispositivo para disipar la energía producida por un arco eléctrico

Campo técnico de la invención

5 La invención se refiere a una instalación eléctrica que consta de una envoltura en la que están dispuestos unos conductores y, en caso necesario, unos aparatos eléctricos tales que unos aparatos de corte, de medición, de conmutación o de transformación eléctrica. De manera más particular, pero de manera no exclusiva, la invención se refiere a una instalación eléctrica de alta tensión de aislamiento gaseoso. En el conjunto del texto, los términos "alta
10 tensión" se tomarán en su sentido más amplio, como si incluyeran asimismo lo que en ciertos países se conoce como el campo de la "media tensión".

Estado de la técnica anterior

15 Las instalaciones eléctricas de alta tensión están sujetas a unas disfunciones que pueden traducirse en un cortocircuito que dé origen a un arco eléctrico de gran energía. Cuando la instalación eléctrica consta de una envoltura, se habla de arco interno para designar a este arco no controlado. El arco interno se traduce en unos flujos de gases calientes, a veces inflamables o inflamados, a alta presión, precedidos o acompañados de ondas de presión. Conviene, por tanto, prever medidas para evitar, por una parte, que el arco eléctrico no provoque la explosión de la envoltura y la destrucción de la instalación y de su entorno y, por otra parte, un escape demasiado violento de gases calientes o inflamados por fuera de la envoltura. Estas protecciones para el material y el personal son muy delicadas de realizar y muy onerosas, ya que las energías en juego son considerables.

20 En el documento DE3424363, se ha propuesto prever una circulación de los gases calientes generados por el arco interno a través de un filtro destinado a enfriar los gases emitidos por el arco interno. La primera función del filtro consiste en enfriar los gases de escape de la celda. El filtro está por tanto lleno de un material que tiene una importante superficie de intercambio y una elevada capacidad calorífica. De entre los materiales contemplados, se citan chapas metálicas onduladas de poco espesor, gravas o minerales triturados. Estos materiales tienen el
25 inconveniente de ser densos, de ahí una masa de filtro importante. El filtro está confinado en una envoltura que resiste a la presión y está provista de un orificio de entrada y de un orificio de salida. Tal disposición tiene el inconveniente de no permitir la absorción adecuada de la onda de choque. El filtro corre el riesgo de ser destruido y de no seguir satisfaciendo su función durante el paso de los gases. Por otra parte, la onda de choque está débilmente atenuada y presenta por sí misma un peligro directo para el entorno.

30 Para tratar este problema específico de onda de choque, se ha propuesto en el documento DE19520698 hacer circular los gases que se escapan de una célula eléctrica de alta tensión mediante una válvula de escape, por un conducto acodado hasta un filtro de enfriamiento. El codo asegura una reflexión de la onda de choque, que se supone que debe desfocalizar la onda, lo que permite reducir la cantidad de material en el filtro. Esta disposición plantea un problema de volumen seguro. Además, la pared del conducto acodado que asegura la reflexión de la
35 onda de choque debe tener rigidez suficiente como para no ser destruida por la onda de choque, de ahí un precio de coste elevado. Las reflexiones de onda en el conducto acodado son además difíciles de controlar y su efecto sobre el flujo podría ser contraproducente.

40 Se sabe, asimismo, como lo atestigua en otro contexto el documento DE 530.905, que podría ser interesante propagar una nube de polvo mineral durante una explosión, para evitar la propagación de las llamas. En efecto, en este documento se propone envolver una máquina eléctrica que opere en un medio explosivo, por ejemplo, en una mina, en una envoltura llena de polvo. En caso de explosión de la máquina, el polvo se disemina en forma de nube y permite evitar la propagación de chispas. No obstante, tal proposición se topa con la dificultad técnica de conservar el polvo en forma no aglomerada durante un largo periodo de tiempo. Por otra parte, no permite romper la onda de choque de la explosión.

Descripción de la invención

45 La invención pretende, por tanto, poner remedio a los inconvenientes del estado de la técnica, de manera que propone una instalación eléctrica protegida contra los efectos de un arco interno mediante un dispositivo poco oneroso, poco voluminoso, relativamente ligero y de muy alta eficacia, tanto para absorber la onda de choque emitida por el arco interno como para evitar la propagación de los gases calientes, incluso inflamados o los
50 fenómenos de postcombustión o de autoinflamación de gases a una distancia de la instalación.

A tal efecto, la invención tiene por objeto una instalación eléctrica según la reivindicación 1.

La presencia de partículas finas no combustibles en suspensión en el gas modifica a la vez tanto la estequiometría de la mezcla, como su capacidad calorífica y su cinética. Globalmente, impide la autoinflamación del gas aguas abajo de la capa.

55

Preferentemente, el material sólido granular no está aglomerado, para permitir movimiento entre los granos. Además, resulta ventajoso que el material sólido granular sea friable. Cuando la onda de choque que acompaña el arco interno alcanza la capa, los granos entrechocan y se desmenuzan. Estos movimientos y transformaciones mecánicas absorben la energía de la onda de choque. Naturalmente, el desmenuzado produce polvo que contribuye a la formación de la nube. La friabilidad del material puede medirse mediante un ensayo de tipo Micro-Deval modificado. El ensayo Micro-Deval está típicamente destinado a determinar la resistencia al desgaste que caracteriza la aptitud de una roca en forma de granulados para soportar la acción del tráfico rodado y en particular el desgaste por la fricción de las partículas entre sí en seco. Para el ensayo modificado, se prepara una muestra de $M = 500$ gramos de material previamente lavado y secado y constituido por granos con un diámetro comprendido entre 10 y 14 mm. Se introduce la muestra, así como 2 kg de bolas de acero inoxidable de 10 mm de diámetro, en un cilindro de acero inoxidable, revestido por dentro con una camisa de caucho y cerrado por una tapa estanca. Se hace que el cilindro cerrado efectúe 3000 vueltas en torno a su eje colocado horizontalmente en 30 minutos, luego se tamiza el material con la ayuda de un tamiz de control de 1,6 mm. Por último, se pesa la masa M_1 del material rechazado. Se obtiene entonces el parámetro MD característico de la friabilidad, mediante la expresión: $MD = 100 (M - M_1) / M$, que determina el porcentaje de finos formado por frotamiento. Con este indicador, se considera que un material será lo suficientemente friable, si el factor MD es superior a 10. A modo indicativo, los resultados obtenidos por el ensayo para los diferentes materiales ensayados se indican en la siguiente tabla:

material	MD
Basalto	2
Puzolana	16-17
Siporex®	17
Pómez	40-42

Los materiales porosos ofrecen la ventaja de una masa volumétrica aparente muy pequeña comparada con una gran capacidad calorífica. Por otra parte, estos materiales presentan en la superficie una gran rugosidad, que favorece la disipación de la energía por fricción cuando se agitan los granos durante el paso de la onda de choque. Preferentemente, se elegirán materiales que aúnen porosidad y friabilidad. De entre los materiales que arrojan resultados interesantes, cabe destacar: la piedra pómez, la puzolana y el Siporex®.

Preferentemente, la capa de material granular contiene, de manera diseminada en el material sólido granular, polvo sólido incombustible para formar dicha nube. Esta disposición permite evitar el riesgo de aglomeración del polvo que podría producirse después de unos años, por ejemplo, en presencia de humedad o de vibraciones. Tal aglomeración sería, en efecto, muy perjudicial: la nube de polvo ya no podría formarse y el polvo aglomerado podría incluso constituir un tapón que obstaculice la progresión de los gases, provocando la explosión de la instalación. Naturalmente, la presencia de polvo diseminado en el material no es incompatible con la elección de un material friable, sino al contrario.

Según un modo de realización, la ruta de evacuación de los gases está cerrada mediante un medio de obturación que se abre automáticamente cuando está sometido a una diferencia de presión que supera un umbral predeterminado. El recinto de confinamiento es entonces un recinto estanco. El gas puede ser un gas cuya rigidez dieléctrica sea más elevada que la del aire, por ejemplo, hexafluoruro de azufre.

Ventajosamente, la capa se dispone aguas abajo del medio de obturación. La ruta de evacuación de los gases se agranda con los medios de obturación en la capa, formando un volumen de expansión de los gases. La ruta de evacuación de los gases presenta, al nivel del medio de obturación, una sección de apertura, presentando la capa una superficie exterior libre situada enfrente del medio de obturación que tiene un área superior a tres veces el área de la sección de apertura. En las condiciones geométricas así definidas, el gas surge al nivel de los medios de obturación en forma de dardo. La eficacia de la capa de material permite disponer la misma en el dardo. Se reduce así en gran medida la zona de expansión de los gases situada entre los medios de obturación y la capa de material granular, lo que permite disminuir la superficie de las paredes que delimitan la ruta de evacuación de los gases, de ahí una menor sollicitación de estas paredes por la onda de presión que llega hasta la capa y una limitación de las deformaciones de la instalación.

Según un modo de realización, la superficie exterior libre está situada, con respecto a la sección de apertura, a una distancia inferior a seis veces un diámetro característico de apertura, definido como el diámetro del mayor círculo inscrito en dicha sección de apertura.

Esta disposición permite, en caso de arco interno que genere una onda de presión o de choque, una importante deformación del material en la zona directamente enfrente del orificio que absorbe la energía de la onda de choque y evita su propagación más allá de la capa de material granular. El uso de un material granular de gran rugosidad y/o friable permite acercarse considerablemente la capa de material al orificio de comunicación, lo que contribuye a reducir la presión en el volumen que queda libre entre el orificio de comunicación y la superficie de la capa de material.

Según un modo de realización, la unidad funcional es una unidad de alta tensión, en el sentido amplio, que incluye en concreto la media tensión. No obstante, su aplicación en instalaciones de baja tensión no queda excluida.

Breve descripción de las figuras

5 Otras ventajas y características se pondrán más claramente de manifiesto tras la siguiente descripción de unos modos de realización particulares de la invención, que se aportan a modo de ejemplos no limitativos y que están representados en los dibujos adjuntos, en los que:

- la figura 1 representa una vista esquemática en sección de una instalación eléctrica según la invención;
- la figura 2 representa una vista esquemática en sección de la instalación de la figura 1, después de un fallo eléctrico interno;
- 10 - la figura 3 representa una vista esquemática en sección de un segundo modo de realización de la invención.

Descripción detallada de un modo de realización

15 Con referencia a la figura 1, una instalación eléctrica de alta tensión consta de una envoltura estanca 10 que forma un recinto de confinamiento 12 que contiene un gas de elevada rigidez dieléctrica, por ejemplo, el hexafluoruro de azufre y que contiene una unidad funcional de alta tensión 13, representada de manera esquemática con una línea de puntos en la figura 1, que consta de unos conductores eléctricos de alta tensión, conectados, según proceda, a unos aparatos eléctricos, tales como, por ejemplo, disyuntores, seccionadores, seccionadores de puesta a tierra, ruptores, interruptores o bien transformadores de distribución o auxiliares de medición y conectados al exterior por medio pasamuros 14. Esta envoltura estanca 10 se dispone sobre un zócalo 16 cuyas paredes forman junto con una pared inferior de la envoltura un recinto de enfriamiento 18 provisto por la parte de abajo de una abertura de escape 20. La pared inferior del recinto de confinamiento 12 está provista de un orificio de escape 22 que hace que el recinto de confinamiento se comunique con el recinto de enfriamiento. En tiempo normal, este orificio 22 está cerrado por una membrana 24.

25 El recinto está dividido en un volumen superior 26 y en un volumen inferior 28 por una rejilla horizontal rígida 30. La rejilla rígida 30 soporta una capa de material sólido granular 32. Naturalmente, la rejilla 30 está calibrada de manera que no puedan pasar los granos del material sólido 32 que soporta. La superficie superior 34 de la capa de material granular, más o menos plana, está libre o retenida por una red deformable. Un volumen de expansión no lleno subsiste entre la pared inferior del recinto de confinamiento 10 y la superficie libre superior 34 del material.

30 El material sólido granular 32 es preferentemente un mineral poroso de poca masa volumétrica aparente, de porosidad abierta o cerrada, por ejemplo, piedra pómez o puzolana. Se obtiene así para una masa relativamente pequeña, un volumen de material importante. Se prefieren, asimismo, materiales que consten de una cantidad importante de polvo mineral, que, como se verá, desempeñe un papel para sofocar las llamas y enfriar los gases.

También se puede utilizar materiales granulares no porosos, tales como arenas finas de fundición depositadas sobre una hoja de papel, que formen una nube durante el paso del flujo gaseoso. La masa necesaria es entonces más importante.

35 En caso de incidente grave en el recinto, que genere un arco eléctrico interno 38, la membrana 24 se rompe, como se ha representado en la figura 2, dejando pasar por el orificio de escape un chorro de gases calientes y de partículas sólidas incandescentes, acompañado de una onda de presión. En la práctica, el chorro es generalmente supersónico y la onda es una onda de choque. El chorro crea en el material granular un cráter 40. Las partículas incandescentes que acompañan a la explosión son detenidas en los primeros milímetros de la capa de material que desempeña con respecto a las mismas un papel de filtro. Los gases a presión atraviesan el material granular y se enfrían por intercambio térmico en contacto con los granos, antes de volver a salir por la rejilla 30 al volumen inferior 28, acompañadas por una nube de polvo 42. Esta nube de partículas sólidas 42 que acompaña a los gases más allá de la capa de material, contribuye al enfriamiento de los gases. Esta nube parece tanto más útil dado que, al contrario que en el estado de la técnica, los gases que salen del aparato no se han consumido completamente, de manera que un encendido puede provocar una reacción en cadena con el aire ambiente que conduzca a una postcombustión. La presencia de las partículas sólidas en suspensión en el gas modifica a la vez tanto la estequiometría de la mezcla, como su capacidad calorífica y su cinética, contribuyendo globalmente a inhibir la reinflamación.

45 Empíricamente, se ha constatado que es posible colocar la capa de material granular a poca distancia del orificio. Parece que la deformación del filtro durante la explosión contribuye en gran medida a la amortiguación de la onda de choque y minimiza la subida de presión en el recinto de enfriamiento.

55 Sin querer presentar en este documento una teoría completa de los fenómenos en cuestión, cabe destacar que el orificio desempeña el papel de una tobera, de manera que, en ausencia de la capa de material granular, el chorro adoptaría una forma de punta focal cónica, denominada asimismo, dardo, cuya base está constituida por el perímetro del orificio y cuya cúspide se situaría aproximadamente a una distancia igual a 6 veces el diámetro de la base. Pero, debido a la gran proximidad de la capa de material granular, el chorro se encuentra con la superficie libre del material granular antes de su punto de focalización creando un cráter en ella. Los granos que constituyen el

5 material se reposicionan, provocando fricciones acompañadas de un desmenuzado perceptible y una formación de polvo. En este sentido, la rugosidad de los granos que constituye el material es ventajosa dado que favorece la disipación de energía por fricción y erosión. La energía del chorro y de la onda de choque se transfiere a los granos, contribuyendo a desplazarlos y triturarlos. Globalmente, la capa de material desempeña un papel de absorción de la energía incidente de la onda y evita la propagación de la onda de choque a través de la capa de material. Debido a la rugosidad aparente elevada de la interfaz constituida por la superficie superior de la capa de material, la reflexión de la onda en la superficie libre de la capa de material está asimismo muy atenuada de manera que el aumento de presión en el volumen libre por encima de la superficie libre de la capa de material está también limitada.

10 Eventualmente se puede prever una rejilla o una red deformable para recubrir la superficie superior de la capa de material granular, con el fin de mantener en su sitio el material. No obstante, esta red o esta rejilla no debe obstaculizar la importante deformación 40 de la capa de material por la onda de choque.

15 Un segundo modo de realización de la invención está representado en la figura 3. Siguiendo este modo de realización, una instalación de distribución eléctrica consta de una pluralidad de células de alta tensión. Cada célula consta de una envoltura estanca 10a, 10b, 10c que forma un recinto de confinamiento 12a, 12b, 12c para material eléctrico de alta tensión. Las células se asientan sobre un zócalo 16 común formando un recinto de enfriamiento 18 común. Cada célula está provista, en su pared inferior, de un orificio de escape 22a, 22b, 22c cerrado por una válvula antirretorno 24a, 24b, 24c. El recinto de enfriamiento 18 consta, al igual que en el primer modo de realización, de una rejilla intermedia 30 que soporta una o varias capas de material granular 32. El funcionamiento de la instalación en caso de arco eléctrico interno en una de las células es idéntico al descrito anteriormente para el primer modo de realización. Se destaca, no obstante, que sustituyendo las membranas del primer modo de realización por unas válvulas antirretorno, se garantiza que el aumento de presión súbita en el volumen superior del recinto de enfriamiento al principio del incidente no provoca una entrada de gases en las células adyacentes no afectadas.

Naturalmente, diversas modificaciones son posibles.

25 La membrana utilizada para cerrar el orificio de comunicación puede sustituirse por una válvula que se abra cuando la diferencia entre la presión que impera en el recinto de confinamiento y la presión que impera en el recinto de enfriamiento supere un umbral dado.

30 El material sólido granular puede disponerse en varias capas, separadas, en caso necesario, por unas rejillas rígidas o no rígidas. Las diferentes capas pueden tener granulometrías diferentes. De manera más general, las diferentes capas pueden estar constituidas por materiales diferentes.

35 También se puede contemplar la utilización de un material granular aglomerado, a condición de que los granos tengan un diámetro lo bastante grande y que entre los granos subsistan unas rutas para el paso de los gases. En este sentido, una placa rígida realizada con granos de puzolana, de un diámetro de 10 a 15 mm, por ejemplo, unidos por un cemento refractario, en concreto, un cemento a base de polvo de puzolana, podría constituir una alternativa interesante. El interés de tal solución reside en facilitar el posicionamiento del filtro, vertical u oblicuamente, por ejemplo. El polvo contenido de manera natural en la puzolana basta entonces para provocar la nube buscada.

También se puede utilizar como material sólido granular un material no homogéneo, que conste de granos que tengan diámetros diferentes.

40 El gas presente en el recinto de confinamiento puede ser aire. El recinto de confinamiento puede estar o no a presión.

La invención es igualmente aplicable a instalaciones de baja tensión.

REIVINDICACIONES

1. Instalación eléctrica que consta de:

- un recinto de confinamiento (12) de una unidad funcional (13) de aislamiento gaseoso,
- una ruta de evacuación del interior del recinto de confinamiento (12) hacia el exterior, de un flujo gaseoso debido a un arco eléctrico interno en el recinto de confinamiento (12),
- una capa porosa de material sólido granular no combustible (32) dispuesta en la ruta de evacuación de manera que sea atravesada por el flujo gaseoso,

caracterizada porque dicha capa porosa (32) está alojada en un recinto de enfriamiento (18) conectado al recinto de confinamiento (12) por un orificio de salida (22, 22a, 22b), estando dicha capa compuesta y dispuesta de manera que genere una nube (42) de polvo sólido no combustible cuando un flujo gaseoso pasa a través del orificio de salida (22, 22a, 22b) mencionado anteriormente y la capa porosa (32) alojada en el recinto de enfriamiento (18), modificado a la vez la presencia de partículas sólidas en suspensión en el gas tanto la estequiometría de la mezcla como su capacidad calorífica y su cinética, de manera que contribuya a inhibir la reinflamación del gas.

2. Instalación eléctrica de aislamiento gaseoso según la reivindicación 1, **caracterizada porque** el material sólido granular (32) no está aglomerado.

3. Instalación eléctrica de aislamiento gaseoso según la reivindicación 2, **caracterizada porque** el material sólido granular (32) es friable.

4. Instalación eléctrica de aislamiento gaseoso según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** el material sólido granular (32) está constituido al menos parcialmente por granos porosos.

5. Instalación eléctrica de aislamiento gaseoso según la reivindicación 4, **caracterizada porque** los granos porosos se seleccionan de entre unos granos de piedra pómez, de puzolana o de siporex®.

6. Instalación eléctrica de aislamiento gaseoso según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** la capa de material granular contiene, de manera diseminada en el material sólido granular, polvo sólido incombustible para formar dicha nube (42).

7. Instalación eléctrica de aislamiento gaseoso según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** la ruta de evacuación de los gases está cerrada mediante un medio de obturación (24) que se abre automáticamente cuando está sometido a una diferencia de presión que supera un umbral predeterminado.

8. Instalación eléctrica de aislamiento gaseoso según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** la capa está dispuesta aguas abajo del medio de obturación (24).

9. Instalación eléctrica de aislamiento gaseoso según la reivindicación 8, **caracterizada porque** la ruta de evacuación de los gases se agranda con los medios de obturación en la capa, formando un volumen de expansión de los gases (26).

10. Instalación eléctrica de aislamiento gaseoso según la reivindicación 9, **caracterizada porque** la ruta de evacuación de los gases presenta, al nivel del medio de obturación, una sección de apertura, presentando la capa una superficie exterior libre (34) situada enfrente del medio de obturación (24) que tiene un área superior a tres veces el área de la sección de apertura.

11. Instalación eléctrica de aislamiento gaseoso según la reivindicación 10, **caracterizada porque** la superficie exterior libre (34) está situada, con respecto a la sección de apertura, a una distancia inferior a seis veces un diámetro característico de apertura, definido como el diámetro del mayor círculo inscrito en dicha sección de apertura.

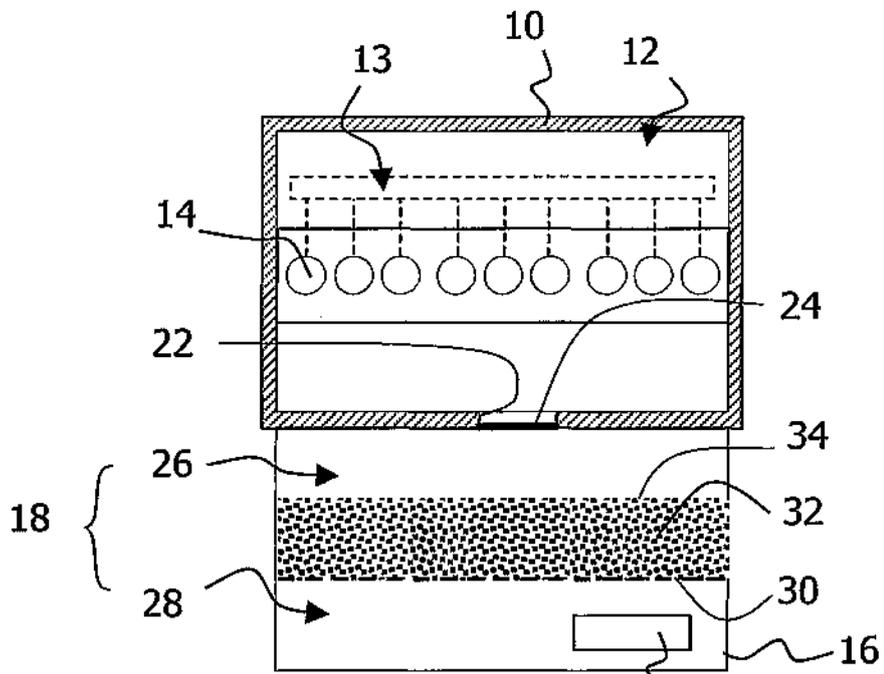


Fig. 1

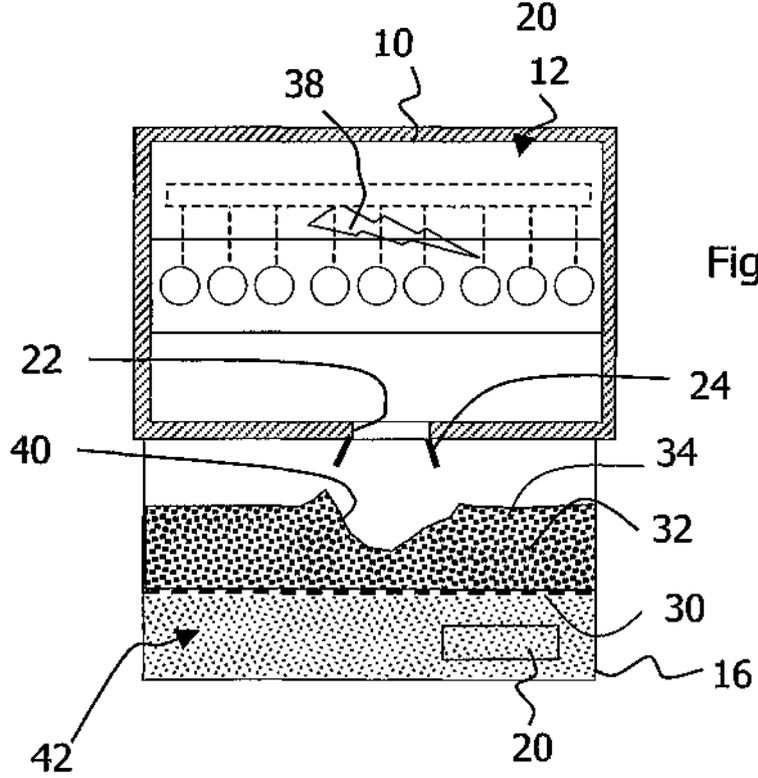


Fig. 2

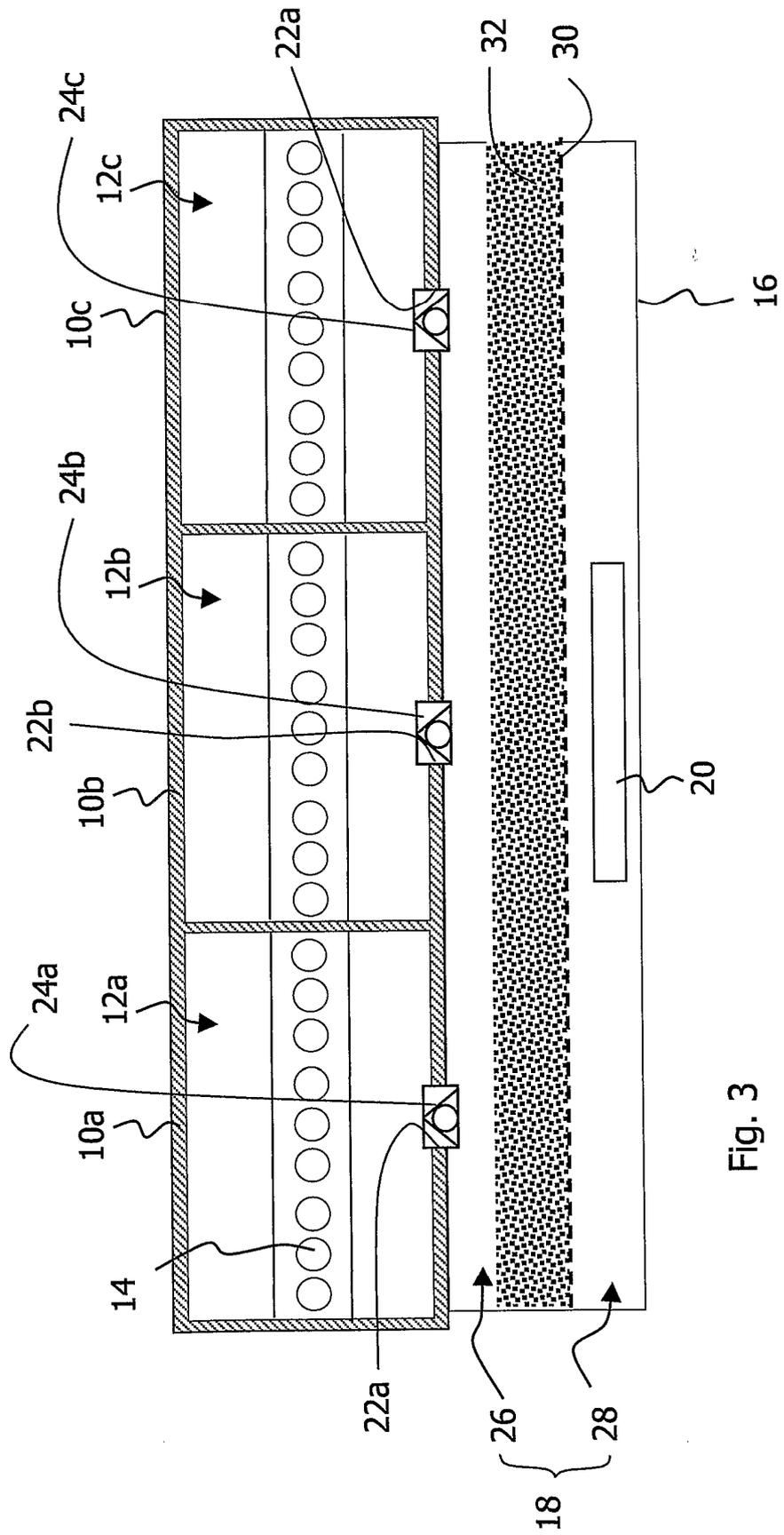


Fig. 3