

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 589 737**

51 Int. Cl.:

**G01N 15/06** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.04.2004 PCT/DE2004/000677**

87 Fecha y número de publicación internacional: **11.11.2004 WO04097392**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.04.2004 E 04724973 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.06.2016 EP 1623217**

54 Título: **Sensor para detectar partículas**

30 Prioridad:

**02.05.2003 DE 10319664**

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

**16.11.2016**

73 Titular/es:

**ROBERT BOSCH GMBH (100.0%)  
POSTFACH 30 02 20  
70442 STUTTGART, DE**

72 Inventor/es:

**BERGER, JOACHIM;  
STROHMAIER, RAINER;  
HEIMANN, DETLEF;  
BREUER, NORBERT;  
WIRTH, RALF;  
REINHART, KARL-FRANZ;  
SCHMIDT, RALF;  
BAUER, WALTER;  
BALDENHOFER, KAI;  
KAMP, BERNHARD y  
GRAU, THOMAS**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

ES 2 589 737 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

Sensor para detectar partículas

Estado de la técnica

5 La presente invención se basa en un sensor para detectar partículas en una corriente gaseosa, en particular partículas de hollín en una corriente de gas de escape, conforme a la clase definida con más detalle en el preámbulo de la reivindicación 1.

10 Se conoce un sensor de este tipo del documento DE 10124907 A1, que se usa por ejemplo para determinar la concentración de hollín de un gas de escape de un motor de combustión interna de gasoil. Este sensor forma un sensor de partículas resistivo, en el que están dispuestos al menos dos electrodos sobre un sustrato, que está fabricado con aluminio o dióxido de circonio estabilizado con itrio con capa aislante. Los electrodos pueden estar configurados como electrodos de peine interdigitales. Las partículas de hollín, que se sedimentan en la zona entre los electrodos, cortocircuitan los electrodos, con lo que conforme aumenta la concentración de partículas o de hollín sobre la superficie del sensor puede medirse una menor resistencia eléctrica entre los electrodos.

15 Debido a que los electrodos están expuestos directamente a la corriente de gas de escape, en este sensor conocido puede producirse de forma inconveniente una corrosión de los electrodos y una contaminación de la superficie del sensor consustancias, lo que puede influir negativamente en la medición.

20 En particular en los motores de combustión interna de gasoil el gas de escape evacuado al medio ambiente debe presentar una concentración de partículas de hollín lo más reducida posible. Para vigilar el estado de funcionamiento del motor de combustión interna es conveniente, a este respecto, disponer un sensor de hollín en el ramal de gas de escape asociado al motor de combustión interna para, de este modo, vigilar el estado de funcionamiento del motor de combustión interna. El sensor de hollín puede estar dispuesto aguas arriba o aguas debajo de un filtro de hollín. En el caso de una disposición aguas abajo del filtro de hollín, mediante el sensor de hollín puede llevarse a cabo también una vigilancia de funcionamiento del filtro de hollín.

25 Un sensor de hollín de la clase descrita anteriormente es sin embargo propenso a las averías, en la condiciones que imperan en el ramal de gas de escape.

30 Del documento DE 101 33 384 A1 ya se conoce un sensor para detectar partículas en una corriente gaseosa, en particular partículas de hollín en una corriente de gas de escape, con al menos dos electrodos de medición. Los electrodos de medición están dispuestos sobre un sustrato de un material aislante. Los electrodos de medición están alojados en el sensor de tal manera, que están cubiertos al menos en parte por un manguito de retenida. Sin embargo, los electrodos de medición están cubiertos directamente por un dieléctrico, que a su vez está equipado con una capa protectora, de tal manera que está separado del medio ambiente, con lo que queda descartada una degeneración del dieléctrico.

Ventajas de la invención

35 El sensor conforme a la invención para detectar partículas en una corriente gaseosa, en particular partículas de hollín en una corriente de gas de escape, con las características según el preámbulo de la reivindicación 1, en cuyo sensor los electrodos de medición están recubiertos por una capa protectora, tiene la ventaja de que los electrodos están protegidos contra la corrosión en particular en el caso de temperaturas ambiente extremas.

40 Además de esto, en el caso del sensor según la invención puede impedirse una contaminación de la superficie sensitiva formada a continuación por la capa protectora con sustancias indeseadas, mediante la selección de material, y de este modo reducirse la sensibilidad transversal del sensor.

El sensor según la invención, que representa un sensor resistivo para partículas conductoras, puede estar diseñado por ejemplo para disponerse en un ramal de gas de escape de un vehículo de motor con un motor de gasoil o también para emplearse en el campo de la técnica doméstica en una calefacción de aceite, en donde según el caso aplicativo posee una sujeción diseñada de forma correspondiente.

45 Si se utiliza en un ramal de gas de escape de un vehículo de motor el sensor es por ejemplo un sensor de partículas de hollín, que forma parte de un llamado sistema de diagnóstico de a bordo. El sensor puede emplearse después también para vigilar un filtro de partículas de gasoil en el ramal de gas de escape.

50 La capa protectora del sensor conforme a la invención está fabricada, en una forma de realización ventajosa, con un material que tiene una menor conductividad que las partículas a detectar. Si la medición de resistencia en el sensor se quiere llevar a cabo como medición de corriente continua puramente resistiva, es conveniente utilizar para la capa

5 protectora un material base conductor altamente resistivo. De este modo la capa protectora puede estar fabricada en este caso con un material base eléctricamente aislante, por ejemplo con óxido de aluminio  $Al_2O_3$  o con dióxido de circonio  $ZrO_2$ , que está dopado con una sustancia conductora, como un metal o grafito. Mediante la sustancia conductora puede ajustarse específicamente la resistencia eléctrica de la capa protectora y optimizarse con relación a las partículas a detectar. A temperaturas de funcionamiento inferiores a unos  $300^\circ C$  puede utilizarse también dióxido de circonio estabilizado con itrio.

Alternativamente es también posible fabricar la capa protectora con un material conductor de iones, como por ejemplo yoduro de plata AgI. Sin embargo, básicamente puede emplearse cualquier material que presente las características necesarias en el caso aplicativo correspondiente.

10 Si el sensor debe hacerse funcionar según un procedimiento de medición de impedancia y para el procedimiento de medición empleado se utilizan además señales de corriente alterna, la capa protectora puede presentar una resistencia eléctrica que tienda a infinito. Éste es el caso por ejemplo con óxido de aluminio  $Al_2O_3$ .

15 Es ventajoso que el material de la capa protectora aislante tenga una elevada constante dieléctrica y un grosor reducido. La alta capacidad de ello resultante hace posible la medición de una señal de impedancia dominada por la ocupación de partículas incluso con frecuencias de medición reducidas. De este modo se suprimen corrientes parásitas capacitivas, que son producidas por la capacidad del sustrato. Aquí son ventajosos materiales que se utilizan para condensadores cerámicos, como p.ej.  $BaTiO_3$  dopado.

20 Pueden conseguirse unos resultados de medición particularmente favorables si los electrodos están dispuestos como electrodos de peine interdigitales sobre una superficie del sustrato. La capa protectora recubre después de forma ventajosa toda la superficie del sustrato, en donde su grosor se elige al menos en la zona de los al menos dos electrodos de tal modo, que suponga como máximo una décima parte de la distancia entre los dos electrodos de medición. De este modo durante el funcionamiento del sensor está garantizado que la conductividad eléctrica de la zona del sensor entre ambos electrodos se prefija fundamentalmente mediante la ocupación de la capa protectora con partículas. La zona de la capa protectora entre los electrodos y la superficie de la capa protectora tiene como consecuencia, a causa de su grosor reducido, que por un lado la resistencia que no sufre carga de hollín de las partículas es elevada entre los interdigitales. Por otro lado, sin embargo, la resistencia entre la capa de partículas o de hollín y los electrodos interdigitales es reducida. De este modo se obtiene una relación favorable entre la señal básica, en la que no existe una carga de partículas o de hollín, y la señal de medición en la que existe una carga de partículas o de hollín.

30 Para garantizar una cobertura de aristas completa de los electrodos puede estar dispuesta asimismo, entre los electrodos, una capa de relleno sobre el sustrato, cuyo grosor se corresponde fundamentalmente con el de los electrodos de medición. La capa de relleno puede estar fabricada con el mismo material que la capa protectora, pero también con otro material que represente un aislante eléctrico.

35 Además de esto la capa protectora del sensor puede estar ajustada de tal manera, tanto en cuanto a su composición como a sus características superficiales, que sólo se acumulen partículas especiales como partículas de hollín, mientras que las partículas indeseadas, como por ejemplo sulfatos o fosfatos, son expulsadas. Esto puede realizarse por ejemplo por medio de que la capa protectora o su superficie tenga un carácter lo más polar posible.

40 Mediante la capa protectora en el lado del sensor expuesto a la corriente gaseosa se unifican también las características superficiales para la sedimentación de partículas, en particular de hollín, lo que es ventajoso frente a las condiciones hasta ahora con una superficie cambiante entre metal y dieléctrico.

Con relación a la selección de material es además ventajoso que el sustrato esté fabricado con un material altamente aislante, por ejemplo con una cerámica como óxido de aluminio.

45 La fabricación del sensor según la invención, es decir la aplicación de los electrodos, de la capa protectora y dado el caso de la capa de relleno, puede realizarse según un procedimiento de serigrafía, lo que es ventajoso por motivos de costes. Además de esto es conveniente que la capa protectora pueda fabricarse según un proceso de co-combustión (del inglés cofire). Sin embargo, también es concebible producir la capa protectora según un proceso de post-combustión (del inglés postfire).

Asimismo el sensor conforme a la invención puede estar equipado con un elemento de caldeo para limpiar la superficie expuesta a la corriente gaseosa.

50 Pueden deducirse ventajas y conformaciones ventajosas del objeto según la invención de la descripción, del dibujo y de las reivindicaciones.

Dibujos

En los dibujos se han representado esquemáticamente de forma simplificada tres ejemplos de realización de un sensor conforme a la invención, que se explican con más detalle en la siguiente descripción. Aquí muestran

la figura 1 una vista en planta esquemática sobre un sensor de hollín conformado conforme a la invención;

la figura 2 un corte a través de un sensor de hollín según la figura 1 a lo largo de la línea 11-11 en la figura 1;

5 la figura 3 un corte a través de una forma de realización alternativa de un sensor de hollín conforme a la invención;

la figura 4 un corte a través de otra forma de realización de un sensor de hollín conforme a la invención;

la figura 5 rutas de conducción en el caso del sensor de hollín según la figura 1;

la figura 6 un esquema de conexiones sustitutivo para una medición de corriente continua resistiva; y

la figura 7 un esquema de conexiones sustitutivo simplificado para un método de medición de impedancia.

## 10 Descripción de los ejemplos de realización

En las figuras 1 y 2 se ha representado un sensor 1 para detectar partículas en una corriente gaseosa. El sensor 1 se usa para instalarse en un ramal de gas de escape de un vehículo de motor y está dispuesto de forma preferida aguas arriba de un filtro de hollín de un vehículo de motor con un motor de combustión interna de gasoil.

15 El sensor 1 comprende una capa soporte 11 de tipo placa, que se usa como sustrato y que está fabricada con un material altamente aislante, por ejemplo con una cerámica como óxido de aluminio. También es concebible fabricar la capa soporte 11 de un material alternativo, como por ejemplo dióxido de circonio estabilizado con itrio. En el caso de temperaturas de funcionamiento elevadas puede ser necesaria una capa aislante adicional.

20 En la capa aislante 11 se ha integrado un elemento de caldeo 10 representado aquí solo simbólicamente, que se usa para liberar por combustión el sensor 1 de partículas que puedan haberse sedimentado, como partículas de hollín.

Sobre la estructura soporte 11 está impresa una estructura formada por dos electrodos de peine 12 y 13 interdigitales, que están fabricados con platino Pt y pueden unirse mediante un contactado correspondiente a una unidad de medición y control.

25 Asimismo el sensor 1 presenta en el lado de los electrodos de peine 12 y 13 que se usan como electrodos de medición una capa protectora 14, con la que recubren los electrodos de medición 12 y 13 y la capa soporte 11.

La capa protectora 14 se compone en el caso presente de un material conductor de alta resistencia, por ejemplo de óxido de aluminio  $Al_2O_3$ , que está alternado con partículas de carbono o con hollín flameado.

30 El grosor de la capa protectora 14 se ha elegido en el caso presente de tal manera, que en la zona de los electrodos de peine 12 y 13 supone como máximo una décima parte de la distancia mínima entre los electrodos de peine 12 y 13.

La capa protectora 14 tiene una superficie plana 15, que garantiza una sedimentación homogénea de partículas sobre la superficie del sensor 1.

35 En la figura 3 se ha representado una forma de realización alternativa de un sensor de hollín 2, que se corresponde fundamentalmente con el sensor según las figuras 1 y 2, pero que se diferencia de éste en que presenta una capa protectora 14, que tiene un grosor fundamentalmente constante sobre toda su superficie. La superficie de medición del sensor 1 presenta de este modo un perfil. Mediante esta medida se consigue aumentar la resistencia eléctrica de la capa protectora 14 en la zona entre los dos electrodos de peine 12 y 13.

40 En la figura 4 se ha representado otra forma de realización de un sensor de hollín 3, que a su vez se corresponde en gran medida con el sensor según las figuras 1 y 2, pero que se diferencia del mismo en que presenta una llamada capa de relleno 31, que está aplicada entre los espacios intermedios entre los electrodos de peine 12 y 13 sobre la capa soporte 11 y que tiene el mismo grosor que los electrodos de peine 12 y 13. La capa de relleno 31 se compone de un material altamente aislante, por ejemplo óxido de aluminio. Tanto la capa de relleno 31 como los electrodos de peine 12 y 13 están recubiertos con la capa protectora 14.

En la figura 5 se ha representado el sensor según las figura 1 y 2 durante su funcionamiento de una forma simplificada, y precisamente de tal modo que sobre la superficie libre 15 de la capa protectora 14 se han sedimentado unas partículas de hollín 51.

- 5 Los electrodos de peine 12 y 13 están unidos entre sí a través de tres rutas, y precisamente a través de una primera ruta 52, que une los mismos mediante el sustrato 11 de material altamente aislante, a través de una segunda ruta paralela 53, que une los electrodos de peine 12 y 13 a travesando la capa protectora 14, y a través de una tercera ruta 54, que une entre sí los dos electrodos de peine 12 y 13 a través de las partículas de hollín 51, sedimentadas sobre la superficie 15, y la zona de la capa protectora 14 dispuesta respectivamente sobre los electrodos de peine 12 ó 13.
- 10 Las relaciones de resistencia en este sensor se muestran con base en el esquema de conexiones sustitutivo muy simplificado, representado en la figura 6. En una primera ruta 52 se presenta una resistencia  $R_{\text{sustrato}}$ , que está prefijada por el material altamente aislante del sustrato 11. En la segunda ruta 53 se presenta una resistencia  $R_{\text{capa}}$ , de que es menor que la del sustrato 11, pero bastante mayor que una resistencia prefijada mediante las partículas de hollín 51. En la tercera ruta 54 impera una resistencia que se obtiene a partir de la resistencia de la
- 15 capa protectora 14 dentro de la zona estrecha por encima de los electrodos de peine 13 y 14 así como de la resistencia variable  $R_{\text{hollín}}$ , que se prefija mediante la concentración de partículas de hollín 51 sobre la capa protectora 14. Conforme aumenta la concentración de partículas de hollín sobre la capa protectora 14 se reduce la resistencia  $R_{\text{hollín}}$ , de lo que puede deducirse el estado del gas de escape correspondiente. Las resistencias  $R_{\text{sustrato}}$  y  $R_{\text{capa}}$  permanecen constantes.
- 20 En la figura 7 se ha representado un esquema de conexiones sustitutorio muy simplificado, que reproduce las relaciones si se lleva a cabo una medición de impedancia con señales de corriente alterna y se emplea una capa protectora de material altamente aislante como óxido de aluminio  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . En este caso las partículas de hollín 51 forman un elemento de conmutación con resistencia variable y capacidad variable, es decir, un elemento de conmutación a modo de un elemento RC. Los electrodos de medición 12 y 13 forman juntos una capacidad 55, en
- 25 donde la capa protectora 14 o el sustrato 11 actúa como dieléctrico. El electrodo 12 forma junto con las partículas de hollín 51 una capacidad 56. El electrodo 13 forma junto con las partículas de hollín 51 una capacidad 57.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Sensor para detectar partículas (51) en una corriente gaseosa, en particular partículas de hollín en una corriente de gas de escape, con al menos dos electrodos de medición (12, 13), que están dispuestos sobre un sustrato (11) de un material eléctricamente aislante, en donde los electrodos de medición (12, 13) están recubiertos por una capa protectora (14) y la capa protectora (14) está fabricada de un material eléctricamente aislante, como óxido de aluminio  $Al_2O_3$  o dióxido de circonio  $ZrO_2$ , caracterizado porque el material eléctricamente aislante de la capa protectora (14) está dopado con un metal conductor, como un metal o grafito.
2. Sensor según la reivindicación 1, caracterizado porque la capa protectora (14) está alternada con partículas de carbono o con hollín flameado.
- 10 3. Sensor según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque la capa protectora (14) presenta al menos en la zona de los al menos dos electrodos de medición (12, 13) un grosor, que supone como máximo una décima parte de la distancia entre los dos electrodos de medición (12, 13).
4. Sensor según una las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque entre los dos electrodos de medición (12, 13) está dispuesta una capa de relleno (31), cuyo grosor se corresponde con el de los electrodos de medición (12, 13).
- 15 5. Sensor según una las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque los electrodos de medición (12, 13) son electrodos de peine interdigitales.
6. Sensor según una las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por un elemento de caldeo (10) en el sensor.

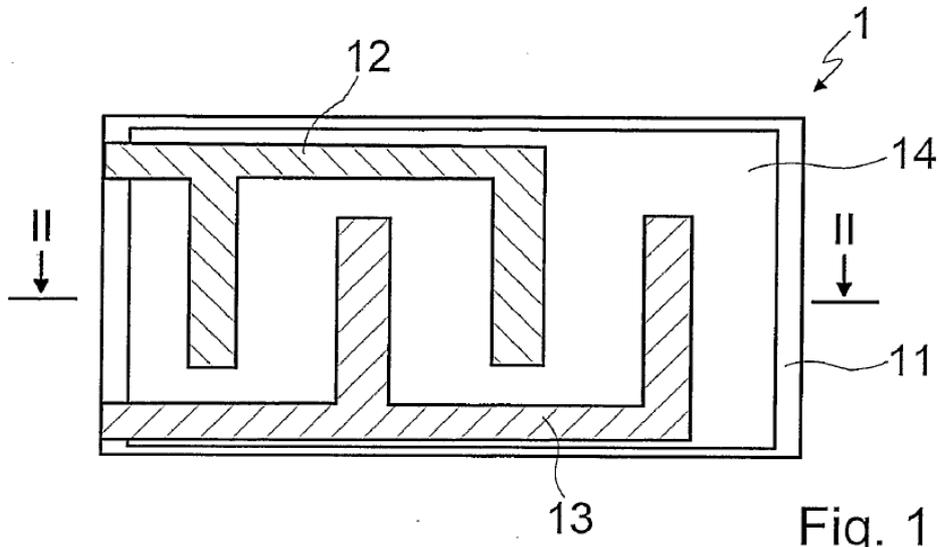


Fig. 1

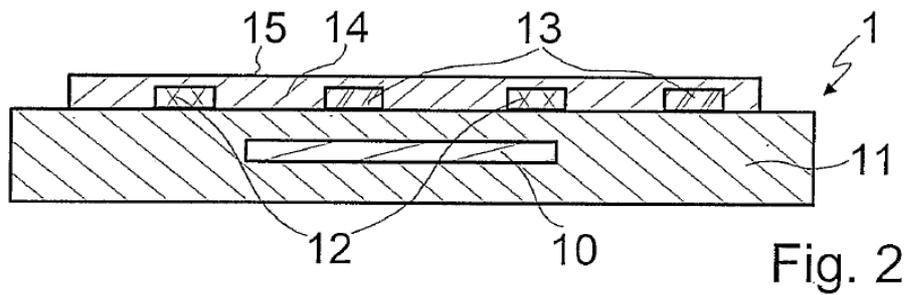


Fig. 2

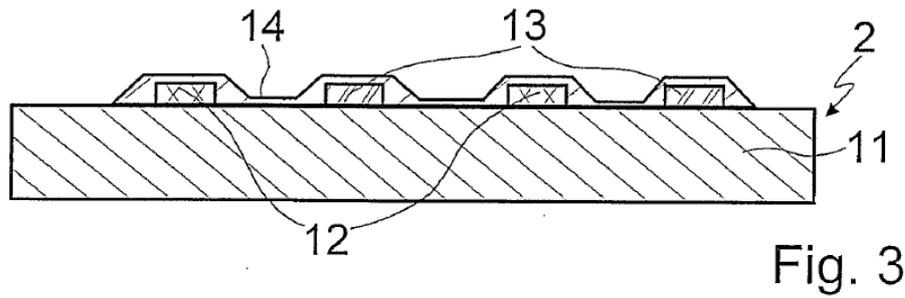


Fig. 3

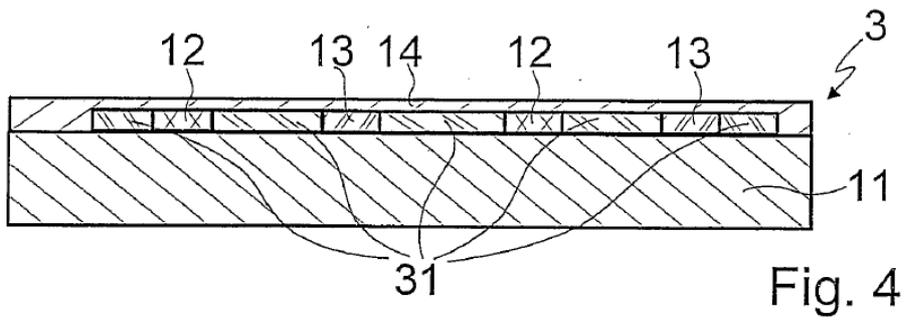


Fig. 4

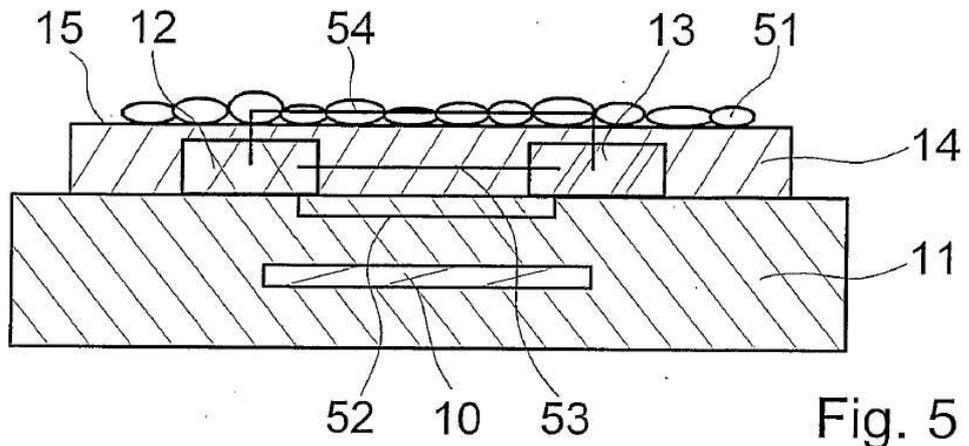


Fig. 5

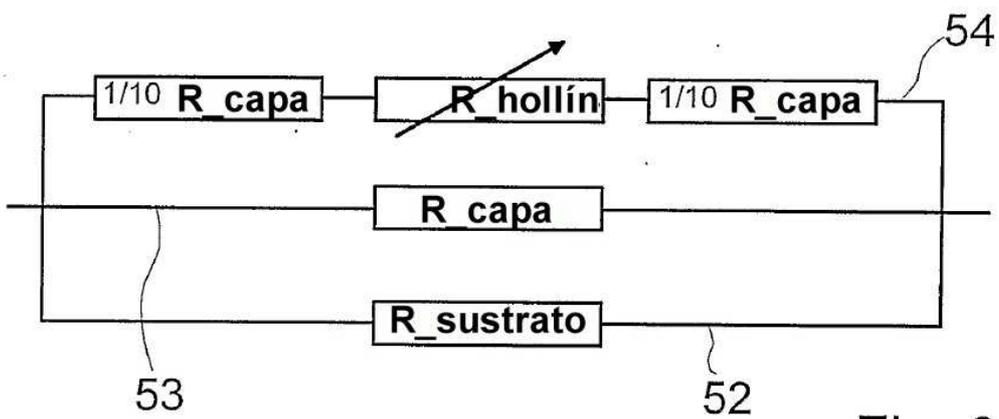


Fig. 6

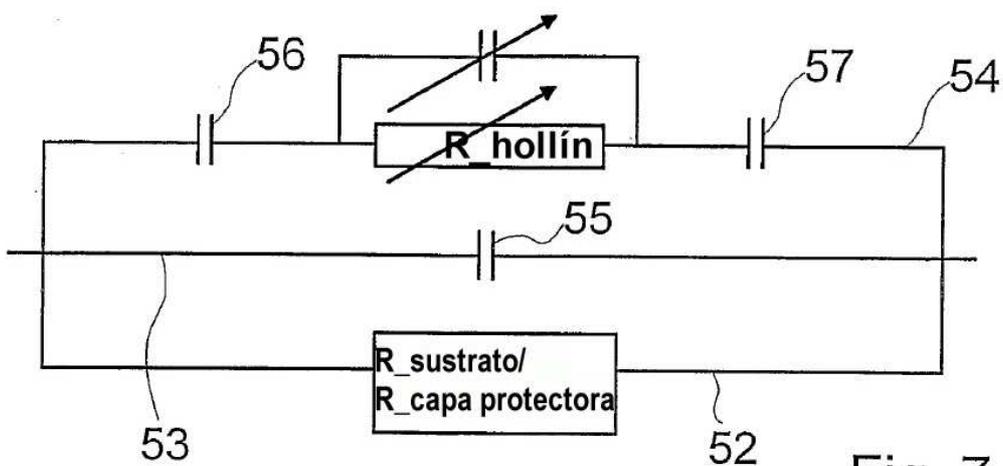


Fig. 7