

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 754 613**

51 Int. Cl.:

G01D 11/24 (2006.01)

G01D 5/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.11.2016 PCT/GB2016/053619**

87 Fecha y número de publicación internacional: **01.06.2017 WO17089749**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.11.2016 E 16816331 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.08.2019 EP 3380813**

54 Título: **Sensor eléctricamente conductivo multicapa**

30 Prioridad:

24.11.2015 GB 201520750

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

20.04.2020

73 Titular/es:

**FUTURE TECHNOLOGY (SENSORS) LTD
(100.0%)**

**Windrush, Sutton under Brailles
Oxfordshire OX15 5BH, GB**

72 Inventor/es:

ELLIOTT, HOWARD

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 754 613 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 eléctricamente conductivo multicapa

Campo técnico

5 La presente invención está relacionada con conjuntos de sensor, y en particular con conjuntos de sensor que incorporan un cuerpo cerámico de sensor y que se pueden usar en ambientes de funcionamiento a alta temperatura.

Antecedentes de la técnica

10 Los conjuntos de sensor conocidos típicamente comprenden componentes compuestos de cerámica/metal que se unen juntos por soldadura fuerte usando un proceso convencional de soldadura fuerte. Tal conjunto de sensor conocido podría incluir un alojamiento de metal con un casquillo metalizado de óxido de aluminio unido por soldadura fuerte en el diámetro interior del alojamiento. Un cuerpo de sensor se une por soldadura fuerte entonces dentro del diámetro interno del casquillo.

15 El cuerpo de sensor se pueden hacer de una o más capas de metal, cerámica eléctricamente conductiva, cerámica eléctricamente no conductiva que se hace conductiva al tener una capa de material conductivo (p. ej., un metal) depositado sobre su superficie, o un compuesto conductivo de cerámica/metal, por ejemplo. Las capas conductivas pueden definir electrodos u otros elementos sensitivos o capas de blindaje. Las capas no conductivas pueden definir espaciadores aislantes que se posicionan entre capas conductivas. Las capas que forman el cuerpo de sensor se pueden mecanizar como parte preformada y entonces cohesionarse a una capa adyacente o depositarse sobre una capa adyacente usando cualquier proceso de deposición adecuado. Si la capa exterior del cuerpo de sensor se hace sustancialmente de un material cerámico entonces su superficie exterior se puede metalizar de modo que el cuerpo
20 de sensor se puede unir por soldadura fuerte directamente dentro del alojamiento usando un proceso convencional de soldadura fuerte sin necesidad del casquillo intermedio.

25 Las partes de alojamiento de metal del conjunto de sensor se podrían fabricar de una aleación de expansión baja que se diseñe específicamente para tener un coeficiente de expansión térmica sustancialmente similar al del casquillo y/o el cuerpo de sensor. Si el conjunto de sensor se expone a altas temperaturas durante el funcionamiento entonces el alojamiento, el casquillo y el cuerpo de sensor se expanden a tasas similares para minimizar la tensión térmica entre los componentes individuales.

30 Un problema con el uso de aleaciones de expansión baja es que tienden a oxidarse a temperaturas que se aproximan a 500 °C. Esto coloca un límite superior en la temperatura de funcionamiento del conjunto de sensor. Puede ser difícil encontrar un metal que sea adecuado para uso a temperaturas más altas y que también tenga un coeficiente de expansión térmica que sea sustancialmente similar al del casquillo y/o el cuerpo de sensor. Una solución conocida es usar los llamados procesos de 'soldadura fuerte activa' que permiten a ciertos materiales cerámicos unirse por soldadura fuerte a metales sin necesidad de recubrimientos metalizados y también proporcionar un grado de docilidad entre los dos diferentes materiales para acomodar las diferentes tasas de expansión térmica. En la práctica, sin embargo, la temperatura de funcionamiento de aleaciones de soldadura fuerte activa está limitada a aproximadamente
35 800 °C que todavía no es suficientemente alta para ciertas operaciones. Los recubrimientos dóciles que se necesitan para proporcionar el grado de docilidad también tienden a oxidarse a temperaturas por debajo de 500 °C y normalmente es necesario proporcionar una junta de sellado hermético en la interfaz de soldadura fuerte para minimizar el efecto de oxidación.

40 Se sabe que existen problemas adicionales en situaciones donde ocurren grandes movimientos relativos entre las partes componentes del conjunto de sensor como resultado de la expansión térmica. El movimiento relativo grande únicamente puede ser absorbido si se aumenta el grosor de los recubrimientos dóciles y esto puede colocar limitaciones prácticas en el diseño del conjunto de sensor.

45 En muchas aplicaciones de medición industrial existe la necesidad de un conjunto de sensor que se pueda usar a altas temperaturas de funcionamiento para medir la distancia a un objeto ya sea estacionario o que pasa. Una aplicación típica es la medición de huelgo entre la punta de un álabe de motor de turbina de gas y el revestimiento circundante. En esta situación la temperatura de funcionamiento del conjunto de sensor puede alcanzar 1500 °C. Otras aplicaciones que incluyen medición de nivel de metal fundido y vidrio fundido, por ejemplo, tienen requisitos similares de temperatura de funcionamiento.

50 La patente de Estados Unidos 5.760.593 (BICC plc) y la patente de Estados Unidos 4.804.905 (Ding et al.) describen conjuntos de sensor que tienen un electrodo, opcionalmente en forma de recubrimiento o capa de metal, que se acopla capacitivamente con el objeto estacionario o que pasa. El electrodo se conecta al conductor central de un cable de transmisión triaxial estándar y es rodeado por un blindaje de metal y un alojamiento exterior de metal. El blindaje y el alojamiento exterior se conectan directamente al conductor intermedio y el conductor exterior del cable de transmisión triaxial respectivamente. Se proporciona una capa aislante entre el electrodo y el blindaje y también entre el blindaje y el alojamiento exterior. Las capas aislantes pueden ser en forma de espaciadores cerámicos mecanizado o capas
55 cerámicas depositadas, por ejemplo.

Un problema con estos sensores convencionales es que típicamente utilizan una combinación alternante de materiales de metal y cerámica. Conforme aumenta la temperatura de funcionamiento del conjunto de sensor, los componentes de metal tienden a expandirse más que los componentes cerámicos. Esto a menudo resulta en fracturas por tensión que se forman en los espaciadores o capas de cerámica, que reducen sus prestaciones eléctricas y pueden incluso dar como resultado la desintegración o deslaminación de los componentes cerámicos. Esto no únicamente provoca que el conjunto de sensor falle eléctricamente, sino la desintegración o deslaminación de los componentes cerámicos también permite a los componentes de metal vibrar y esto puede dar como resultado el fallo mecánico del conjunto de sensor completo. Un problema similar puede ocurrir si se usa cerámica eléctricamente conductiva puesto que solo una pequeña diferencia en los respectivos coeficientes de expansión térmica (CTE) puede ser significativa sobre la vida útil esperada del conjunto de sensor.

Los fabricantes de motores de turbina de gas exigen ahora una vida útil en funcionamiento de al menos 20.000 horas para sensores que se van a instalar en modelos de producción. Aunque los sensores convencionales se han usado con éxito a altas temperaturas de funcionamiento durante cortos periodos de tiempo, es improbable que puedan encontrar nunca la vida útil requerida en funcionamiento debido a la inherente debilidad del conjunto de sensor provocada por las propiedades diferentes de expansión térmica de los componentes de metal y de cerámica (o cerámicos y cerámicos).

Los conjuntos de sensor convencionales también son susceptibles a penetración de humedad que puede reducir las prestaciones del sensor.

La solicitud de patente internacional WO 2012/049443 (Future Technology (Sensors) Ltd) describe un cuerpo de sensor con una capa de electrodo eléctricamente conductiva entre una capa de núcleo y una capa aislante. La capa de electrodo puede ser expuesta en una cara trasera del cuerpo de sensor para permitir ser conectada, ya sea directa o indirectamente por medio de un puente intermedio de metal eléctricamente conductivo, a un conductor interior de un cable de transmisión coaxial o triaxial. El puente de metal típicamente se une por soldadura fuerte al cuerpo de sensor. Pero tales capas unidas por soldadura fuerte formadas cuando componentes cerámicos y metálicos se unen juntos por soldadura fuerte pueden, en algunas circunstancias, restringen la vida útil en funcionamiento y la temperatura debido a diferencia en CTE. Esto a veces puede provocar el fallo de la capa unida por soldadura fuerte tras repetidos ciclos térmicos.

Compendio de la invención

La presente invención proporciona un conjunto de sensor que comprende: un puente de electrodo eléctricamente conductivo; y un cuerpo de sensor que comprende: una capa de núcleo; una capa aislante exterior que rodea sustancialmente la capa de núcleo; una capa de electrodo eléctricamente conductiva entre la capa de núcleo y la capa aislante exterior; y una capa de interfaz de electrodo eléctricamente conductiva en una parte trasera del cuerpo de sensor y en contacto eléctrico con la capa de electrodo; en donde el puente de electrodo está en contacto eléctrico a compresión con la capa de interfaz de electrodo.

Una parte delantera del cuerpo de sensor, en uso, normalmente será la parte del cuerpo de sensor que se expone directamente a altas temperaturas de funcionamiento, por ejemplo. La capa de electrodo se puede retrasar desde la cara delantera del cuerpo de sensor y puede ser rodeada sustancialmente por la capa aislante (es decir, incrustarse sustancialmente dentro del cuerpo de sensor integral).

La capa de electrodo se conecta eléctricamente a la capa de interfaz de electrodo en una parte trasera del cuerpo de sensor.

El puente de electrodo se conecta eléctricamente, en uso, a un conductor interior de un cable de transmisión coaxial o triaxial que lleva señales de medición desde el conjunto de sensor a electrónica externa de procesamiento de señal. Si el cuerpo de sensor se encaja dentro de un alojamiento exterior de metal (véase más adelante), el alojamiento exterior se puede conectar al conductor exterior de un cable de transmisión coaxial o triaxial.

En caso de un cuerpo de sensor triaxial, entre la capa de núcleo y la capa aislante exterior se puede posicionar una capa de blindaje (o protector) eléctricamente conductiva. La capa de blindaje puede ser espaciada de la capa de electrodo por una capa aislante interior. La capa aislante interior se puede formar del mismo material cerámico eléctricamente no conductor que la capa de núcleo y la capa aislante exterior. El cuerpo de sensor puede incluir una capa de interfaz de blindaje eléctricamente conductiva en una parte trasera del cuerpo de sensor y en contacto eléctrico con la capa de blindaje. La capa de blindaje se conecta eléctricamente a la capa de blindaje de interfaz en la parte trasera del cuerpo de sensor. El conjunto de sensor puede incluir un puente de blindaje en contacto eléctrico a compresión con la capa de interfaz de blindaje. El puente de blindaje se puede conectar eléctricamente a un conductor intermedio de un cable de transmisión triaxial. Los puentes de electrodo y de blindaje están eléctricamente aislados entre sí. En una disposición, el puente de blindaje puede ser sustancialmente cilíndrico y se ubica radialmente fuera del puente de electrodo interior y espaciado del puente de electrodo por una holgura anular. Esto asegura que no hay contacto eléctrico entre el puente de electrodo y el puente de electrodo que podría interferir con las señales de medición.

5 Cada puente se puede hacer de cualquier material eléctricamente conductor adecuado, p. ej., un metal, y en particular una aleación con base de níquel-cromo tal como Inconel® 600 o 625 o Haynes® 230 que típicamente son resistentes a oxidación y mantener la integridad estructural a altas temperaturas de funcionamiento. Se entenderá que cada puente no se cohesiona o se asegura de otro modo físicamente a la respectiva capa de interfaz sino únicamente están en contacto a presión con ella. La fuerza de compresión aplicada entre cada puente y la respectiva capa de interfaz típicamente será suficiente de manera que las asperezas o ligeros salientes en superficies colindantes experimentan deformación plástica, aumentando de ese modo el área de contacto según sea necesario para reducir la resistencia a contacto eléctrico entre los componentes.

10 La capa de núcleo y la capa aislante exterior se preforman preferiblemente como componentes separados del mismo material cerámico eléctricamente no conductor y se cohesionan juntos para formar un componente cerámico completo integral multicapa. Se puede usar cualquier material cerámico adecuado eléctricamente no conductor, preferiblemente no poroso, por ejemplo nitruro de silicio (SiN) o SiAlON. Como las capas constituyentes completas del cuerpo de sensor (p. ej. la capa de núcleo y la capa(s) aislante(s)) se forman del mismo material cerámico eléctricamente no conductor, se elimina el problema de expansión térmica diferencial para todas las finalidades prácticas.

15 Cada capa de interfaz se puede formar de una o más capas o recubrimientos. Cada capa de interfaz se forma opcionalmente de un material cerámico eléctricamente conductor, un material compuesto cerámico, un metal o una aleación de metal, o cualquier combinación de los mismos. Ejemplos podrían incluir recubrimientos basados en SiC, CrAlTiN o MCrAlY. Cada capa de interfaz puede tener un grosor global mayor que aproximadamente 100 µm en algunas disposiciones.

20 Cada capa de interfaz se puede aplicar a una cara trasera del cuerpo de sensor (o la cara trasera del componente cerámico completo) como recubrimiento, opcionalmente usando un proceso de deposición adecuado, p. ej., deposición de plasma al vapor (PVD), deposición química de vapor (CVD), rociado de plasma, etc. La forma de cada capa de interfaz será coherente con la forma del respectivo puente contra el que está en contacto eléctrico a compresión en uso. Preferiblemente la cara trasera de cada capa de interfaz es sustancialmente plana para proporcionar un área de contacto adecuada para la cara delantera del respectivo puente. Las capas de interfaz de electrodo y de blindaje están eléctricamente aisladas entre sí, p. ej., espaciadas por una holgura de aire u otra capa aislante. En una disposición, la capa de blindaje de interfaz aplicada puede ser sustancialmente cilíndrica y se ubica radialmente fuera de una capa de interfaz de electrodo aplicada que es sustancialmente circular y donde la capa de blindaje de interfaz y la capa de interfaz de electrodo están espaciadas por una holgura de aire anular.

30 Los recubrimientos con base de SiC (preferiblemente aplicados usando un proceso CVD) pueden ser particularmente ventajosos si el material cerámico para la capa de núcleo y capa(s) aislante(s) del cuerpo de sensor es SiN o SiAlON porque hay un material de base común, es decir silicio, y los materiales se cohesionan juntos fácilmente durante el proceso de recubrimiento para formar una capa robusta eléctricamente conductiva que proporciona una junta de sellado hermético en la cara trasera del cuerpo de sensor de manera que se excluye gas (p. ej. aire) de todas las interfaces internas. Los recubrimientos con base de SiC y los materiales cerámicos con base de silicio también tienen características CTE muy similares que minimizan las tensiones en la interfaz entre los dos materiales.

40 El uso de capas de interfaz en lugar de unir por soldadura fuerte los puentes directamente al cuerpo de sensor simplifica la construcción del conjunto de sensor, le permite funcionar a temperaturas más altas y prolonga la vida útil en funcionamiento. En particular, los recubrimientos propuestos se pueden usar a temperaturas de funcionamiento mucho más altas que las aleaciones de soldadura fuerte activa que a menudo se usan para soldar por soldadura fuerte los puentes a la cara trasera del cuerpo de sensor. La máxima temperatura de funcionamiento de las aleaciones de soldadura fuerte activa es aproximadamente 800 °C mientras que los recubrimientos con base de SiC, por ejemplo, pueden funcionar a temperaturas hasta aproximadamente 1600 °C, que es más de las temperaturas típicas experimentadas en aplicaciones de turbina de gas.

45 La capa de electrodo se puede formar de una o más capas o recubrimientos. La capa de electrodo se forma opcionalmente de un material cerámico eléctricamente conductor, un material compuesto cerámico, un metal o aleación de metal, o cualquier combinación de los mismos, y puede incluir una capa de aleación de soldadura fuerte en aislamiento o combinada con uno o más de los materiales mencionados anteriormente. La capa de electrodo se puede formar, al menos en parte, de titanio, una aleación de titanio o nitruro de titanio. La capa de electrodo se puede aplicar al componente cerámico que define la capa de núcleo y/o el componente cerámico que define la capa aislante exterior como recubrimiento, opcionalmente usando un proceso de deposición adecuado.

50 La capa de blindaje se puede formar de una o más capas o recubrimientos. La capa de blindaje se forma opcionalmente de un material cerámico eléctricamente conductor, un material compuesto cerámico, un metal o aleación de metal, o cualquier combinación de los mismos, y puede incluir una capa de aleación de soldadura fuerte en aislamiento o combinada con uno o más de los materiales mencionados anteriormente. La capa de blindaje se puede formar, al menos en parte, de titanio, una aleación de titanio o nitruro de titanio. La capa de blindaje se puede aplicar al componente cerámico que define la capa aislante interior y/o el componente cerámico que define la capa aislante exterior como recubrimiento, opcionalmente usando un proceso de deposición adecuado. El recubrimiento puede definir una capa de blindaje sustancialmente cilíndrica que es coaxial con la capa de electrodo y está espaciado de ella por la capa aislante interior.

El uso de titanio, una aleación de titanio o nitruro de titanio como parte de la capa de electrodo y/o capa de blindaje puede proporcionar una mejora significativa en la calidad del cuerpo de sensor acabado.

5 En una disposición, la capa aislante exterior se extiende a lo largo de una parte delantera del cuerpo de sensor para definir una capa de ventana que proporciona una junta de sellado hermético que excluye gas (p. ej., aire) de cualquier interfaz entre las capas constituyentes del cuerpo de sensor y que puede ser sustancialmente transparente a radiación electromagnética. Esto puede permitir más flexibilidad en el diseño y los materiales usados en el cuerpo de sensor. El conjunto de sensor también se puede exponer a altas temperaturas de funcionamiento (p. ej., hasta aproximadamente 1500 °C) porque las capas constituyentes del cuerpo de sensor no se someten a oxidación. La capa de electrodo puede extenderse entre la capa de núcleo y la capa de ventana.

10 El componente cerámico (o cuerpo) que forma la capa aislante exterior puede ser un componente de una única pieza que tiene una parte principal y una parte de ventana que define la capa de ventana del cuerpo de sensor. La parte de ventana puede ser el extremo cerrado de un agujero ciego en el componente. Como alternativa, el componente cerámico puede ser un componente en dos piezas que tiene una parte principal y una parte de disco separada que se cohesionan a la parte principal y que define la capa de ventana del cuerpo de sensor. La parte de disco se puede ubicar
15 en un agujero en la parte principal para cerrar un extremo del agujero de manera que la superficie de canto exterior de la parte de disco se cohesionan a una superficie interior encarada de la parte principal, o unirse a una superficie delantera anular de la parte principal. La parte de disco se puede hacer del mismo material cerámico eléctricamente no conductor, preferiblemente no poroso, que la parte principal y se puede mecanizar después de cohesionarse a la parte principal.

20 En otra disposición, la capa de electrodo se conecta eléctricamente a una capa delantera eléctricamente conductiva en una parte delantera del cuerpo de sensor. La capa delantera se puede formar de una o más capas o recubrimientos y puede extenderse sobre sustancialmente toda la cara delantera del cuerpo de sensor. La capa delantera define un área de electrodo más grande que puede aumentar el alcance de medición del conjunto de sensor.

La capa delantera se forma opcionalmente de un material cerámico eléctricamente conductor, un material compuesto
25 cerámico, un metal o aleación de metal, o cualquier combinación de los mismos. Ejemplos podrían incluir recubrimientos basados en SiC, CrAlTiN o MCrAlY. La capa delantera puede tener un grosor global mayor que aproximadamente 100 µm en algunas disposiciones. La capa delantera se puede aplicar a la cara delantera del cuerpo de sensor (o la cara delantera del componente cerámico completo) como recubrimiento, opcionalmente usando un proceso de deposición adecuado, p. ej., PVD, CVD, rociado de plasma, etc. Los recubrimientos con base de SiC
30 (preferiblemente aplicados usando un proceso CVD) pueden ser particularmente ventajosos para la capa delantera si el material cerámico para la capa de núcleo y capa(s) aislante(s) del cuerpo de sensor es SiN porque hay un material de base común, es decir silicio, y los materiales se cohesionan juntos fácilmente durante el proceso de recubrimiento para formar una capa robusta eléctricamente conductiva que proporciona una junta de sellado hermético en la cara
35 delantera del cuerpo de sensor de manera que gas (p. ej. aire) se excluye de todas las interfaces internas. La capa delantera por lo tanto proporciona la misma función de sellado hermético que la capa de ventana. También, los recubrimientos con base de SiC y materiales cerámicos con base de silicio tienen características CTE muy similares que minimizan las tensiones en la interfaz entre los dos materiales.

La capa delantera y cada capa de interfaz se pueden formar del mismo material de recubrimiento.

40 Proporcionar una capa delantera que define un área de electrodo puede permitir que el diámetro de la capa de núcleo sea reducido, reduciendo significativamente la capacitancia de cuerpo de sensor y mejorando la sensibilidad. Una capa delantera elimina la necesidad de una capa de ventana de material cerámico eléctricamente no conductor en la cara delantera del cuerpo de sensor, pero mantiene una junta de sellado hermético.

Se puede proporcionar un recubrimiento o capa de barrera térmica sobre la capa delantera o la capa de ventana
45 definidos por la capa aislante exterior. El recubrimiento de barrera térmica se puede aplicar como recubrimiento multicapa, p. ej., con una capa de barrera térmica con base de cerámica con una subcapa metálica térmicamente conductiva. La capa de barrera térmica se puede formar de material adecuado, p. ej., circonio estabilizado con óxido de itrio (YSZ), y se puede aplicar usando cualquier proceso adecuado. El recubrimiento de barrera térmica puede extenderse opcionalmente a lo largo de al menos parte de la superficie cilíndrica exterior de la parte delantera del
50 cuerpo de sensor (es decir, no solo sobre la cara delantera de una de la capa delantera o la capa de ventana) para proporcionar protección térmica adicional a la parte delantera del cuerpo de sensor.

En caso de un cuerpo de sensor coaxial (es decir, sin una capa de blindaje), el componente cerámico que define la
55 capa de núcleo se puede prerrecubrir con la capa de electrodo y posicionar dentro de un agujero en el componente cerámico que define la capa aislante exterior. Como alternativa, el agujero en el componente cerámico que define la capa aislante exterior se puede prerrecubrir con la capa de electrodo antes de que el componente cerámico que define la capa de núcleo sea posicionado dentro de ella. Los componentes cerámicos que definen la capa de núcleo y la capa aislante exterior se cohesionan entonces juntas usando un proceso adecuado tal como sinterización, cohesión por difusión o soldadura fuerte, por ejemplo, dependiendo del tipo de material que se use como la capa de electrodo.

En caso de un cuerpo de sensor triaxial (es decir, con una capa de blindaje), el componente cerámico que define la

capa de núcleo se puede prerrecubrir con la capa de electrodo y posicionar dentro de un agujero en un componente cerámico que define la capa aislante interior. Como alternativa, el agujero en el material cerámico que define la capa aislante interior se puede prerrecubrir con la capa de electrodo antes de que el componente cerámico que define la capa de núcleo sea posicionado dentro de ella. Los componentes cerámicos que definen la capa de núcleo y la capa aislante interior se cohesionan entonces juntas usando un proceso adecuado tal como sinterización, cohesión por difusión o soldadura fuerte, por ejemplo, dependiendo del tipo de material que se use como la capa de electrodo. El componente cerámico que define la capa aislante interior se puede prerrecubrir con la capa de blindaje y posicionar dentro de un agujero en un componente cerámico que define la capa aislante exterior. Como alternativa, el agujero en el material cerámico que define la capa aislante exterior se puede prerrecubrir con la capa de blindaje antes de que los componentes cerámicos cohesionados que definen las capas de núcleo y aislante interior sean posicionadas dentro de ella. Los componentes cerámicos que definen las capas aislantes interior y exterior se cohesionan entonces juntos usando un proceso adecuado tal como sinterización, cohesión por difusión o soldadura fuerte, por ejemplo, dependiendo del tipo de material que se use como las capas de electrodo y de blindaje. En un proceso alternativo los componentes cerámicos que definen la capa de núcleo, la capa aislante interior y la capa aislante exterior, prerrecubiertas según sea apropiado con las capas de electrodo y de blindaje, se cohesionan juntos en una única etapa usando un proceso adecuado tal como sinterización, cohesión por difusión o soldadura fuerte, por ejemplo.

La presente invención proporciona además un conjunto de sensor alternativo sin una capa de electrodo pero con una capa o electrodo de núcleo eléctricamente conductivos. El conjunto de sensor comprende: un puente de electrodo eléctricamente conductivo; y un cuerpo de sensor que comprende: una capa de núcleo eléctricamente conductiva (o electrodo); una capa aislante exterior que rodea sustancialmente la capa de núcleo; y una capa de interfaz de electrodo eléctricamente conductiva en una parte trasera del cuerpo de sensor y en contacto eléctrico con la capa de núcleo; en donde el puente de electrodo está en contacto eléctrico a compresión con la capa de interfaz de electrodo.

La capa de núcleo se pueden hacer de cualquier material adecuado eléctricamente conductivo, p. ej., un metal, un compuesto cerámico/metal o una cerámica (p. ej., SiC), o cualquier combinación de los mismos.

La capa de núcleo eléctricamente conductiva se puede retrasar desde la cara delantera del cuerpo de sensor y puede ser rodeada sustancialmente por la capa aislante (es decir, incrustarse sustancialmente dentro del cuerpo de sensor integral).

La capa de núcleo se conecta eléctricamente a la capa de interfaz de electrodo en la parte trasera del cuerpo de sensor.

El puente de electrodo se conecta eléctricamente, en uso, a un conductor interior de un cable de transmisión coaxial o triaxial que lleva señales de medición desde el conjunto de sensor a electrónica externa de procesamiento de señal. Si el cuerpo de sensor se encaja dentro de un alojamiento exterior de metal (véase más adelante), el alojamiento exterior se puede conectar al conductor exterior de un cable de transmisión coaxial o triaxial.

En caso de un cuerpo de sensor triaxial, entre la capa de núcleo y la capa aislante exterior se puede posicionar una capa de blindaje (o protector) eléctricamente conductiva. La capa de blindaje puede ser espaciada de la capa de núcleo eléctricamente conductiva por una capa aislante interior que se forma preferiblemente del mismo material cerámico eléctricamente no conductor que la capa aislante exterior. El cuerpo de sensor puede incluir una capa de interfaz de blindaje eléctricamente conductiva en una parte trasera del cuerpo de sensor y en contacto eléctrico con la capa de blindaje. La capa de blindaje se conecta eléctricamente a la capa de blindaje de interfaz en la parte trasera del cuerpo de sensor. El conjunto de sensor puede incluir un puente de blindaje en contacto eléctrico a compresión con la capa de interfaz de blindaje. El puente de blindaje se puede conectar eléctricamente a un conductor intermedio de un cable de transmisión triaxial. Los puentes de electrodo y de blindaje están eléctricamente aislados entre sí.

Los puentes y las capas de interfaz son como se describe generalmente antes. Los recubrimientos con base de SiC (preferiblemente aplicados usando un proceso CVD) pueden ser particularmente ventajosos si el material cerámico para la capa de núcleo es SiC y el material cerámico para la capa(s) aislante(s) del cuerpo de sensor es SiN o SiAlON porque hay un material de base común, es decir silicio, y los materiales se cohesionan juntos fácilmente durante el proceso de recubrimiento para formar una capa robusta eléctricamente conductiva que proporciona una junta de sellado hermético en la cara trasera del cuerpo de sensor de manera que gas (p. ej. aire) se excluye de todas las interfaces internas. Los recubrimientos con base de SiC y los materiales cerámicos con base de silicio también tienen características CTE muy similares que minimizan las tensiones en la interfaz entre los dos materiales.

La capa de núcleo y la capa aislante exterior se pueden preformar como componentes cerámicos separados (es decir, de un material cerámico eléctricamente conductivo y uno eléctricamente no conductivo, respectivamente) y se cohesionan juntos para formar un componente cerámico completo integral, multicapa. Se puede usar cualquier material cerámico adecuado eléctricamente conductivo, preferiblemente no poroso, para la capa de núcleo, por ejemplo carburo de silicio (SiC). De manera similar, para la capa aislante exterior se puede usar cualquier material cerámico adecuado no conductor, preferiblemente no poroso, por ejemplo nitruro de silicio (SiN) o SiAlON. Como las capas constituyentes completas del cuerpo de sensor (p. ej. la capa de núcleo y la capa(s) aislante(s)) se forman del material cerámico, se elimina el problema de expansión térmica diferencial para todas las finalidades prácticas.

La capa de blindaje es como se describe generalmente antes.

5 En una disposición, la capa aislante exterior se extiende a lo largo de una parte delantera del cuerpo de sensor para definir una capa de ventana que proporciona una junta de sellado hermético que excluye gas (p. ej., aire) de cualquier interfaz entre las capas constituyentes del cuerpo de sensor y que puede ser sustancialmente transparente a radiación electromagnética. En otra disposición, la capa de núcleo eléctricamente conductiva se conecta eléctricamente a una capa delantera eléctricamente conductiva. La capa delantera es como se describe generalmente antes y define un área de electrodo.

Opcionalmente se puede aplicar un recubrimiento de barrera térmica a la parte delantera del cuerpo de sensor (p. ej., a la capa delantera o la capa de ventana) como se ha descrito anteriormente.

10 En caso de un cuerpo de sensor coaxial (es decir, sin una capa de blindaje), el componente cerámico que define la capa de núcleo se puede posicionar dentro de un agujero en el componente cerámico que define la capa aislante exterior. Los componentes cerámicos que definen la capa de núcleo y la capa aislante exterior se cohesionan entonces juntas usando un proceso adecuado tal como sinterización, cohesión por difusión o soldadura fuerte, por ejemplo, dependiendo del tipo de material que se use como la capa de electrodo. Si la capa de núcleo se forma de un material no cerámico (p. ej., un metal) entonces se puede usar un proceso adecuado para cohesionar la capa de núcleo y el
15 componente cerámico que define la capa aislante exterior.

En caso de un cuerpo de sensor triaxial (es decir, con una capa de blindaje), el componente cerámico que define la capa de núcleo se puede y posicionar dentro de un agujero en un componente cerámico que define la capa aislante interior. Los componentes cerámicos que definen la capa de núcleo y la capa aislante interior se cohesionan entonces juntas usando un proceso adecuado tal como sinterización, cohesión por difusión o soldadura fuerte, por ejemplo, dependiendo del tipo de material que se use como la capa de electrodo. Si la capa de núcleo se forma de un material no cerámico (p. ej., un metal) entonces se puede usar un proceso adecuado para cohesionar la capa de núcleo y el
20 componente cerámico que define la capa aislante interior. El componente cerámico que define la capa aislante interior se puede prerrecubrir con la capa de blindaje y posicionar dentro de un agujero en un componente cerámico que define la capa aislante exterior. Como alternativa, el agujero en el material cerámico que define la capa aislante exterior se puede prerrecubrir con la capa de blindaje antes de que los componentes cerámicos cohesionados que definen las capas de núcleo y aislante interior sean posicionadas dentro de ella. Los componentes cerámicos que definen las
25 capas aislantes interior y exterior se cohesionan entonces juntos usando un proceso adecuado tal como sinterización, cohesión por difusión o soldadura fuerte, por ejemplo, dependiendo del tipo de material que se use como las capas de electrodo y de blindaje. En un proceso alternativo los componentes cerámicos que definen la capa de núcleo, la capa aislante interior y la capa aislante exterior, prerrecubiertas según sea apropiado con la capa de blindaje, se cohesionan juntos en una única etapa usando un proceso adecuado tal como sinterización, cohesión por difusión o soldadura fuerte, por ejemplo.
30

Los diversos componentes cerámicos (o cuerpos) usados para formar los diversos cuerpos de sensor coaxiales y triaxiales descritos anteriormente se pueden formar de material cerámico no sinterizado (o 'verde'), parcial o totalmente sinterizado, por ejemplo.
35

El cuerpo de sensor, o más particularmente, la capa aislante exterior, puede incluir un reborde radial que le permite ser encajada dentro de un alojamiento exterior que forma parte del conjunto de sensor. El alojamiento puede tener un surco anular en el que se recibe el reborde radial del cuerpo de sensor, el surco anular es definido por una pareja de
40 hombros encarados, que tienen, cada uno, una superficie anular y una superficie sustancialmente cilíndrica. Las superficies anulares de los hombros están preferiblemente en contacto deslizando con superficies anulares del reborde y aplican una carga compresiva al reborde.

El cuerpo de sensor no está asegurado físicamente al alojamiento (p. ej., mediante soldadura fuerte) pero es sostenido firmemente dentro del alojamiento como resultado de la carga compresiva que se aplica al reborde por las superficies
45 anulares de los hombros. La construcción particular del conjunto de sensor significa que no ha significativos problemas con expansión térmica diferencial y el conjunto de sensor es por lo tanto inherentemente adecuado para funcionamiento a alta temperatura. El conjunto de sensor se puede fabricar de manera rentable usando un proceso convencional de soldadura fuerte como se describe más en detalle a continuación.

El alojamiento es preferiblemente un alojamiento en dos piezas formado de un metal a alta temperatura y generalmente como se describe en solicitud de patente europea 2330408 (Future Technology (Sensors) Ltd). Más particularmente, uno de los hombros encarados se forma preferiblemente en una primera parte de alojamiento y el otro de los hombros orientados se forma preferiblemente en una segunda parte de alojamiento. Las partes de alojamiento primera y segunda se aseguran juntas para formar el alojamiento en dos partes de tal manera que los hombros están en
50 alineamiento y definen el surco anular en el que se recibe el reborde radial del cuerpo de sensor. El reborde es por lo tanto sostenido normalmente entre las dos partes de alojamiento por la carga compresiva aplicada.
55

La primera parte de alojamiento se une preferiblemente por soldadura fuerte a la segunda parte de alojamiento mediante un material de soldadura fuerte. Se puede usar cualquier material adecuado de soldadura fuerte.

El contacto deslizante entre el alojamiento y las superficies anulares del reborde bajo la carga compresiva proporciona preferiblemente una junta de sellado hermético entre el alojamiento y el cuerpo de sensor. La junta de sellado hermético se mantiene incluso cuando el conjunto de sensor se expone a altas temperaturas de funcionamiento.

Dibujos

5 La figura 1 es un diagrama en sección transversal axial que muestra un primer conjunto de sensor coaxial según la presente invención;

La figura 2 es un diagrama en sección transversal axial que muestra un primer conjunto de sensor coaxial según la presente invención;

10 la figura 3 es un diagrama en sección transversal radial a través de las capas de interfaz del primer conjunto de sensor triaxial de la figura 2;

la figura 4 es un diagrama de extremo de la parte trasera del primer conjunto de sensor triaxial de la figura 2;

la figura 5 es un diagrama en sección transversal axial que muestra un segundo conjunto de sensor coaxial según la presente invención; y

15 la figura 6 es un diagrama en sección transversal axial que muestra un segundo conjunto de sensor coaxial según la presente invención.

Se apreciará fácilmente que el tamaño y el grosor relativos de las diversas capas, recubrimientos etc. mostrados en las figuras 1 a 6 no son indicativos de ningún conjunto de sensor práctico y simplemente son para las finalidades de ilustrar las diversas partes componentes de la presente invención.

20 La figura 1 muestra un primer conjunto de sensor coaxial según la presente invención. Un cuerpo de sensor coaxial 1 incluye una capa de núcleo 2 y una capa aislante exterior 4 que se hacen del mismo material cerámico eléctricamente no conductivo tal como nitruro de silicio (SiN) o SiAlON. Una capa de electrodo 6 de metal tal como titanio (Ti) o molibdeno (Mo), una aleación de titanio, o una cerámica eléctricamente conductiva tal como nitruro de titanio (TiN) o disiliciuro de molibdeno (MoSi₂) se aplica como recubrimiento y cubre la superficie cilíndrica exterior 2a de la capa de núcleo 2 (o la superficie interior cilíndrica de la capa aislante exterior 4). La capa de electrodo 6 cubre la superficie plana delantera 2b y opcionalmente la superficie plana trasera 2c de la capa de núcleo 2.

25 La capa aislante exterior 4 se extiende a lo largo de una parte delantera 8 del cuerpo de sensor 1 que en uso se expone directamente a altas temperaturas de funcionamiento. Por ejemplo, si el conjunto de sensor forma parte de un sensor capacitivo que se utiliza para medir el huelgo entre la punta de un álabe de motor de turbina de gas y el revestimiento circundante, la parte delantera 8 del cuerpo de sensor 1 podrían orientarse hacia la punta de álabe y exponerse a temperaturas de hasta aproximadamente 1500 °C. A lo largo de la parte delantera 8, la capa aislante exterior 4 define una capa de ventana 10 que es sustancialmente transparente a radiación electromagnética. La capa de electrodo 6 se extiende entre la capa de ventana 10 y la superficie delantera plana 2b de la capa de núcleo 2 de manera que la capa de electrodo se incrusta sustancialmente dentro de la parte delantera 8 del cuerpo de sensor 1 y no se expone.

30 La capa de ventana 10, que es una parte integral de la capa aislante exterior 4, proporciona una junta de sellado hermético en la parte delantera del cuerpo de sensor 1 que significa que se excluye gas de todas las interfaces internas. Una capa de interfaz de electrodo 14 (véase más adelante) en la parte trasera del cuerpo de sensor 1 también proporciona una junta de sellado hermético.

35 La capa de núcleo 2 y la capa aislante exterior 4 se preforman como componentes o cuerpos cerámicos separados. La capa de electrodo 6 se deposita como recubrimiento sobre la superficie exterior cilíndrica, y las superficies planas delantera y trasera del cuerpo cerámico preformado que define la capa de núcleo 2. El cuerpo de núcleo prerrecubierto se inserta en un agujero ciego en el cuerpo cerámico preformado que define la capa aislante exterior 4. El cuerpo de núcleo prerrecubierto y el cuerpo aislante exterior se cohesionan juntos entonces usando un proceso adecuado tal como sinterización, cohesión por difusión o soldadura fuerte, por ejemplo. El proceso de cohesión produce un componente cerámico completo integral, multicapa. La capa de electrodo también se puede depositar como alternativa o adicionalmente como recubrimiento sobre la superficie interior cilíndrica del agujero ciego en el cuerpo cerámico preformado que define la capa aislante exterior 4 antes de que el cuerpo cerámico que define la capa de núcleo se inserte en ella.

40 La capa de electrodo 6 se conecta eléctricamente a una capa de interfaz de electrodo 14 en una parte trasera 12 del cuerpo de sensor 1. La capa de interfaz de electrodo 14 se forma de varias capas de un recubrimiento con base de SiC (o un recubrimiento con base de CrAlTiN o MCrAlY) aplicado a una cara trasera del componente cerámico completo usando un proceso de deposición química de vapor (CVD).

Un puente de electrodo 26 hecho de una aleación con base de níquel-cromo (p. ej., Inconel® 600) es sostenido en contacto eléctrico a compresión con la capa de interfaz de electrodo 14. El puente de electrodo 26 no se cohesionan ni

se asegura físicamente de otro modo a la capa de interfaz de electrodo 14. El puente de electrodo 26 incluye una parte plana 26a que se sostiene adyacente a la capa de interfaz de electrodo 14 por la aplicación de una fuerza de compresión (representada en la figura 1 por la flecha de bloque) y una parte que se extiende hacia atrás 26b que se conecta al conductor interior de un cable de transmisión coaxial (o triaxial) que no se muestra.

5 Las figuras 2 a 4 muestran un primer conjunto de sensor triaxial según la presente invención. El cuerpo de sensor triaxial 1' es similar al cuerpo de sensor coaxial 1 mostrado en la figura 1 y a partes semejantes se les han dado los mismos numerales de referencia. El cuerpo de sensor triaxial 1' incluye una capa cilíndrica de blindaje (o protector) 16 de metal tales como titanio o molibdeno, una aleación de titanio, o una cerámica eléctricamente conductiva tal como nitruro de titanio o disiliciuro de molibdeno, que se conecta al conductor intermedio de un cable de transmisión triaxial
10 que no se muestra.

La capa de blindaje 16 es espaciada de la capa de electrodo 6 por una capa aislante interior 18 y es rodeada por la capa aislante exterior 4. La capa de blindaje 16 se aplica como recubrimiento y cubre la superficie cilíndrica exterior 18a de la capa aislante interior 18 (o la superficie interior cilíndrica de la capa aislante exterior 4).

La capa de blindaje 16 es espaciada de la cara delantera del cuerpo de sensor 1' por la capa de ventana 10.

15 La capa de núcleo 2, la capa aislante interior 18 y la capa aislante exterior 4 se preforman como componentes o cuerpos cerámicos separados. La capa de electrodo 6 se deposita como recubrimiento sobre la superficie exterior cilíndrica, y las superficies planas delantera y trasera del cuerpo cerámico preformado que define la capa de núcleo. El cuerpo prerrecubierto se inserta en un agujero abierto en el cuerpo cerámico preformado que define la capa aislante interior. El cuerpo de núcleo prerrecubierto y el cuerpo aislante interior se cohesionan juntos entonces usando un
20 proceso adecuado tal como sinterización, cohesión por difusión o soldadura fuerte, por ejemplo. La capa de electrodo también se puede depositar como alternativa o adicionalmente como recubrimiento sobre la superficie interior cilíndrica del agujero abierto antes de que el cuerpo cerámico que define la capa de núcleo se inserte en ella. La capa de blindaje 16 se deposita como recubrimiento sobre la superficie cilíndrica exterior del cuerpo aislante interior. El cuerpo aislante interior prerrecubierto y el cuerpo de núcleo cohesionado se insertan en un agujero ciego en el cuerpo cerámico
25 preformado que define la capa aislante exterior. A capa aislante interior prerrecubierta y el cuerpo aislante exterior se cohesionan juntos entonces usando un proceso adecuado tal como sinterización, cohesión por difusión o soldadura fuerte, por ejemplo. El proceso de cohesión produce un componente cerámico completo integral, multicapa. La capa de blindaje también se puede depositar como alternativa o adicionalmente como recubrimiento sobre la superficie interior cilíndrica del agujero ciego en el cuerpo cerámico preformado que define la capa aislante exterior 4 antes de
30 que el cuerpo cerámico que define la capa aislante interior se inserte en ella. En un proceso alternativo, los diversos cuerpos cerámicos se recubren con la capa de electrodo y la capa de blindaje y entonces se cohesionan juntos en una única etapa usando un proceso adecuado tal como sinterización, cohesión por difusión o soldadura fuerte, por ejemplo.

La capa de blindaje 16 se conecta eléctricamente a una capa de blindaje de interfaz 20 en la parte trasera 12 del cuerpo de sensor 1'. La capa de blindaje de interfaz 20 se forma de varias capas de un recubrimiento con base de SiC
35 (o un recubrimiento con base de CrAlTiN o MCrAlY) aplicado a una cara trasera del componente cerámico completo usando un proceso CVD. Como se ve mejor en la figura 3, la capa de blindaje de interfaz 20 es anular y es espaciada de la capa de interfaz de electrodo circular radialmente interior 14 por una holgura anular 22.

Un puente de blindaje 28 hecho de una aleación con base de níquel-cromo (p. ej., Inconel® 600) es sostenido en contacto eléctrico a compresión con la capa de blindaje de interfaz 20. El puente de blindaje 28 no se cohesionan ni se
40 asegura físicamente de otro modo a la capa de blindaje de interfaz 20. Como se ve mejor en la figura 4, el puente de blindaje 28 es cilíndrico y está espaciado del puente de electrodo radialmente interior 26 que incluye una parte plana 26a y una parte que se extiende hacia atrás 26b. El puente de electrodo 26 y el puente de blindaje 28 son sostenidos adyacentes a la capa de interfaz de electrodo 14 y la capa de blindaje de interfaz 20, respectivamente, por la aplicación de fuerzas de compresión (representadas en la figura 2 por las flechas de bloques). La parte que se extiende hacia
45 atrás 26b del puente de electrodo 26 se conecta al conductor interior de un cable de transmisión triaxial que no se muestra y el puente de blindaje 28 se conecta al conductor intermedio del cable de transmisión triaxial.

La figura 5 muestra un segundo conjunto de sensor coaxial según la presente invención. El cuerpo de sensor coaxial 1" es similar al cuerpo de sensor coaxial 1 mostrado en la figura 1 y a partes semejantes se les ha dado los mismos numerales de referencia. El cuerpo de sensor 1" incluye una capa delantera 24 en lugar de la capa de ventana 10. La
50 capa delantera 24 se extiende sobre sustancialmente toda la cara delantera del cuerpo de sensor y define un área de electrodo. La capa de electrodo 6 está en contacto eléctrico con la capa delantera 24. Se puede ver que la capa de núcleo 2 del cuerpo de sensor coaxial 1" tiene un diámetro más pequeño que la correspondiente capa de núcleo del cuerpo de sensor coaxial 1 mostrada en la figura 1. El diámetro de la capa de electrodo 6 también es más pequeño. Esto puede reducir la capacitancia de cuerpo de sensor y mejorar la sensibilidad de sistema.

55 El cuerpo de núcleo prerrecubierto se inserta en un agujero abierto en el cuerpo cerámico preformado que define la capa aislante exterior 4. El cuerpo de núcleo prerrecubierto y el cuerpo aislante exterior se cohesionan juntos entonces usando un proceso adecuado tal como sinterización, cohesión por difusión o soldadura fuerte, por ejemplo. El proceso de cohesión produce un componente cerámico completo integral, multicapa. La capa de electrodo también se puede depositar como alternativa o adicionalmente como recubrimiento sobre la superficie interior cilíndrica del agujero

abierto en el cuerpo cerámico preformado que define la capa aislante exterior 4 antes de que el cuerpo cerámico que define la capa de núcleo se inserte en ella.

La capa delantera 24 proporciona una junta de sellado hermético en la parte delantera 8 del cuerpo de sensor que significa que se excluye gas de todas las interfaces internas.

- 5 La capa delantera 24 se forma de varias capas de un recubrimiento con base de SiC (o un recubrimiento con base de CrAlTiN o MCrAlY) aplicado a la superficie delantera del componente cerámico completo usando un proceso CVD.

La figura 6 muestra un segundo conjunto de sensor triaxial según la presente invención. El cuerpo de sensor triaxial 1''' es similar al cuerpo de sensor triaxial 1' mostrado en las figuras 2 a 4 y el cuerpo de sensor coaxial 1'' mostrado en la figura 3 y a partes semejantes se les han dado los mismos numerales de referencia.

- 10 El cuerpo de sensor 1''' no incluye una capa de electrodo porque la capa de núcleo 2' se hace de un material cerámico eléctricamente conductivo (p. ej., SiC) y define un electrodo de núcleo. En otras disposiciones, la capa de núcleo se puede hacer de un metal o un compuesto de cerámica/metal. La capa de núcleo 2' está en contacto eléctrico con una capa delantera 24 que se extiende sobre sustancialmente toda la cara delantera del cuerpo de sensor 1''' como el cuerpo de sensor 1'' mostrado en la figura 5.

- 15 La capa de núcleo 2', la capa aislante interior 18 y la capa aislante exterior 4 se preforman como componentes o cuerpos cerámicos separados. El cuerpo cerámico eléctricamente conductivo que define la capa de núcleo se inserta en un agujero abierto en el cuerpo cerámico preformado que define la capa aislante interior. El cuerpo de núcleo y el cuerpo aislante interior se cohesionan juntos entonces usando un proceso adecuado tal como sinterización, cohesión por difusión o soldadura fuerte, por ejemplo. La capa de blindaje 16 se deposita como recubrimiento sobre la superficie cilíndrica exterior del cuerpo aislante interior. El cuerpo aislante interior prerrecubierto y el cuerpo de núcleo cohesionado se insertan en un agujero abierto en el cuerpo cerámico preformado que define la capa aislante exterior. A capa aislante interior prerrecubierta y el cuerpo aislante exterior se cohesionan juntos entonces usando un proceso adecuado tal como sinterización, cohesión por difusión o soldadura fuerte, por ejemplo. El proceso de cohesión produce un componente cerámico completo integral, multicapa. La capa de blindaje también se puede depositar como alternativa o adicionalmente como recubrimiento sobre la superficie interior cilíndrica del agujero abierto en el cuerpo cerámico preformado que define la capa aislante exterior 4 antes de que el cuerpo cerámico que define la capa aislante interior se inserte en ella. En un proceso alternativo, los diversos cuerpos cerámicos se recubren con la capa de blindaje y entonces se cohesionan juntos en una única etapa usando un proceso adecuado tal como sinterización, cohesión por difusión o soldadura fuerte, por ejemplo.

- 20 25 30 La capa delantera 24 se forma de varias capas de un recubrimiento con base de SiC (o un recubrimiento con base de CrAlTiN o MCrAlY) aplicado a la superficie delantera del componente cerámico completo usando un proceso CVD.

A la capa delantera 24 se aplica un recubrimiento de barrera térmica 30 que incluye una capa de circonia estabilizada con óxido de itrio (YSZ) usando cualquier proceso adecuado. Aunque el recubrimiento de barrera térmica 30 se muestra en la figura 6 como que se extiende únicamente sobre la cara delantera de la capa delantera 24, también se puede extender a lo largo de una parte de la superficie cilíndrica exterior de la parte delantera 8 del cuerpo de sensor 1''' para proporcionar protección adicional al cuerpo de sensor desde altas temperaturas de funcionamiento. También se entenderá que se puede proporcionar un recubrimiento de barrera térmica similar sobre la parte delantera del cuerpo de sensor 1'' mostrado en la figura 5 en incluso sobre la cuerpos de sensor 1 y 1' mostrados en la figura 1 a 4 que incluye una capa de ventana 10.

35 40

REIVINDICACIONES

1. Un conjunto de sensor que comprende:
- un puente de electrodo eléctricamente conductivo (26); y
- un cuerpo de sensor (1) que comprende:
- 5 una capa de núcleo (2);
- una capa aislante exterior (4) que rodea sustancialmente la capa de núcleo (2);
- una capa de electrodo eléctricamente conductiva (6) entre la capa de núcleo (2) y la capa aislante exterior (4); y
- 10 una capa de interfaz de electrodo eléctricamente conductiva (14) en una parte trasera (12) del cuerpo de sensor (1) y en contacto eléctrico con la capa de electrodo (6);
- en donde el puente de electrodo (26) está en contacto eléctrico a compresión con la capa de interfaz de electrodo (14).
2. Un conjunto de sensor según la reivindicación 1, en donde la capa de núcleo (2) y la capa aislante exterior (4) se preforman como componentes separados del mismo material cerámico eléctricamente no conductor y se cohesionan juntas para formar un cuerpo cerámico integral multicapa.
- 15 3. Un conjunto de sensor según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en donde el cuerpo de sensor (1') comprende además una capa de blindaje eléctricamente conductiva (16) posicionada entre la capa de núcleo (2) y la capa aislante exterior (4), la capa de blindaje (16) está espaciada de la capa de electrodo (6) por una capa aislante interior (18) formada opcionalmente del mismo material cerámico eléctricamente no conductor que la capa de núcleo (2) y la capa aislante exterior (4).
- 20 4. Un conjunto de sensor según la reivindicación 3, que comprende además un puente de blindaje eléctricamente conductivo (28), en donde el cuerpo de sensor comprende además una capa de interfaz de blindaje eléctricamente conductiva (20) en una parte trasera (12) del cuerpo de sensor (1') y en contacto eléctrico con la capa de blindaje (18), en donde el puente de blindaje (28) está en contacto eléctrico a compresión con la capa de blindaje de interfaz (20).
- 25 5. Un conjunto de sensor según cualquier reivindicación precedente, en donde la capa aislante exterior (4) se extiende a lo largo de una parte delantera del cuerpo de sensor para definir una capa de ventana (10) que proporciona una junta de sellado hermético que excluye gas de cualquier interfaz entre las capas constituyentes del cuerpo de sensor, en donde la capa de ventana (10) opcionalmente es sustancialmente transparente a radiación electromagnética.
- 30 6. Un conjunto de sensor según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde el cuerpo de sensor (1'') incluye además una capa delantera eléctricamente conductiva (24) en una parte delantera del cuerpo de sensor (1'') y en contacto eléctrico con la capa de electrodo (6), en donde la capa delantera (24) opcionalmente se extiende sobre sustancialmente toda la cara delantera del cuerpo de sensor (1'') y proporciona una junta de sellado hermético que excluye gas desde cualquier interfaz entre las capas constituyentes del cuerpo de sensor (1'').
- 35 7. Un conjunto de sensor según la reivindicación 5 o la reivindicación 6, que comprende además un recubrimiento de barrera térmica (30) formado sobre la capa de ventana (10) o la capa delantera (24).
8. Un conjunto de sensor que comprende:
- un puente de electrodo eléctricamente conductivo (26); y
- un cuerpo de sensor (1''') que comprende:
- una capa de núcleo eléctricamente conductiva (2'); y
- 40 una capa aislante exterior (4) que rodea sustancialmente la capa de núcleo (2'); y
- una capa de interfaz de electrodo eléctricamente conductiva (14) en una parte trasera (12) del cuerpo de sensor (1''') y en contacto eléctrico con la capa de núcleo (2');
- en donde el puente de electrodo (26) está en contacto eléctrico a compresión con la capa de interfaz de electrodo (14).
- 45 9. Un conjunto de sensor según la reivindicación 8, en donde la capa de núcleo (2') y la capa aislante exterior (4) se preforman como componentes separados de material cerámico y se cohesionan juntas para formar un cuerpo cerámico integral multicapa.

10. Un conjunto de sensor según la reivindicación 8 o la reivindicación 9, en donde el cuerpo de sensor (1'') comprende además una capa de blindaje eléctricamente conductiva (16) posicionada entre la capa de núcleo (2') y la capa aislante exterior (4), la capa de blindaje (16) está espaciada de la capa de núcleo (2') por una capa aislante interior (18) formada opcionalmente del mismo material cerámico eléctricamente no conductor que la capa aislante exterior (4).
- 5 11. Un conjunto de sensor según la reivindicación 10, que comprende además un puente de blindaje eléctricamente conductivo (28), en donde el cuerpo de sensor (1'') comprende además una capa de interfaz de blindaje eléctricamente conductiva (20) en una parte trasera (12) del cuerpo de sensor (1'') y en contacto eléctrico con la capa de blindaje (16), en donde el puente de blindaje (28) está en contacto eléctrico a compresión con la capa de blindaje de interfaz (20).
- 10 12. Un conjunto de sensor según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 11, en donde la capa aislante exterior se extiende a lo largo de una parte delantera del cuerpo de sensor para definir una capa de ventana que proporciona una junta de sellado hermético que excluye gas de cualquier interfaz entre las capas constituyentes del cuerpo de sensor, en donde la capa de ventana opcionalmente es sustancialmente transparente a radiación electromagnética.
- 15 13. Un conjunto de sensor según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 11, en donde el cuerpo de sensor incluye además una capa delantera eléctricamente conductiva (24) en una parte delantera del cuerpo de sensor (1'') y en contacto eléctrico con la capa de núcleo (2'), en donde la capa delantera (24) opcionalmente se extiende sobre sustancialmente toda la cara delantera del cuerpo de sensor (2') y proporciona una junta de sellado hermético que excluye gas desde cualquier interfaz entre las capas constituyentes del cuerpo de sensor (1'').
- 20 14. Un conjunto de sensor según la reivindicación 12 o la reivindicación 13, que comprende además una capa de barrera térmica (30) formada sobre la capa de ventana (24) o la capa delantera.

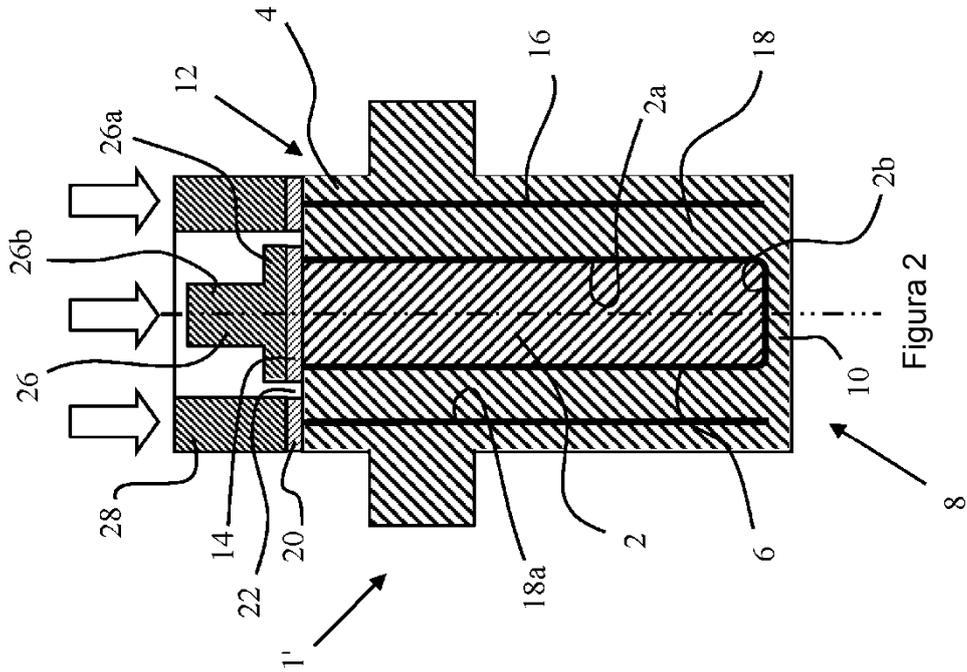


Figure 2

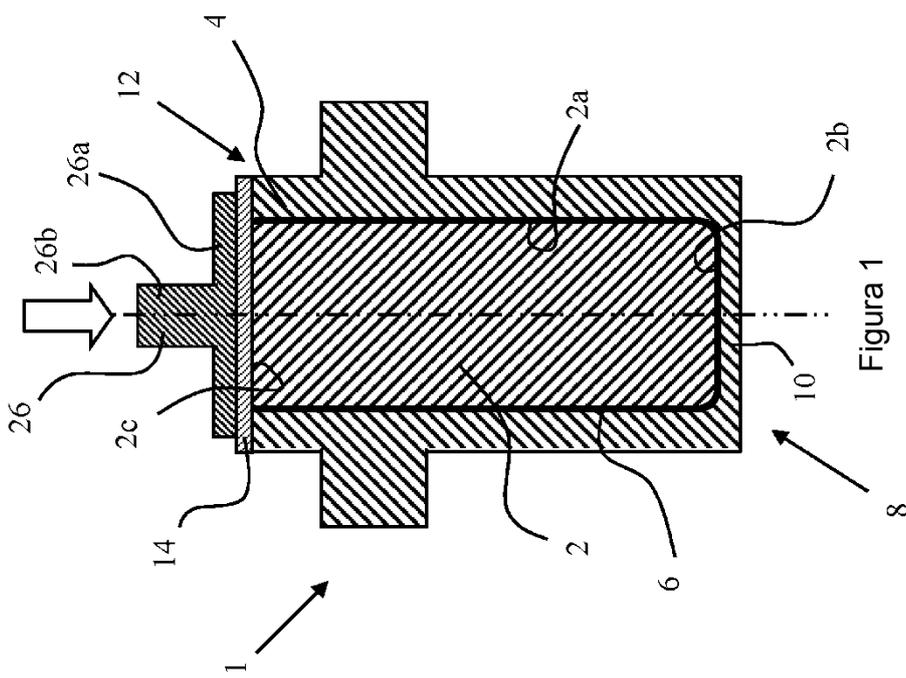


Figure 1

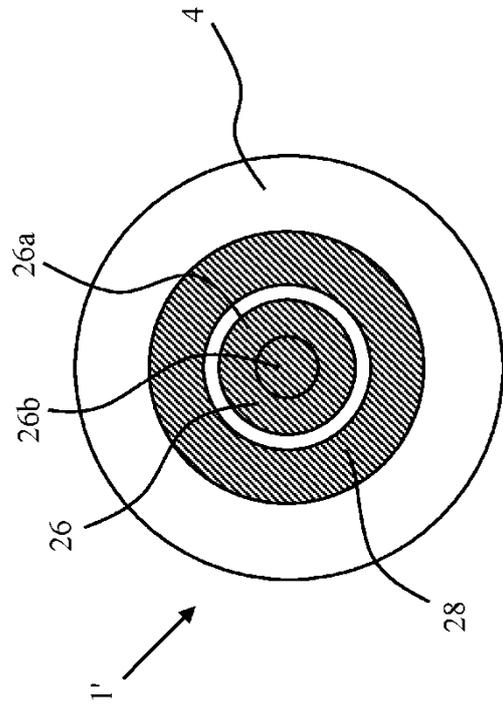


Figura 4

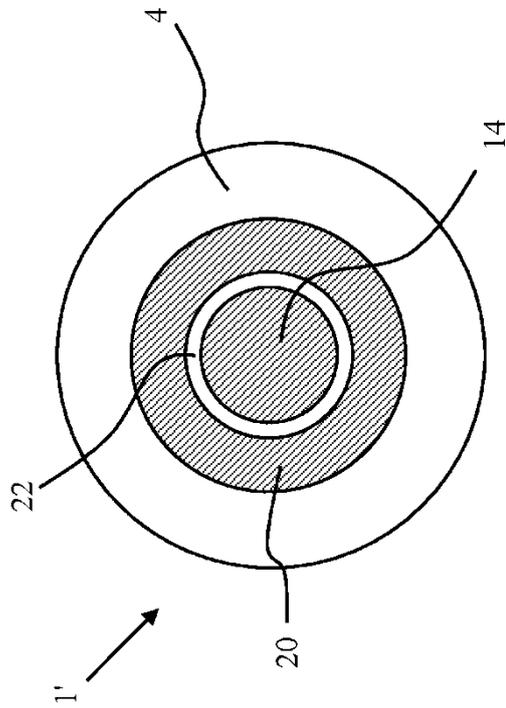


Figura 3

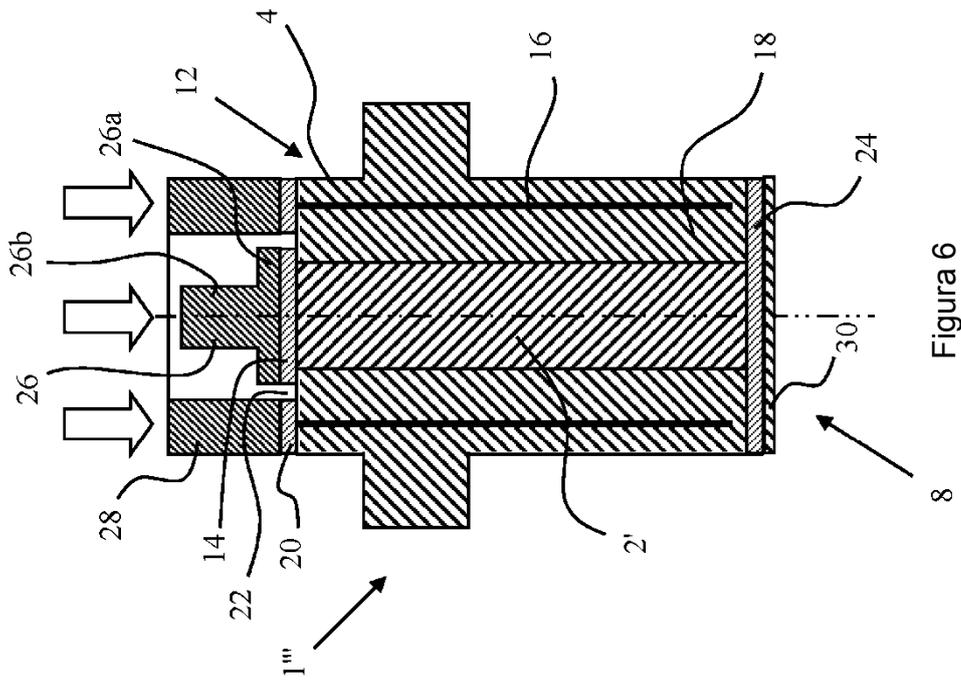


Figura 6

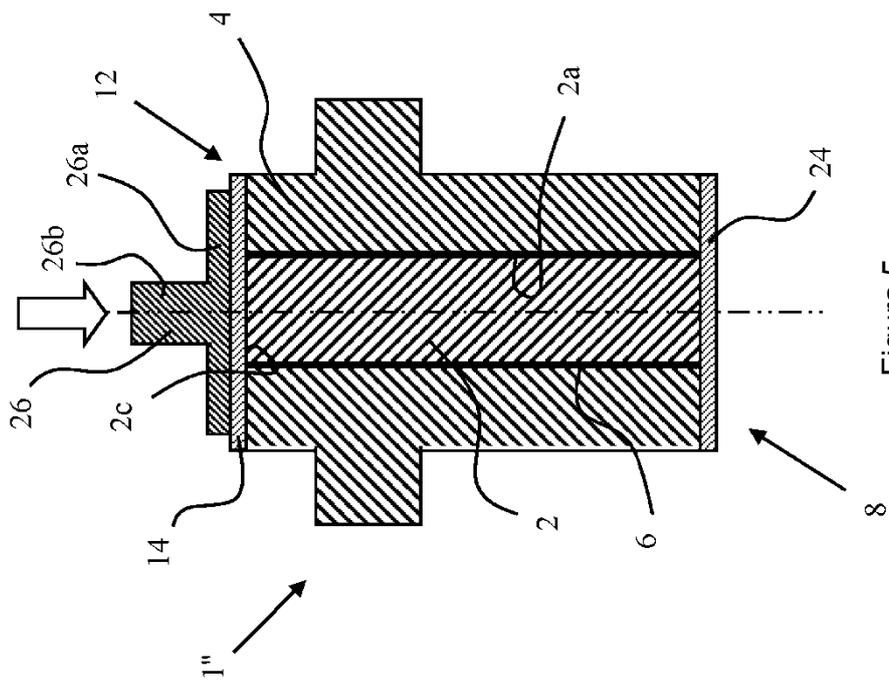


Figura 5