

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 883 400**

51 Int. Cl.:

G01N 27/406 (2006.01)

G01N 27/407 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.03.2014** **PCT/EP2014/055007**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.12.2014** **WO14202245**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.03.2014** **E 14710861 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.06.2021** **EP 3011325**

54 Título: **Elemento sensor con pista conductora y borna**

30 Prioridad:

21.06.2013 DE 102013211796

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

07.12.2021

73 Titular/es:

ROBERT BOSCH GMBH (100.0%)

Postfach 30 02 20

70442 Stuttgart, DE

72 Inventor/es:

JUESTEL, THOMAS;

SCHNEIDER, JENS;

BUSE, FRANK y

ROTTMANN, ANDREAS

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 883 400 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

Elemento sensor con pista conductora y borna

Estado de la técnica

5 La invención parte de elementos sensores conocidos, que se utilizan, por ejemplo, como sensores para gases de escape, en particular como detectores de oxígeno, que cuyo uso está muy extendido en los vehículos de motor. Sin embargo, la invención se puede aplicar en otros tipos de elementos sensores, por ejemplo en sensores para la detección de otros componentes gaseosos de los gases de escape y en sensores de partículas o similares.

10 La invención se refiere, en particular, a un elemento sensor cerámico sinterizado o sinterizable producido, a modo de ejemplo, mediante el ensamblado, en particular el apilado, de láminas en bruto cerámicas individuales, dado el caso impresas.

15 El elemento sensor comprende, en particular, al menos un elemento funcional eléctrico, electroquímico y/o electrónico en una primera zona de extremo, por regla general orientada hacia los gases de escape, del elemento sensor. El elemento sensor puede ser alimentado con electricidad, en el presente caso, por medio de una superficie de contacto sobre la superficie exterior del elemento sensor en una segunda zona, por regla general orientada en sentido contrario a los gases de escape.

El elemento sensor puede ser alimentado con electricidad, en el presente caso, por medio de una conexión eléctrica entre el elemento funcional y la superficie de contacto, que presenta una pista conductora que discurre esencialmente en la dirección longitudinal del elemento sensor en el interior del elemento sensor y una borna que discurre esencialmente en perpendicular a la dirección longitudinal del elemento sensor, en particular en la dirección en altura.

20 Tales elementos sensores se conocen, por ejemplo, por los documentos DE 10 2006 055 797 A1, DE 10 2004 044328 A1 y US 2007108047 A1.

25 La conexión eléctrica debe ser resistente a las altas temperaturas y a los productos químicos durante el funcionamiento y la fabricación del elemento sensor. Por ello, los metales preciosos, como el platino o similares, son muy utilizados. Dado que estos metales preciosos son relativamente caros, existe en este sentido un deseo generalizado de reducir en la medida de lo posible la cantidad de material utilizado.

Esta miniaturización de la conexión eléctrica está limitada por el hecho de que, para una resistencia específica dada, la resistencia total es mayor cuanto más pequeñas son las respectivas secciones de los conductores. Las caídas de tensión o potencia resultantes y/o las distorsiones de la señal solo pueden tolerarse dentro de unos límites especificados.

30 En particular, dicho límite de la resistencia total de esta conexión eléctrica del elemento funcional, en particular de una resistencia de calentamiento, con la superficie de contacto puede verse en el intervalo de 1 a 4 ohmios a 20 °C, en particular en el intervalo de 2 a 3 ohmios a 20 °C.

Ventajas de la invención

35 Los elementos sensores de acuerdo con la invención con las características de la reivindicación 1 o con las características de la reivindicación 2 tienen, en cambio, la ventaja de que la cantidad de material utilizado, por ejemplo metal precioso, que se utiliza para la conexión eléctrica entre el elemento funcional y la superficie de contacto, puede minimizarse sin que se supere una resistencia total, que puede especificarse, de la conexión eléctrica.

40 La invención se basa, en primer lugar, en la consideración de que la pista conductora y la borna son dos secciones de la conexión eléctrica conectadas eléctricamente una detrás de otra. La resistencia total de la conexión eléctrica se obtiene, por tanto, de manera aditiva a partir de las resistencias individuales. En segundo lugar, la invención se basa en la consideración de que, al reducir las secciones transversales de las estructuras conductoras, su resistencia eléctrica es, de manera aproximada, inversamente proporcional a la cantidad de material utilizado.

45 En consecuencia, se ha reconocido que la optimización simultánea de la resistencia total de la conexión eléctrica y de la cantidad de material necesario para la conexión eléctrica se da si la resistencia eléctrica de la pista conductora y la resistencia eléctrica de la borna tienen una relación entre sí no superior a 3 y no inferior a 1/3.

Otra relación aumentaría desproporcionadamente la cantidad de material necesaria en total o necesaria para la sección de menor resistencia sin reducir significativamente la resistencia total.

En la medida en que la resistencia específica de los materiales utilizados depende de la temperatura, debe prestarse especial atención a las distribuciones de temperatura que se producen o pueden producirse habitualmente durante el funcionamiento del sensor. Además de una distribución homogénea de la temperatura, por ejemplo de 20 °C, que representa, por ejemplo, el estado en el momento de la puesta en marcha del sensor, la invención puede implementarse alternativa o adicionalmente también con respecto a distribuciones de temperatura que no son homogéneas. Por ejemplo, en las combinaciones resultantes pueden tomarse como base aumentos de temperatura uniformes en la dirección longitudinal de 750 °C o incluso 1100 °C en la zona del elemento funcional y de 200 °C, 300 °C o incluso 400 °C en la zona de la borna. Tales distribuciones de temperatura están presentes, por ejemplo, en el sensor totalmente calentado, por ejemplo durante el funcionamiento continuo.

Las resistencias eléctricas de las pistas conductoras y de las bornas, incluso a diferentes temperaturas y distribuciones de temperatura, son fácilmente accesibles para el experto en la técnica, por ejemplo, mediante medición. También puede realizar fácilmente ajustes específicos de las resistencias, por ejemplo, modificando las secciones de conductor.

En particular, la invención se refiere a un elemento sensor, en el que tiene lugar ya una miniaturización de una conexión eléctrica del elemento funcional, en particular de una resistencia calefactora, con una superficie de contacto. La resistencia eléctrica de la conexión eléctrica del elemento funcional, en particular de la resistencia calefactora, con la superficie de contacto se sitúa, en este caso, en el intervalo de 1 a 4 ohmios a 20 °C, en particular en el intervalo de 2 a 3 ohmios a 20 °C.

Los términos "dirección longitudinal", "dirección transversal" y "dirección en altura" se usan, en el marco de esta solicitud, básicamente tan solo en el sentido de un sistema de referencia rectangular. En particular, sin embargo, puede tratarse además de las direcciones que distinguen el elemento sensor, por ejemplo, en el caso de un elemento sensor en particular paralelepípedo, la dirección longitudinal puede ser la dirección en la que apuntan los bordes laterales más largos del elemento sensor, la dirección en altura puede ser la dirección en la que apuntan los bordes laterales más cortos del elemento sensor y/o la dirección transversal puede ser la dirección en la que apuntan los bordes laterales del elemento sensor que tienen una longitud media. Por ejemplo, en un elemento sensor en forma de varilla, la dirección longitudinal puede apuntar en la dirección de un eje alrededor del cual el elemento sensor en forma de varilla presenta simetría de revolución o presenta esencialmente simetría de revolución.

Cuando se hace referencia a una dirección solo esencialmente, además de la dirección en sentido estricto, también se consideran direcciones que se desvían ligeramente de esta dirección, por ejemplo en no más de 15°, y/o direcciones que al menos no son ortogonales a esta dirección. Además, una dirección está implementada esencialmente por una estructura incluso cuando la estructura en cuestión solo se desvía en una pequeña subzona, que por ejemplo no abarca más del 10 % de la estructura.

En el marco de esta solicitud, por "longitud del elemento sensor" se entiende la extensión del elemento sensor en la dirección longitudinal, por "ancho del elemento sensor" se entiende la extensión del elemento sensor en la dirección transversal y por "altura del elemento sensor" se entiende la extensión del elemento sensor en la dirección en altura. Esta dirección es decisiva también para la vista en planta del elemento sensor.

Por el término "zona de extremo del elemento sensor" se entiende, con respecto a una dirección longitudinal en el marco de esta solicitud, básicamente tan solo una subzona continua del elemento sensor que abarca el extremo en cuestión del sensor y no constituye más del 50 % de la longitud del elemento sensor. En este sentido, una zona de extremo y una zona de extremo opuesta se solapan, por ejemplo, únicamente en un área. De forma algo más limitada, una zona de extremo del elemento sensor puede entenderse también, en particular, como una subzona continua del elemento sensor que abarca el extremo en cuestión del sensor y no constituye más de un tercio o incluso no más de un cuarto de la longitud del elemento sensor.

El término "elemento funcional" no debe interpretarse, en principio, en el presente caso de manera estrecha. Por ejemplo, puede tratarse de un electrodo de metal precioso o de un electrodo de cermet que se comunice con el exterior del elemento sensor y/o de un calentador de resistencia eléctrica que, en particular, presente una resistencia eléctrica de como máximo 30 ohmios a 20 °C, y/o similares.

En el caso del calentador de resistencia como elemento funcional, dos conexiones eléctricas de las formas de realización descritas en el presente caso pueden estar presentes de manera adyacentes entre sí, en particular con simetría especular.

Manifestaciones ventajosas de la invención prevén que la relación entre la resistencia eléctrica de la pista conductora y la resistencia eléctrica de la borna esté aún más limitada, del orden de 1. La resistencia eléctrica de la pista conductora y la resistencia eléctrica de la borna son entonces iguales o al menos aproximadamente iguales, por ejemplo con una relación en el intervalo de 2 a 1/2 o en el intervalo de 3/2 a 2/3 o en el intervalo del 110 % al 90 %.

Un perfeccionamiento de la invención, que tiene en particular ventajas en cuanto a la tecnología de producción, viene

dado por que la pista conductora está acodada lateralmente en su extremo, orientado en sentido contrario a la zona de extremo, del elemento sensor, en donde la pista conductora discurre en particular de manera excéntrica en la dirección transversal del elemento sensor y en su extremo, orientado en sentido contrario a la zona de extremo (201), del elemento sensor está acodada hacia el lado exterior del elemento sensor. También pueden estar previstas dos de tales pistas conductoras, dispuestas de manera opuesta, en particular simétricamente, en particular de manera excéntrica en la dirección transversal del elemento sensor y en su extremo, orientado en sentido contrario a la zona de extremo, del elemento sensor están acodadas hacia el respectivo lado exterior del elemento sensor. En estas formas de realización resulta ventajoso que la pista conductora pueda guiarse de manera relativamente centrada en la dirección transversal, en una zona del elemento sensor en la que pueden crearse de manera especialmente segura. Las bornas, en cambio, no deben estar a menos de una determinada distancia mínima entre sí, ya que, de lo contrario, se reduciría en particular la resistencia a la rotura del elemento sensor. En total puede optimizarse así adicionalmente el uso de material y la funcionalidad.

En realizaciones particulares de la invención, la borna consiste en un revestimiento conductor de la pared radial de un orificio metalizado del elemento sensor o en un relleno conductor de un orificio metalizado del elemento sensor.

Adicional o alternativamente, la pista conductora puede comprender un conductor de alimentación y un collarín, en donde el conductor de alimentación o una zona de extremo, orientada en sentido contrario a los gases de escape, del conductor de alimentación presenta, en particular, un ancho de conductor de alimentación B constante o esencialmente constante y va desde el elemento funcional hasta la zona de la borna, y el collarín está dispuesto, en la vista en planta del elemento sensor, en particular en forma de anillo circular alrededor del orificio metalizado y provoca la conexión eléctrica entre la borna y el conductor de alimentación, en donde el anillo circular presenta un ancho de anillo circular b, medido radialmente en la vista en planta del orificio metalizado.

De acuerdo con la reivindicación 1, el elemento funcional es un calentador de resistencia eléctrica, que presenta en particular una resistencia eléctrica de como máximo 30 ohmios a 20 °C. En este caso, la conexión eléctrica es conductora de corrientes considerables durante el funcionamiento. Para evitar pérdidas indeseadas o calor residual debe preverse un dimensionamiento suficiente, en particular, del conductor de alimentación de la pista conductora inmediatamente adyacente al calentador de resistencia. La zona del collarín puede diseñarse, en cambio, de manera más económica. Como resultado de una optimización, de acuerdo con la reivindicación 1 está previsto que una relación de anchura, ancho de anillo circular por ancho de conductor de alimentación, se sitúe en el intervalo de 0,1 a 0,4, preferentemente en el intervalo de 0,22 a 0,32. En total puede optimizarse así adicionalmente el uso de material y la funcionalidad.

En particular, el diámetro del orificio metalizado más dos veces el ancho de anillo circular puede ser idéntico o aproximadamente idéntico al ancho de conductor de alimentación. La pista conductora no está engrosada entonces en su extremo en la zona de la borna por el collarín, lo que implica un ahorro de material, sin provocar desventajas funcionales significativas.

En particular, en un elemento sensor sinterizado, el ancho de conductor de alimentación B puede situarse en el intervalo de 0,72 a 1,12 mm y/o el ancho de anillo circular b puede situarse en el intervalo de 0,2 a 0,28 mm y/o el diámetro del orificio metalizado D puede situarse en el intervalo de 0,4 a 0,56 mm. En el caso de elementos sensores no sinterizados deben utilizarse medidas en cada caso un 25 % mayores que las indicadas para los elementos sensores sinterizados.

De acuerdo con la reivindicación 2, el elemento funcional es un electrodo de cermet configurado de manera plana, que se comunica en particular con el exterior del elemento sensor.

En este caso, por la conexión eléctrica pasan durante el funcionamiento solamente corrientes pequeñas. Para ahorrar material, el conductor de alimentación de la pista conductora puede implementarse con un ancho relativamente pequeño. En cambio, la zona del collarín y de la borna no puede ajustarse a escala de la misma manera, ya que, de lo contrario, ya no podría implementarse una puesta en contacto segura en todas las circunstancias desde el punto de vista de la tecnología de producción. De acuerdo con la reivindicación 2 está previsto que una relación de anchura, ancho de anillo circular por ancho de conductor de alimentación, se sitúe en el intervalo de 0,6 a 1,08, preferentemente en el intervalo de 0,70 a 0,90.

En total puede optimizarse así adicionalmente el uso de material y la funcionalidad.

En particular, en un elemento sensor sinterizado, el ancho de conductor de alimentación B puede situarse en el intervalo de 0,30 a 0,6 mm y/o el ancho de anillo circular b puede situarse en el intervalo de 0,22 a 0,36 mm y/o el diámetro del orificio metalizado D puede situarse en el intervalo de 0,4 a 0,56 mm. En el caso de elementos sensores no sinterizados deben utilizarse medidas en cada caso un 25 % mayores que las indicadas para los elementos sensores sinterizados.

En el contexto de la presente invención, puede ser útil, asimismo, la elección de un material específico para pistas conductoras, conductores de alimentación, bornas y superficies de contacto. En principio, se prefieren los materiales con un contenido de metales preciosos del 83 % en peso o más, para poder conseguir las resistencias óhmicas especificadas con un consumo minimizado de metales preciosos. Para al menos un conductor de alimentación hasta el dispositivo calentador se prefieren incluso proporciones de metales preciosos del 95 % en peso o más, por ejemplo del 98 % en peso. Una proporción de como mínimo un 1 % en peso de Al_2O_3 , incluso mejor de como mínimo un 1,5 % en peso de Al_2O_3 , preferentemente de como máximo un 2,5 % en peso de Al_2O_3 , ha resultado favorable para poder realizar un ajuste preciso de la resistencia eléctrica de estas estructuras. Al menos un conductor de alimentación hasta el dispositivo calentador puede estar diseñado de una sola pieza con el dispositivo calentador y a partir del mismo material.

Adicional o alternativamente, para el conductor de alimentación hasta el electrodo de cermet y/o para al menos una superficie de contacto, está previsto una menor proporción de metales preciosos que para el al menos un conductor de alimentación hasta el dispositivo calentador, preferentemente, por ejemplo, de un 83 % en peso a un 87 % en peso, estando previsto en particular en el conductor de alimentación hasta el electrodo de cermet una proporción de ZrO_2 y Y_2O_3 de un 12 % en peso a un 16 % en peso en conjunto. Resulta ventajoso que el conductor de alimentación hasta el electrodo de cermet pueda fabricarse junto con el electrodo de cermet en una etapa de proceso y a partir del mismo material. También para el conductor de alimentación hasta el electrodo de cermet o para el electrodo de cermet es ventajosa una proporción de Al_2O_3 , preferentemente del 0,2 % en peso al 1 % en peso.

Adicional o alternativamente, para al menos una borna está prevista una menor proporción de metales preciosos que para el al menos un conductor de alimentación hasta el dispositivo calentador, preferentemente, por ejemplo, de un 83 % en peso a un 87 % en peso, estando prevista en la borna una proporción de ZrO_2 y Y_2O_3 del 3 % en peso al 8 % en peso en conjunto y, adicionalmente, una proporción de Nb_2O_5 del 6 % en peso al 12 % en peso. Resulta ventajoso que las bornas puedan manipularse mejor en el proceso de producción. En particular, las pastas correspondientes tienen mejores propiedades reológicas y permiten una mejor unión cerámica de las bornas dentro de los elementos sensores. En relación con los elementos sensores que están hechos predominantemente de YSZ, se forma así, además, una conductividad reducida de iones de oxígeno en las zonas de borde de las bornas, lo que mejora la funcionalidad de los elementos sensores.

Las proporciones de metales preciosos anteriormente mencionadas pueden consistir, en particular, en platino. Alternativamente, en particular con respecto a al menos una borna, para la estabilización de la fase metálica, ciertas proporciones, preferentemente del 0,2 % en peso al 0,8 % en peso con respecto a la composición total de los materiales, pueden consistir en rodio y/o ciertas proporciones, preferentemente del 0,2 % en peso al 1 % en peso con respecto a la composición total de los materiales, pueden consistir en paladio.

Otras proporciones de metales preciosos pueden estar previstas siempre.

Dibujo

La figura 1 muestra, en representación en despiece ordenado, en perspectiva y esquemáticamente, un elemento sensor de acuerdo con la invención. Las demás figuras muestran vistas detalladas ampliadas.

Descripción del ejemplo de realización

La figura 1 muestra como ejemplo de realización de la invención una vista global de un elemento sensor 20 que puede disponerse en una carcasa de un sensor de medición de gases (no dibujado) que sirve para determinar la concentración de oxígeno en los gases de escape de un motor de combustión (no dibujado). Provista de correspondientes elementos funcionales, la invención también es, evidentemente, adecuada en elementos sensores para otros sensores, por ejemplo, sensores para la medición de partículas.

El elemento sensor se extiende, en la figura 1, en la dirección longitudinal de izquierda a derecha, estando ilustrada una primera zona de extremo 201 del elemento sensor 20 a la derecha y una segunda zona de extremo 202 del elemento sensor 20 a la izquierda. En la instalación y el funcionamiento previstos, la primera zona de extremo 201 del elemento sensor 20 está orientada hacia los gases de escape y la segunda zona de extremo 202 del elemento sensor 20 está orientada en sentido contrario a los gases de escape.

Además, el elemento sensor 20 se extiende, en la figura 1, en la dirección transversal de delante atrás y, en la dirección en altura, de abajo arriba.

El elemento sensor 20 está construido a partir de capas cerámicas impresas, que están configuradas en este ejemplo como una primera, una segunda y una tercera lámina de electrolito sólido 21, 22, 23 y que contienen óxido de zirconio estabilizado con óxido de itrio (YSZ). Las láminas de electrolito sólido 21, 22, 23 presentan, en el ejemplo, antes de

una operación de sinterización, una longitud de 72 mm, un ancho de 5 mm y una altura de 540 µm. Las láminas de un elemento sensor 20 sinterizado presentan longitudes de borde un 20 % menores.

5 La primera lámina de electrolito sólido 21 está provista, en su área amplia que apunta hacia fuera desde el punto de vista del elemento sensor 20, en la figura 1 abajo, en la segunda zona de extremo 202 del elemento sensor 20, de una superficie de contacto 43 y de una superficie de contacto 44 adicional, en este caso impresa; véase también la figura 3.

10 La primera lámina de electrolito sólido 21 está provista, en su área amplia que apunta hacia dentro desde el punto de vista del elemento sensor 20, en la figura 1 arriba, en la primera zona de extremo 201 del elemento sensor 20, de un dispositivo calentador 311 serpenteante como un elemento funcional 31 que sirve para calentar la primera zona de extremo 201 del elemento sensor 20. Como prolongación del dispositivo calentador 311 serpenteante está conectada a sus extremos, en cada caso, una pista conductora 321, 322, estando la transición del dispositivo calentador 311 a la pista conductora 321, 322 caracterizada por un incremento de la anchura y/o altura estructural o una disminución de la resistencia eléctrica por longitud.

15 Las pistas conductoras 321, 322 presentan en el lado de los gases de escape una sección designada como conductor de alimentación 323, 325, que tiene, en el presente caso, un ancho constante. Las pistas conductoras 321, 322 presentan, además, orientada en sentido contrario a los gases de escape, una sección designada como collarín 324, 326, que en presente caso está configurada en forma de anillo; véase también la figura 4.

20 La primera lámina de electrolito sólido 21 está provista, sobre su área grande que apunta hacia dentro desde el punto de vista del elemento sensor 20, en la figura 1 arriba, además, de capas aislantes 330 y de un marco de estanqueidad 331, así como de una capa de aglutinante para láminas 333, en este caso impresa.

La primera lámina de electrolito sólido 21 presenta, en la segunda zona de extremo 202, dos bornas 501, 502 que discurren en dirección perpendicular a través de la primera lámina de electrolito sólido 21 y conectan de manera eléctricamente conductora en cada caso una superficie de contacto 43, 44 con un collarín 324, 326 de una pista conductora 321, 322; véase la figura 6.

25 La segunda lámina de electrolito sólido 22 está provista a ambos lados de en cada caso una capa de aglutinante para láminas 333; además, la segunda lámina de electrolito sólido 22 presenta un canal de gas de referencia 35 que se extiende longitudinalmente desde una abertura de gas de referencia 351 dispuesta orientada en sentido contrario a los gases de escape hasta la primera zona de extremo 201 del elemento sensor 20 y, a este respecto, discurre por el centro en la dirección transversal. El canal de gas de referencia 35 está configurado de manera no rellena, en particular
30 no están previstos en el mismo rellenos porosos.

La tercera lámina de electrolito sólido 23 está provista, en su área amplia que apunta hacia dentro desde el punto de vista del elemento sensor 20, en la figura 1 abajo, de manera opuesta al canal de gas de referencia 35, de un electrodo de cermet 312 como elemento funcional 31 para la medición de una concentración de oxígeno. Como prolongación del electrodo de cermet 312 está conectada en su extremo una pista conductora 328, estando caracterizada la
35 transición del electrodo de cermet a la pista conductora 328 por una disminución del ancho estructural.

La pista conductora 328 presenta en el lado de los gases de escape una sección designada como conductor de alimentación 327, que tiene, en el presente caso, un ancho constante. La pista conductora 328 presenta, además, orientada de manera contraria a los gases de escape, una sección designada como collarín 329, que en presente caso está configurada en
40 forma de anillo; véase también la figura 5. En este lado de la tercera capa de electrolito sólido 23 está prevista, al menos donde no esté por lo demás impresa, una capa de aglutinante para láminas 333.

La tercera lámina de electrolito sólido 23 está provista, en su área amplia que apunta hacia fuera desde el punto de vista del elemento sensor 20, en la figura 1 arriba, en la segunda zona de extremo 202 del elemento sensor 20, de una superficie de contacto 45 y de una superficie de contacto 46 adicional, en este caso impresa; véase también la
45 figura 2.

A la superficie de contacto 46 adicional se conecta una pista conductora 320 con, por ejemplo, ancho constante, que se extiende hasta un electrodo de cermet 313 adicional dispuesto en la primera zona de extremo 201 del elemento sensor 20. La pista conductora 320 está cubierta con una capa de cobertura 361 por ejemplo espesa y el electrodo de cermet 313 adicional está provisto de capas porosas 362, de modo que está garantizada una comunicación entre el
50 exterior y el electrodo de cermet 313 adicional.

La tercera lámina de electrolito sólido 23 presenta, en la segunda zona de extremo, una borna 503, que discurre en dirección perpendicular a través de la tercera lámina de electrolito sólido 23 y que conecta de manera eléctricamente conductora la superficie de contacto 45 con el collarín 329; véase la figura 6.

En la figura 2 se muestra la segunda zona de extremo 202, orientada en sentido contrario a los gases de escape, del elemento sensor 20 en la vista en planta de la tercera lámina de electrolito sólido 23. Allí, mirando hacia la primera zona de extremo 201, orientada hacia los gases de escape, del elemento sensor 20 está dispuesta la superficie de contacto 45 a la izquierda.

- 5 La superficie de contacto 45 se compone de tres subzonas, a saber, una zona de tronco 451, una zona de cabeza 452 y una zona de cuello 453. La zona de tronco 451 está dispuesta en el lado de la superficie de contacto 45 dirigido en sentido contrario a los gases de escape. Esta tiene una base de forma alargada, que resulta de un rectángulo de igual longitud y anchura mediante el redondeo máximo de las esquinas, es decir, mediante un redondeo con un radio de curvatura R que corresponde a la mitad de la anchura de la zona de tronco 451 o la zona de contacto 45. De esta manera se obtienen, por tanto, zonas de extremo semicirculares de la zona de tronco 451 o de la superficie de contacto 45 en el lado de la superficie de contacto 45 orientado en sentido contrario a los gases de escape.

- 10 En referencia a un elemento sensor 20 no sinterizado (sinterizado: -20 %), la longitud de la zona de tronco 451 asciende, en este ejemplo, a 2,5 mm o más, y el ancho de la zona de tronco, a 4511,5 mm o más. La zona de tronco 451 está distanciada del lado exterior izquierdo del elemento sensor 20 0,4 mm o menos y del lado exterior delantero del elemento sensor 20 1,3 mm o menos.

La zona de cabeza 452 está dispuesta en el lado de la superficie de contacto 45 dirigido hacia los gases de escape. La zona de cabeza 452 está configurada, por ejemplo, en forma anular, con un diámetro interior de 0,5 mm o menos y un diámetro exterior de 1 mm o más, en referencia a un elemento sensor 20 no sinterizado (sinterizado: -20 %).

- 20 La zona de cuello 453 está configurada entre la zona de tronco 451 y la zona de cabeza 452. Forma con respecto a la zona de tronco 451 y la zona de cabeza 452 una estricción de la superficie de contacto 45 con un ancho mínimo de, en el ejemplo, 0,3 mm y una longitud de 0,3 mm, en referencia a un elemento sensor 20 no sinterizado (sinterizado: -20 %).

- 25 La zona de tronco 451 presenta, en el ejemplo, simetría especular con respecto a un eje que apunta en la dirección longitudinal del elemento sensor 20. La zona de cabeza 452 y la zona de cuello 453 presenta, igualmente, simetría especular, pero con respecto a un eje que está rotado 9° con respecto al eje longitudinal del elemento sensor 20 en la vista en planta del elemento sensor 20 en el sentido de giro matemáticamente negativo, de modo que la zona de cabeza 452 y la zona de cuello 453 están ladeadas en conjunto ligeramente hacia el centro del sensor.

La zona de cabeza 452 de la superficie de contacto 45 coopera con una borna 503 a través de la tercera capa de electrolito sólido 23 de manera eléctricamente conductora.

- 30 En la figura 2 está dispuesta, asimismo, mirando hacia la primera zona de extremo 201, orientada hacia los gases de escape, del elemento sensor 20, la superficie de contacto 46 adicional a la derecha junto a la superficie de contacto 45. La disposición y el tamaño de la superficie de contacto 46 adicional se corresponde, en este sentido, es decir, intercambiando izquierda y derecha, con la disposición y el tamaño de la zona de tronco 451 de la superficie de contacto 45 con la condición de que entre la superficie de contacto 45 y la superficie de contacto 46 adicional haya una distancia de como mínimo 0,6 mm, en referencia a un elemento sensor 20 no sinterizado (sinterizado: -20 %).

- 35 La superficie de contacto 46 adicional se compone únicamente de una parte correspondiente a la zona de tronco 451 de la superficie de contacto 45, es decir, no presenta ni zona de cabeza ni de cuello. Tampoco coopera con una borna, sino que está directamente en contacto con la pista conductora 328 que lleva al electrodo de cermet 313 adicional. Un eje central de la pista conductora 328 en la dirección longitudinal está desplazado, a este respecto, transversalmente hacia dentro con respecto a un eje central de la superficie de contacto 46 adicional en la dirección longitudinal, de 0,1 mm a 0,4 mm, en el ejemplo 0,2 mm, en referencia a un elemento sensor 20 no sinterizado (sinterizado: -20 %).

Las superficies de contacto 45, 46 presentan una proporción de metales preciosos del 83 % en peso al 87 % en peso, y una proporción de ZrO₂ y Y₂O₃ del 12 % en peso al 16 % en peso en conjunto.

- 45 En la figura 3 se muestra la segunda zona de extremo 202, orientada hacia los gases de escape, del elemento sensor 20 en vista desde abajo de la primera lámina de electrolito sólido 21 que apunta hacia abajo en la figura 1. Allí, mirando hacia la primera zona de extremo 201, orientada hacia los gases de escape, del elemento sensor 20 está dispuesta la superficie de contacto 43 a la izquierda.

- 50 La superficie de contacto 43 se compone de tres subzonas, a saber, una zona de tronco 431, una zona de cabeza 432 y una zona de cuello 433. La zona de tronco 431 está dispuesta en el lado de la superficie de contacto 43 dirigido en sentido contrario a los gases de escape. Esta tiene una base de forma alargada, que resulta de un rectángulo de igual longitud y anchura mediante el redondeo máximo de las esquinas, es decir, mediante un redondeo con un radio de curvatura R que corresponde a la mitad de la anchura de la zona de tronco 431 o la zona de contacto 43. De esta manera se obtienen, por tanto, zonas de extremo semicirculares de la zona de tronco 431 o de la superficie de contacto

43 en el lado de la superficie de contacto 43 orientado en sentido contrario a los gases de escape.

En referencia a un elemento sensor 20 no sinterizado (sinterizado: -20 %), la longitud de la zona de tronco 431 asciende, en este ejemplo, a 2,5 mm o más, y el ancho de la zona de tronco, a 4311,5 mm o más. La zona de tronco 431 está distanciada del lado exterior izquierdo del elemento sensor 20 0,4 mm o menos y del lado exterior delantero del elemento sensor 20 1,3 mm o menos.

La zona de cabeza 432 está dispuesta en el lado de la superficie de contacto 43 dirigido hacia los gases de escape. La zona de cabeza 432 está configurada, por ejemplo, en forma anular, con un diámetro interior de 0,5 mm o menos y un diámetro exterior de 1 mm o más, en referencia a un elemento sensor 20 no sinterizado (sinterizado: -20 %).

La zona de cuello 433 está configurada entre la zona de tronco 431 y la zona de cabeza 432. Forma con respecto a la zona de tronco 431 y la zona de cabeza 432 una estricción de la superficie de contacto 43 con un ancho mínimo de, en el ejemplo, 0,9 mm y una longitud de 0,3 mm, en referencia a un elemento sensor 20 no sinterizado (sinterizado: -20 %).

La zona de cuello 433 de la superficie de contacto 43 es esencialmente más ancha, en este caso en un factor mayor que 2, que la zona de cuello 451 de la superficie de contacto 45 en la figura 2. Esto se debe a que a través de la superficie de contacto 43 del dispositivo calentador 311 se alimentan altas corrientes, mientras que a través de la superficie de contacto 45 del electrodo de cermet 312 solo se alimentan corrientes relativamente pequeñas. La superficie de contacto 43 está diseñada, por consiguiente, con una resistencia óhmica disminuida o una zona de cuello 433 ensanchada.

La zona de tronco 431 presenta, en el ejemplo, simetría especular con respecto a un eje que apunta en la dirección longitudinal del elemento sensor 20. La zona de cabeza 432 y la zona de cuello 433 presenta, igualmente, simetría especular, pero con respecto a un eje que está rotado 9° con respecto al eje longitudinal del elemento sensor 20 en la vista en planta del elemento sensor 20 en el sentido de giro matemáticamente negativo, de modo que la zona de cabeza 432 y la zona de cuello 433 están ladeadas en conjunto ligeramente hacia el centro del sensor.

La zona de cabeza 432 de la superficie de contacto 43 coopera con una borna 501 a través de la primera capa de electrolito sólido 21 de manera eléctricamente conductora.

En la figura 3 está dispuesta, asimismo, mirando hacia la primera zona de extremo 201, orientada en sentido contrario a los gases de escape, del elemento sensor 20, la superficie de contacto 44 adicional a la derecha junto a la superficie de contacto 43. La disposición y el tamaño de la superficie de contacto 46 adicional se corresponden, en este sentido, es decir, intercambiando izquierda y derecha y el sentido de giro positivo por el sentido de giro negativo, con la disposición y el tamaño de la zona de contacto 43 con la condición de que entre la superficie de contacto 43 y la superficie de contacto 44 adicional haya una distancia de como mínimo 0,6 mm, en referencia a un elemento sensor 20 no sinterizado (sinterizado: -20 %).

Las superficies de contacto 43, 44 presentan una proporción de metales preciosos del 83 % en peso al 87 % en peso, y una proporción de ZrO₂ y Y₂O₃ del 12 % en peso al 16 % en peso en conjunto.

En la figura 4 se muestra la segunda zona de extremo 202, orientada en sentido contrario a los gases de escape, del elemento sensor 20 en la vista en planta de la primera lámina de electrolito sólido 21, en la figura 1 desde arriba. Allí, mirando hacia la primera zona de extremo 201, orientada hacia los gases de escape, del elemento sensor 20 está dispuesta la pista conductora 322 a la derecha. La pista conductora 322 se compone de dos subzonas, a saber, un conductor de alimentación 325 y un collarín 326.

El conductor de alimentación 325 forma la parte de la pista conductora 322 en el lado de los gases de escape y se extiende desde el dispositivo calentador 311 en el lado de los gases de escape hasta el collarín 326 dispuesto orientado en sentido contrario a los gases de escape respecto al conductor de alimentación 325. En el presente caso, el conductor de alimentación 325 presenta un ancho B de 1,2 mm y discurre en el lado de los gases de escape con una separación en la dirección transversal de 0,25 mm con respecto al eje longitudinal central del elemento sensor 20, en cada caso en referencia a un elemento sensor 20 no sinterizado (sinterizado: -20 %). En una zona de extremo orientada en sentido contrario a los gases de escape, el conductor de alimentación 325 está acodado hacia la derecha, es decir, hacia fuera, con un ángulo de 18°.

El collarín 326 está configurado de manera anular y describe, en el presente caso, un arco de 180°, cuyo diámetro exterior es idéntico al ancho B del conductor de alimentación 325 y cuyo diámetro interior asciende a 0,4 mm. Un ancho del collarín asciende, por tanto, a 0,3 mm, en cada caso en referencia a un elemento sensor 20 no sinterizado (sinterizado: -20 %). Una relación de anchura de ancho de collarín b con respecto a ancho de conductor de alimentación B asciende a 0,33.

- La resistencia eléctrica de la borna 501 es igual o aproximadamente igual a la resistencia eléctrica de la pista conductora 322, en referencia a una distribución de temperaturas que aparecen durante el funcionamiento del sensor o que pueden aparecer habitualmente. Además de una distribución de temperaturas homogénea, por ejemplo de 20 °C, en este caso también pueden establecerse alternativamente distribuciones de temperaturas no homogéneas.
- 5 Por ejemplo, pueden tomarse como base aumentos de temperatura uniformes en la dirección longitudinal de 1100 °C en la zona del dispositivo calentador 311 y de 200 °C, 300 °C o incluso 400 °C en la zona de la borna 501.
- La resistencia eléctrica de la conexión eléctrica del elemento funcional, en particular del dispositivo calentador 311 con la superficie de contacto 43 se sitúa, por ejemplo, en el intervalo de 2,5 ohmios a 20 °C.
- 10 En la figura 4, mirando hacia la primera zona de extremo 201, orientada hacia los gases de escape, del elemento sensor 20, la pista conductora 321 está dispuesta, asimismo, simétricamente con respecto a la pista conductora 322 en referencia al eje longitudinal central. La disposición y el tamaño de la pista conductora 321 se corresponde en este sentido, es decir, intercambiando izquierda y derecha, con la disposición y el tamaño de la pista conductora 322.
- Los conductores de alimentación 325, 323 presentan una proporción de metales preciosos de más del 95 % en peso, por ejemplo, del 98 % en peso y como mínimo el 1 % en peso de Al₂O₃.
- 15 La resistencia eléctrica de la borna 502 es igual o aproximadamente igual a la resistencia eléctrica de la pista conductora 321, en referencia a una distribución de temperaturas que aparecen durante el funcionamiento del sensor o que pueden aparecer habitualmente. Además de una distribución de temperaturas homogénea, por ejemplo de 20 °C, en este caso también pueden establecerse alternativamente distribuciones de temperaturas no homogéneas.
- 20 Por ejemplo, pueden tomarse como base aumentos de temperatura uniformes en la dirección longitudinal de 1100 °C en la zona del dispositivo calentador 311 y de 200 °C, 300 °C o incluso 400 °C en la zona de la borna 501.
- La figura 4a muestra, como variante, un elemento sensor 20 con conductores de alimentación 323, 325 ligeramente modificados, consistiendo la modificación únicamente en que el ancho B de los conductores de alimentación 323, 225 solamente asciende a 1,08 mm, en lugar de a 1,2 mm, es decir, se reduce ligeramente (10 %) en comparación con el collarín 324, 326. Las medidas métricas son en referencia a un elemento sensor 20 no sinterizado (sinterizado -20 %).
- 25 En la figura 5 se muestra la segunda zona de extremo 202, orientada en sentido contrario a los gases de escape, del elemento sensor 20 en vista desde abajo de la tercera lámina de electrolito sólido 23, en la figura 3 desde abajo. Allí, mirando hacia la primera zona de extremo 201, orientada hacia los gases de escape, del elemento sensor 20 está dispuesta la pista conductora 322 a la derecha. La pista conductora 322 se compone de dos subzonas, a saber, un conductor de alimentación 327 y un collarín 329.
- 30 El conductor de alimentación 327 forma la parte de la pista conductora en el lado de los gases de escape y se extiende desde el electrodo de cermet 312 en el lado de los gases de escape hasta el collarín 329 dispuesto orientado en sentido contrario a los gases de escape respecto al conductor de alimentación 327. En el presente caso, el conductor de alimentación presenta un ancho B de 0,4 mm (no sinterizado; sinterizado: -20 %) y discurre en el lado de los gases de escape de tal modo que, en proyección perpendicular en la vista en planta del elemento sensor 20, está dispuesto
- 35 dentro del canal de gas de referencia 35. Esta parte del conductor de alimentación 327 está protegida, por tanto, durante el proceso de producción en gran medida frente a aplastamientos.
- En una zona de extremo orientada en sentido contrario a los gases de escape, el conductor de alimentación 327 está acodado hacia la derecha, es decir, hacia fuera, con un ángulo de no más de 25°, en este caso de 8°. En esta zona de extremo orientada en sentido contrario a los gases de escape, el conductor de alimentación interseca el borde del canal de gas de referencia 35 en proyección perpendicular en la vista en planta del elemento sensor 20. Debido al ángulo de intersección relativamente pequeño se obtiene una zona de solapamiento larga entre la pista conductora 328 y el borde del canal de gas de referencia 35 y, por tanto, a su vez, una buena protección frente a aplastamientos del conductor de alimentación 327 durante el proceso de producción.
- 40 El collarín 329 está configurado de manera anular. Un ancho del collarín b asciende a 0,3 mm, en referencia a un elemento sensor 20 no sinterizado (sinterizado: -20 %). Una relación de anchura de ancho de collarín b con respecto a ancho de conductor de alimentación B asciende a 0,75.
- 45 El conductor de alimentación 327 presenta una proporción de metales preciosos del 83 % en peso al 87 % en peso, y una proporción de ZrO₂ y Y₂O₃ del 12 % en peso al 16 % en peso en conjunto.
- 50 La resistencia eléctrica de la borna 503 es igual o aproximadamente igual a la resistencia eléctrica de la pista conductora 328, en referencia a una distribución de temperaturas que aparecen durante el funcionamiento del sensor o que pueden aparecer habitualmente. Además de una distribución de temperaturas homogénea, por ejemplo de 20 °C, en este caso también pueden establecerse alternativamente distribuciones de temperaturas no homogéneas. Por ejemplo, pueden tomarse como base aumentos de temperatura uniformes en la dirección longitudinal de 750 °C

en la zona del electrodo de cermet 312 y de 200 °C, 300 °C o incluso 400 °C en la zona de la borna 503.

- 5 La figura 5a muestra, como variante, un elemento sensor 20 con conductor de alimentación 328 ligeramente modificado, consistiendo la modificación únicamente en que el ancho B del conductor de alimentación 328 en la zona de extremo orientada en sentido contrario a los gases de escape con respecto a la zona del conductor de alimentación 328 orientada hacia los gases de escape se aumenta un 50 %, desde 0,4 mm hasta 0,6 mm. Las medidas métricas son en referencia a un elemento sensor 20 no sinterizado (sinterizado -20 %).

Un corte a través del elemento sensor 20 mostrado en las figuras 1 a 5 anteriores, en un plano perpendicular a la dirección longitudinal del elemento sensor 20 a través de las bornas 501, 502, 503 se muestra de manera meramente esquemática en la figura 6.

- 10 Las bornas 501, 502, 503 están configuradas como revestimiento conductor de la pared radial de un orificio metalizado 601, 602, 603 del elemento sensor 20. El diámetro de los orificios metalizados 601, 602, 603 asciende, en el ejemplo, a 0,6 mm, en referencia a un elemento sensor 20 no sinterizado (sinterizado: - 20 %, es decir, 0,48 mm).

Como puede verse, las bornas 501, 502, 503 están realizadas en cada caso sin solapamiento con el canal de gas de referencia 35 en la vista en planta del elemento sensor 20.

- 15 Las bornas 501, 502, 503 presentan una proporción de metales preciosos del 83 % en peso al 87 % en peso, y una proporción de ZrO₂ y Y₂O₃ del 3 % en peso al 8 % en peso en conjunto y, adicionalmente, una proporción de Nb₂O₅ del 6 % en peso al 12 % en peso.

- 20 Un corte a través del elemento sensor 20 mostrado en las figuras 1 a 5 anteriores, en un plano perpendicular a la dirección longitudinal del elemento sensor 20 aproximadamente en la zona de la mitad de la extensión longitudinal del elemento sensor 20 se muestra de manera meramente esquemática en la figura 7.

- 25 Como puede verse, en la vista en planta del elemento sensor 20, la pista conductora 328 o el conductor de alimentación 327, que conducen al electrodo de cermet 312, crea un solapamiento 703 en toda su anchura con el canal de referencia 35. Además, las pistas conductoras 321, 322, o los conductores de alimentación 323, 325, que conducen al calentador de resistencia, crean un solapamiento 701, 702 en cada caso en aprox. un 10 % de su anchura con el canal de referencia 35.

REIVINDICACIONES

1. Elemento sensor, en particular para la detección de una propiedad física de un gas, en particular para la detección de la concentración de un componente gaseoso o la temperatura o un componente sólido o un componente líquido de los gases de escape de un motor de combustión, en donde el elemento sensor (20) presenta una primera zona de extremo (201) y una segunda zona de extremo (202) opuestas la una a la otra en su dirección longitudinal, en donde el elemento sensor (20) presenta en la primera zona de extremo (201), en el interior del elemento sensor (20), un elemento funcional (31, 311, 312) que está conectado de manera eléctricamente conductora con una superficie de contacto (43, 44, 45) dispuesta en la segunda zona de extremo (202) sobre la superficie exterior del elemento sensor (20), en donde la conexión eléctricamente conductora entre el elemento funcional (31, 311, 312) y la superficie de contacto (43, 44, 45) presenta una pista conductora (321, 322, 328) que discurre en el interior del elemento sensor (20) esencialmente en la dirección longitudinal y una borna (501, 502, 503) que discurre esencialmente en perpendicular a la dirección longitudinal del elemento sensor, en donde una resistencia eléctrica de la pista conductora (321, 322, 328) y una resistencia eléctrica de la borna (501, 502, 503) tienen una relación entre sí no superior a 3 y no inferior a 1/3 y en donde la borna (501, 502, 503) consiste en un revestimiento conductor de la pared radial de un orificio metalizado (601, 602, 603) del elemento sensor (20) y la pista conductora (321, 322, 328) comprende un conductor de alimentación (323, 325, 327) y un collarín (324, 326, 329), en donde el conductor de alimentación (323, 325, 327) o una zona de extremo, orientada en sentido contrario a los gases de escape, del conductor de alimentación (323, 325, 327) presenta un ancho de conductor de alimentación (B) constante o esencialmente constante y va desde el elemento funcional (31, 311, 312) hasta la zona de la borna (501, 502, 503), y el collarín (324, 326, 329) está dispuesto, en la vista en planta del elemento sensor (20), en forma de anillo circular alrededor del orificio metalizado (601, 602, 603), y provoca la conexión eléctrica entre la borna (501, 502, 503) y el conductor de alimentación (323, 325, 327), en donde el anillo circular presenta un ancho de anillo circular (b), medido radialmente en la vista en planta del orificio metalizado (601, 602, 603), en donde el elemento funcional (31) es un calentador de resistencia eléctrica (311) y en donde una relación de anchura, ancho de anillo circular (b) por ancho de conductor de alimentación (B), se sitúa en el intervalo de 0,1 a 0,4.

2. Elemento sensor, en particular para la detección de una propiedad física de un gas, en particular para la detección de la concentración de un componente gaseoso o la temperatura o un componente sólido o un componente líquido de los gases de escape de un motor de combustión, en donde el elemento sensor (20) presenta una primera zona de extremo (201) y una segunda zona de extremo (202) opuestas la una a la otra en su dirección longitudinal, en donde el elemento sensor (20) presenta en la primera zona de extremo (201), en el interior del elemento sensor (20), un elemento funcional (31, 311, 312) que está conectado de manera eléctricamente conductora con una superficie de contacto (43, 44, 45) dispuesta en la segunda zona de extremo (202) sobre la superficie exterior del elemento sensor (20), en donde la conexión eléctricamente conductora entre el elemento funcional (31, 311, 312) y la superficie de contacto (43, 44, 45) presenta una pista conductora (321, 322, 328) que discurre en el interior del elemento sensor (20) esencialmente en la dirección longitudinal y una borna (501, 502, 503) que discurre esencialmente en perpendicular a la dirección longitudinal del elemento sensor, en donde una resistencia eléctrica de la pista conductora (321, 322, 328) y una resistencia eléctrica de la borna (501, 502, 503) tienen una relación entre sí no superior a 3 y no inferior a 1/3 y en donde la borna (501, 502, 503) consiste en un revestimiento conductor de la pared radial de un orificio metalizado (601, 602, 603) del elemento sensor (20) y la pista conductora (321, 322, 328) comprende un conductor de alimentación (323, 325, 327) y un collarín (324, 326, 329), en donde el conductor de alimentación (323, 325, 327) o una zona de extremo, orientada en sentido contrario a los gases de escape, del conductor de alimentación (323, 325, 327) presenta un ancho de conductor de alimentación (B) constante o esencialmente constante y va desde el elemento funcional (31, 311, 312) hasta la zona de la borna (501, 502, 503), y el collarín (324, 326, 329) está dispuesto, en la vista en planta del elemento sensor (20), en forma de anillo circular alrededor del orificio metalizado (601, 602, 603), y provoca la conexión eléctrica entre la borna (501, 502, 503) y el conductor de alimentación (323, 325, 327), en donde el anillo circular presenta un ancho de anillo circular (b), medido radialmente en la vista en planta del orificio metalizado (601, 602, 603), en donde el elemento funcional (31) es un electrodo de cermet (312) de configuración plana y en donde una relación de anchura, ancho de anillo circular (b) por ancho de conductor de alimentación (B), se sitúa en el intervalo de 0,6 a 1,08.

3. Elemento sensor según una de las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado por que** la resistencia eléctrica de la pista conductora (321, 322, 328) y la resistencia eléctrica de la borna (501, 502, 503) son iguales o al menos aproximadamente iguales.

4. Elemento sensor según una de las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado por que** la pista conductora (321, 322, 328) está acodada lateralmente en su extremo, orientado en sentido contrario a la zona de extremo (201), del elemento sensor (20), en donde la pista conductora (321, 322, 328) discurre de manera excéntrica, en particular, en la dirección transversal del elemento sensor (20) y está acodada hacia el lado exterior en su extremo, orientado en sentido contrario a la zona de extremo (201), del elemento sensor (20).

5. Elemento sensor según la reivindicación 1, **caracterizado por que** el calentador de resistencia eléctrica (311) presenta una resistencia eléctrica de como máximo 30 ohmios a 20 °C.

6. Elemento sensor según una de las reivindicaciones 1 o 5, **caracterizado por que** una relación de anchura, ancho de anillo circular (b) por ancho de conductor de alimentación (B), se sitúa en el intervalo de 0,22 a 0,32.
- 5 7. Elemento sensor según la reivindicación 1, 5 o 6, **caracterizado por que** el diámetro (D) del orificio metalizado más dos veces el ancho de anillo circular (b) es idéntico o aproximadamente idéntico al ancho de conductor de alimentación (B).
8. Elemento sensor según una de las reivindicaciones 1 o 5 a 7, **caracterizado por que** el ancho de conductor de alimentación (B) se sitúa en el intervalo de 0,72 a 1,12 mm y el ancho de anillo circular (b) asciende al intervalo de 0,2 a 0,28 mm y el diámetro (D) del orificio metalizado (601, 602, 603) se sitúa en el intervalo de 0,4 a 0,56 mm.
- 10 9. Elemento sensor según la reivindicación 2, **caracterizado por que** el electrodo de cermet (312) se comunica con el exterior del elemento sensor (20).
10. Elemento sensor según la reivindicación 2 o 9, **caracterizado por que** una relación de anchura, ancho de anillo circular (b) por ancho de conductor de alimentación (B), se sitúa en el intervalo de 0,70 a 0,90.
- 15 11. Elemento sensor según una de las reivindicaciones 2 o 9 a 10, **caracterizado por que** el ancho de conductor de alimentación (B) se sitúa en el intervalo de 0,30 a 0,6 mm y el ancho de anillo circular (b) asciende al intervalo de 0,22 a 0,36 mm y el diámetro (D) del orificio metalizado (601, 602, 603) se sitúa en el intervalo de 0,4 a 0,56 mm.
12. Elemento sensor según una de las reivindicaciones 1 o 5 a 8, que es al mismo tiempo un elemento sensor según una de las reivindicaciones 2 o 9 a 11, en donde la borna (501, 502) perteneciente al dispositivo calentador (311) se sitúa frente a la borna (503) perteneciente al electrodo de cermet (312), en dirección perpendicular a la dirección longitudinal del elemento sensor y en perpendicular a la dirección transversal del elemento sensor.

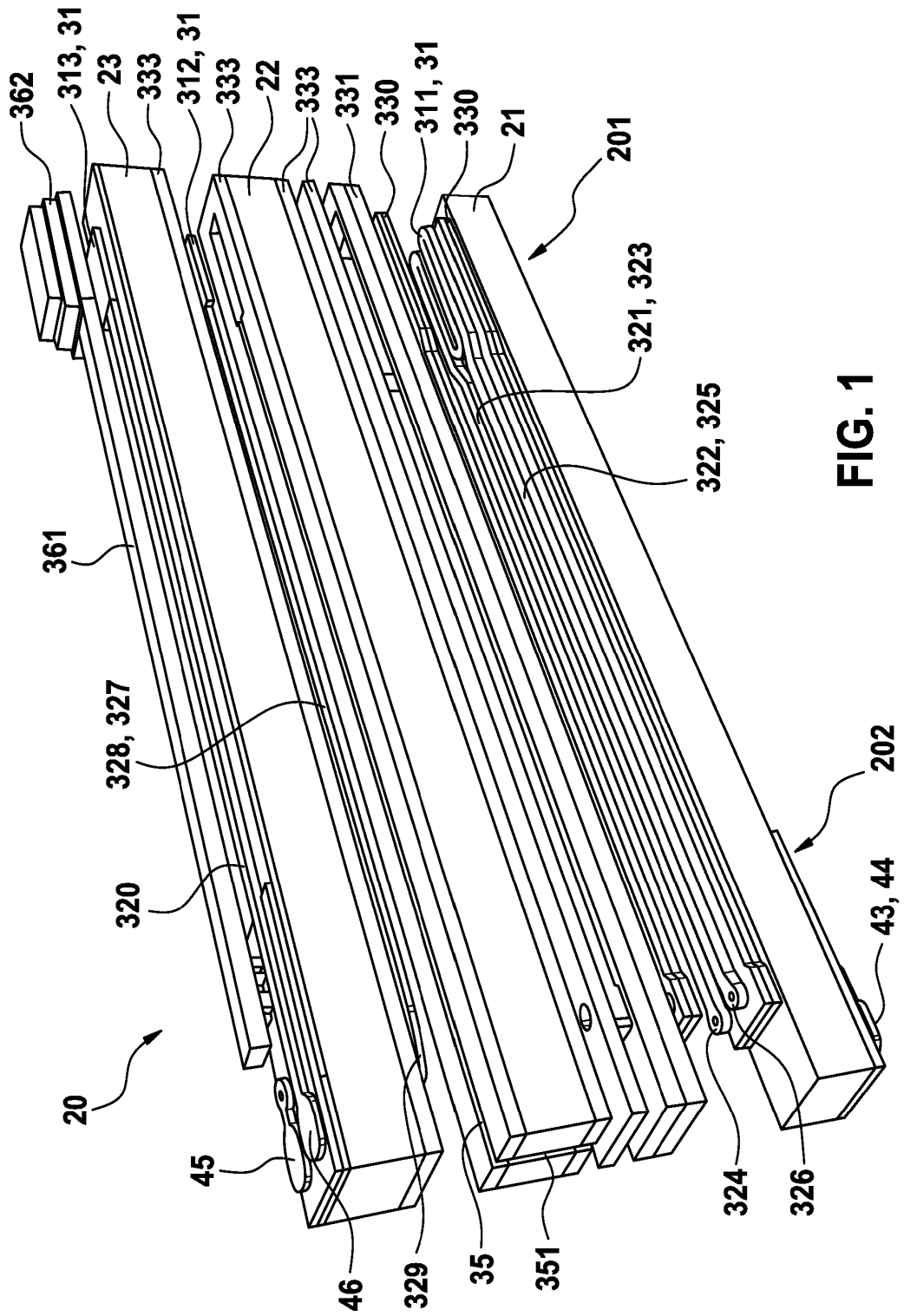


FIG. 1

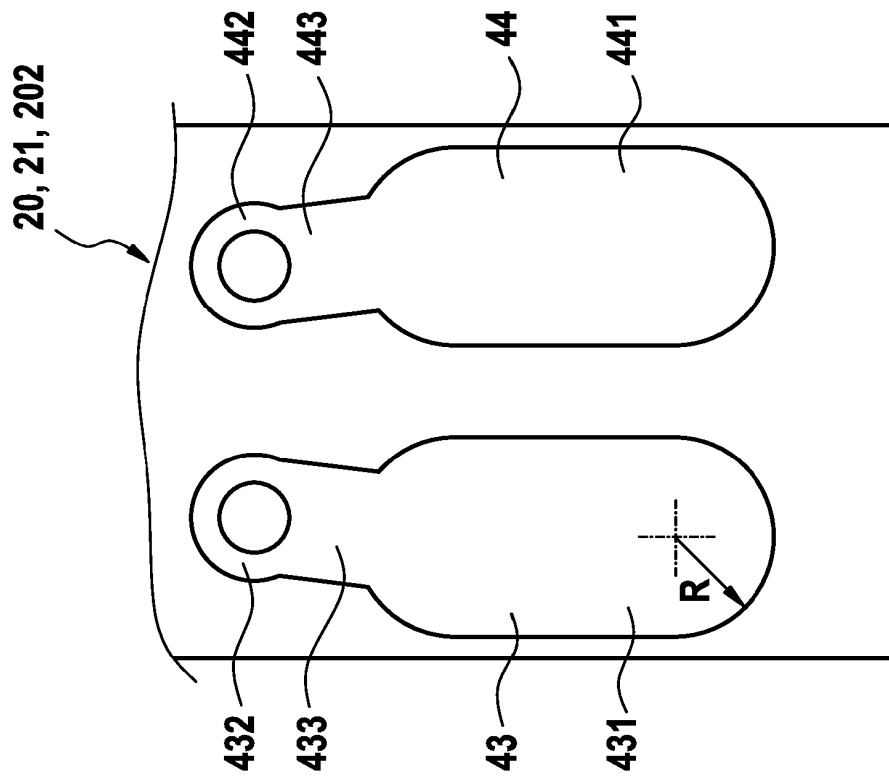


FIG. 2

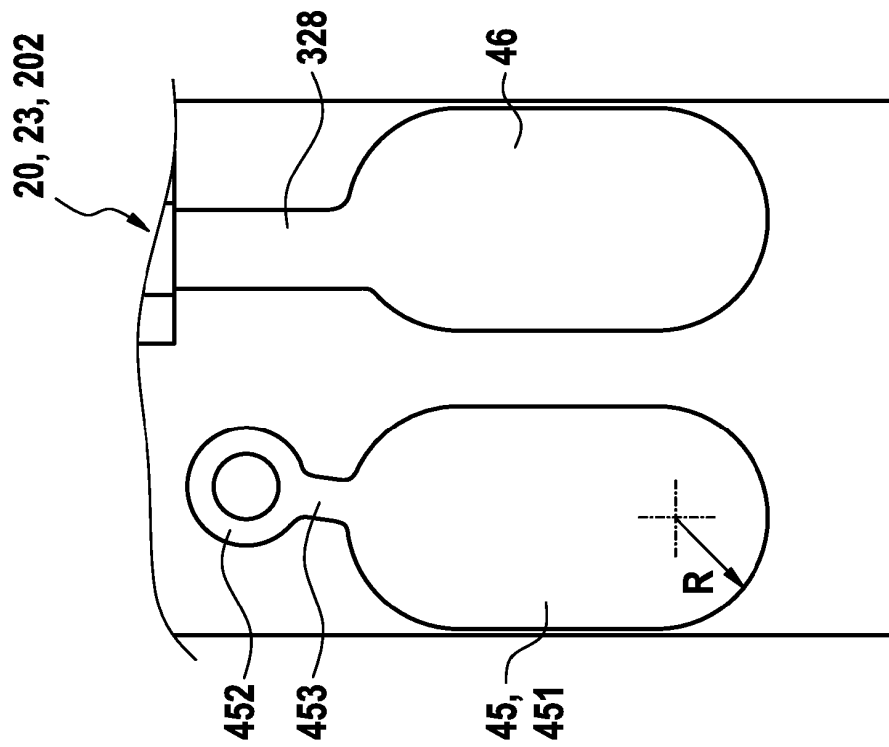


FIG. 3

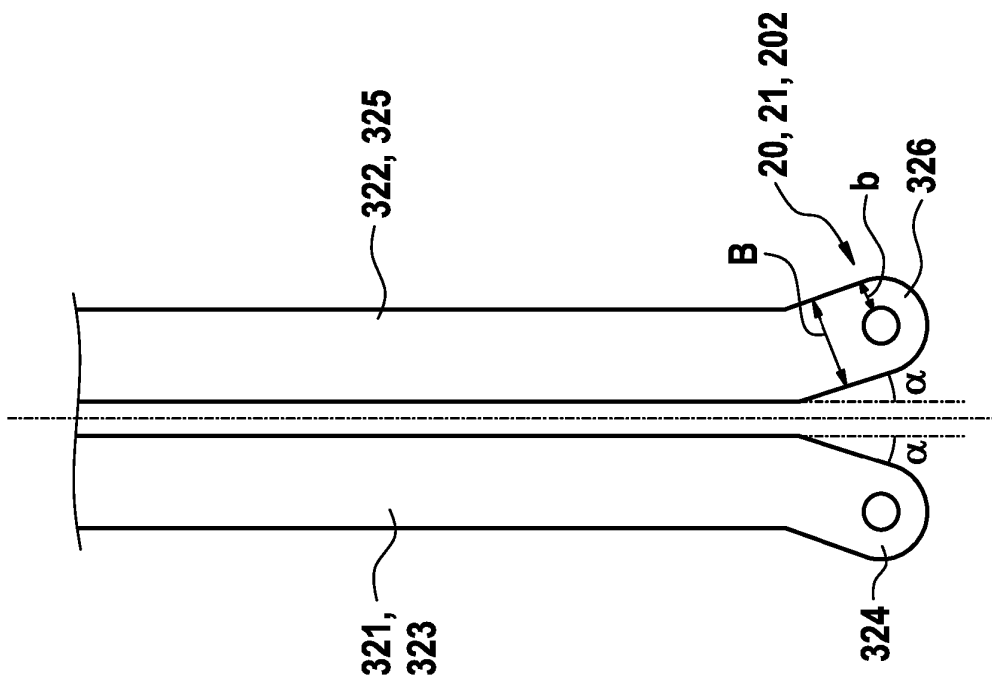


FIG. 4

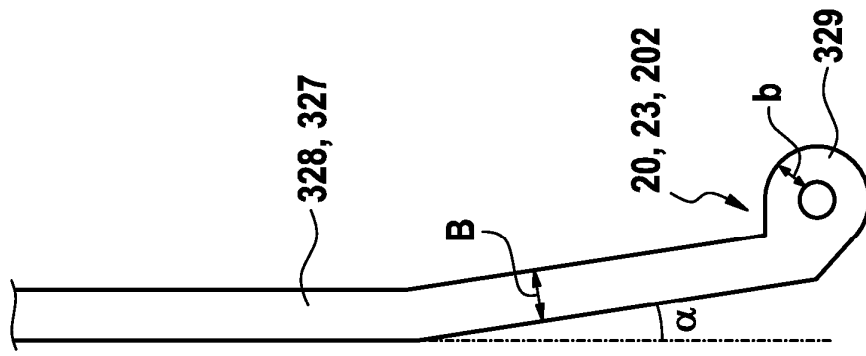


FIG. 5

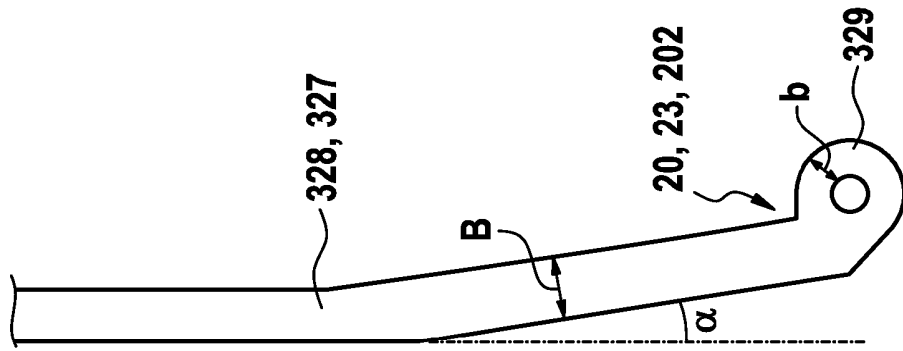


FIG. 5a

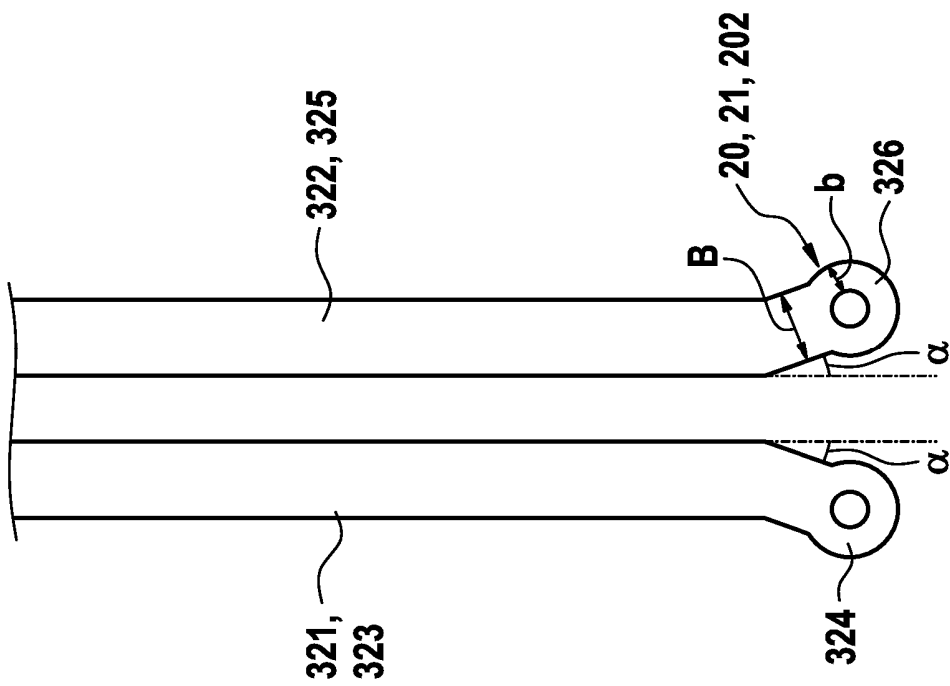


FIG. 4a

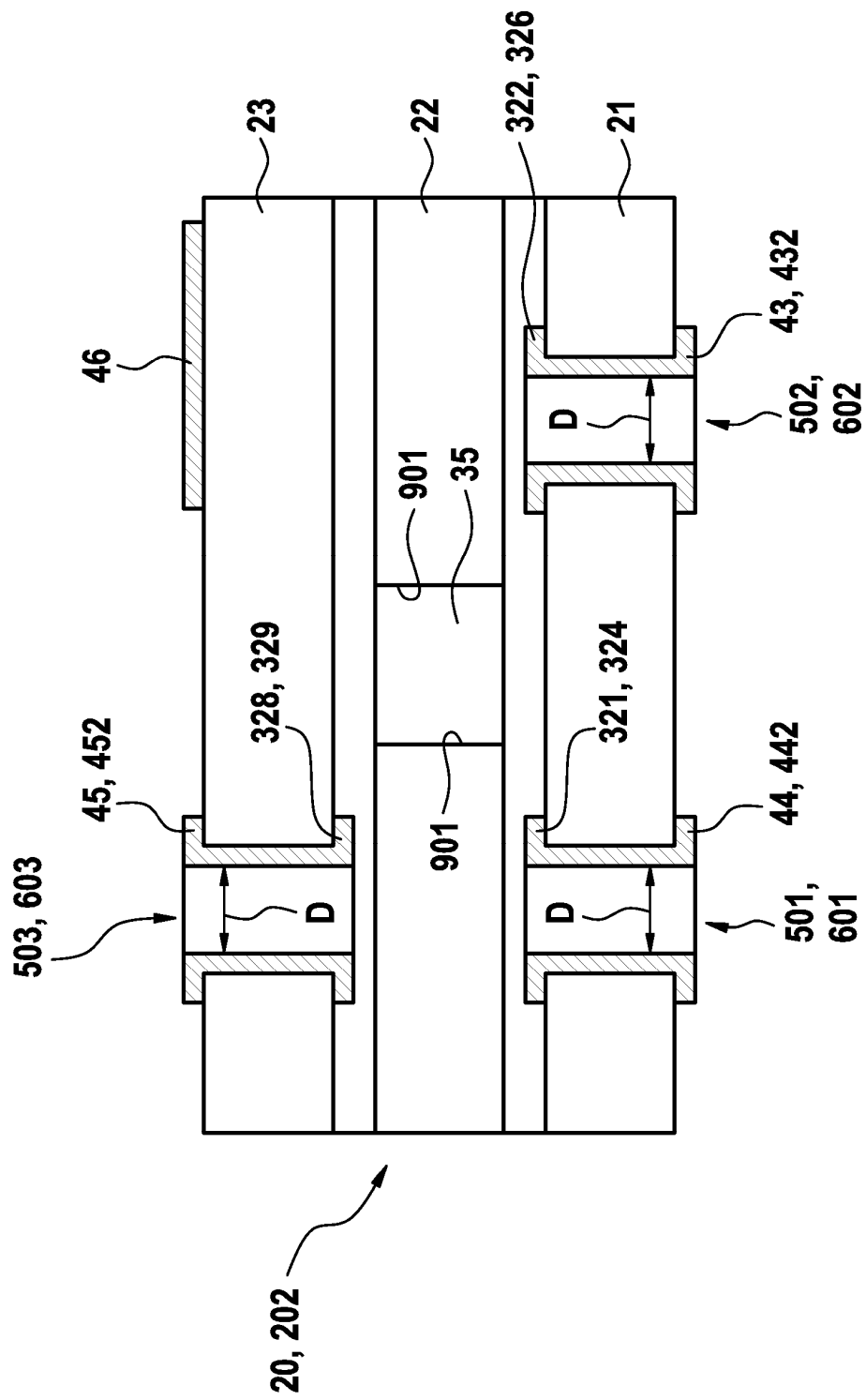


FIG. 6

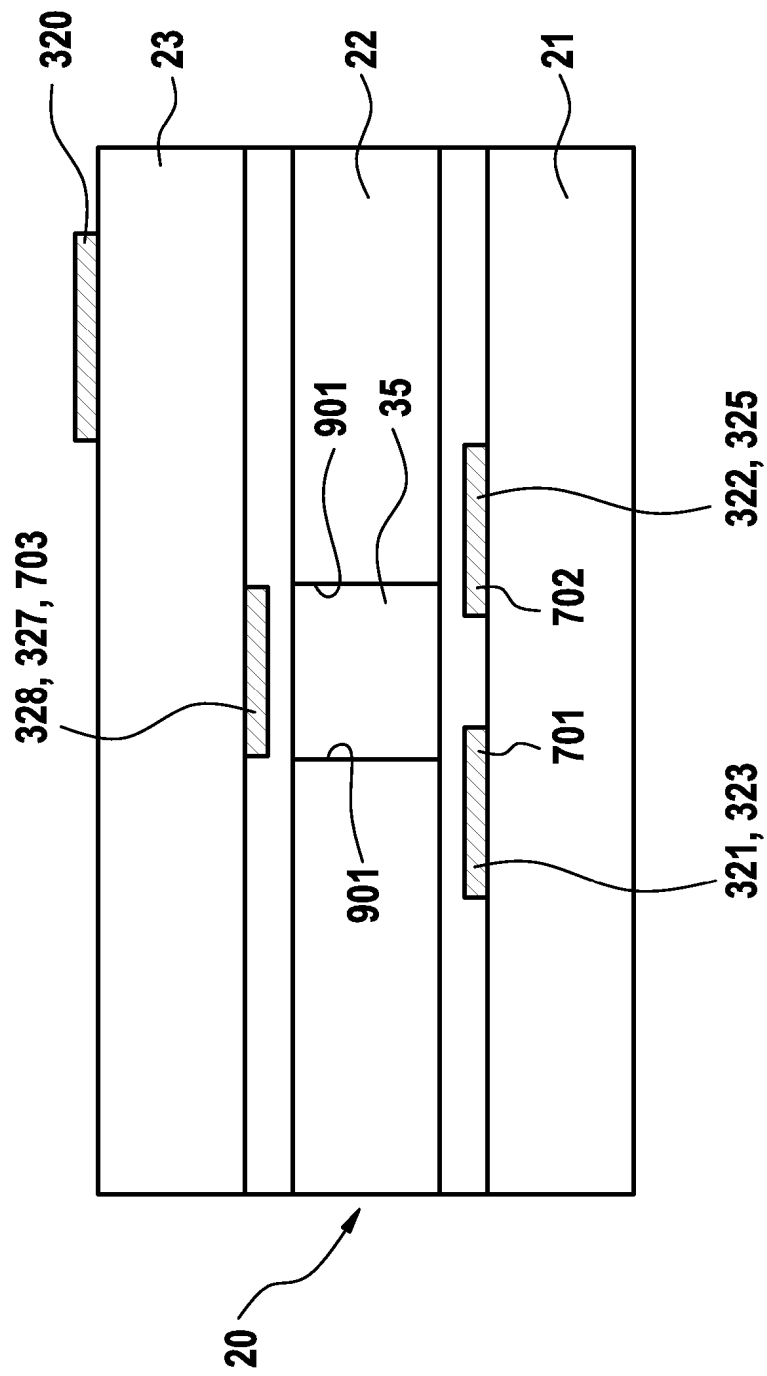


FIG. 7