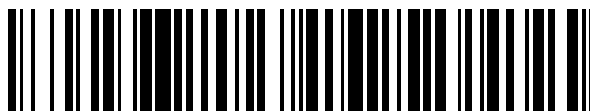


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 675 154**

51 Int. Cl.:

**F01N 3/10** (2006.01)

**F01N 3/20** (2006.01)

**F01N 3/035** (2006.01)

**F01N 13/00** (2010.01)

**F01N 3/023** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.12.2013** **E 13196690 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.04.2018** **EP 2884067**

54 Título: **Procedimiento para el diagnóstico y la limpieza de un objeto y dispositivo para ello**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**09.07.2018**

73 Titular/es:

**HIRTENBERGER AKTIENGESELLSCHAFT  
(100.0%)  
Leobersdorfer Strasse 31-33  
2552 Hirtenberg, AT**

72 Inventor/es:

**MAYER, HANSPETER**

74 Agente/Representante:

**ARIAS SANZ, Juan**

**ES 2 675 154 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**

Procedimiento para el diagnóstico y la limpieza de un objeto y dispositivo para ello

5 La invención se refiere a un procedimiento para el diagnóstico y la limpieza de un objeto permeable a los gases, que es adecuado para la depuración de gases de escape en un vehículo automóvil, como de un filtro o un catalizador, a través del que puede fluir un gas, en particular de un filtro de partículas o catalizador colocado en un segmento de gases de escape de un vehículo automóvil, aplicándose para la limpieza del objeto aire comprimido a través de una abertura de un módulo al objeto, midiéndose al menos una forma de una calidad del objeto por medio de una radiación y/o de un medio, que se transportan a través de la abertura.

10 La invención se refiere además a un dispositivo para el diagnóstico y la limpieza de un objeto permeable a los gases, adecuado para la depuración de gases de escape en un vehículo automóvil como de un filtro o un catalizador, a través del que puede fluir un gas, con un módulo que presenta una abertura y un módulo de regulación, pudiendo moverse con el módulo de regulación un medio de limpieza a través de la abertura, pudiendo medirse con el dispositivo al menos una forma de una calidad del objeto por medio de un medio transportado a través de la abertura y/o una radiación transportada a través de la abertura.

15 Los documentos WO 2011/142718 A1 y US 2004/0103788 A1 dan a conocer procedimientos y dispositivos para el diagnóstico y la limpieza de filtros de partículas.

20 Por el estado de la técnica se han dado a conocer procedimientos y dispositivos para el diagnóstico y para la limpieza de filtros y catalizadores, que para una limpieza o un reciclaje se desmontan de una instalación, en particular un vehículo. A este respecto, habitualmente en una carcasa de estación cerrada de una estación de limpieza se produce una limpieza del filtro con un módulo de limpieza, tras lo cual con un módulo de diagnóstico se miden una o varias formas de una calidad del filtro. Por regla general, el filtro está configurado como filtro de flujo de pared dotado de un recubrimiento catalítico. En este tipo de procedimientos o los dispositivos utilizados para éstos resulta desventajoso que un reciclaje del filtro requiere una inversión de tiempo considerable, lo que lleva a un procedimiento ineficiente y que en particular no es deseable en el caso de un reciclaje industrial de filtros sucios.

25 Por tanto, el objetivo de la invención es proporcionar un procedimiento del tipo mencionado al principio, con el que sea posible un diagnóstico y una limpieza más eficientes de un objeto como de un filtro o un catalizador.

Además se proporcionará un dispositivo del tipo mencionado al principio con el que pueda implementarse un procedimiento de este tipo.

30 El primer objetivo se alcanza según la invención porque en un procedimiento del tipo mencionado al principio el módulo se mueve a través de un accionamiento de varios ejes hacia diferentes posiciones del objeto, para someter a prueba y/o limpiar subzonas individuales, aplicándose el aire comprimido con una presión que cambia de manera pulsada a través de una boquilla del módulo dispuesta en la abertura y estando configurada la abertura como campana de medición, que sobresale de la boquilla al menos 1 mm y que en un extremo presenta una junta de estanqueidad periférica.

35 Por regla general, en el caso de los procedimientos conocidos por el estado de la técnica subzonas o canales individuales del objeto configurado como filtro se limpian secuencialmente con el módulo de limpieza y tras una limpieza se mide el resultado de la limpieza en la respectiva subzona mediante una medición de una calidad con un módulo de diagnóstico. Por tanto, tras una limpieza de una subzona es necesario mover el módulo de limpieza desde la subzona limpia y mover el módulo de diagnóstico hacia la subzona limpia. Estos movimientos requieren por un lado tiempos de movimiento correspondientes, que hacen que el procedimiento sea ineficiente. Por otro lado, el procedimiento descrito también puede llevar a errores, cuando el módulo de diagnóstico no se mueve exactamente a la subzona que se ha limpiado y se utiliza una calidad medida de una subzona que no se ha limpiado para un control de proceso. Un procedimiento según la invención es más eficiente comparado con este procedimiento del estado de la técnica, porque directamente a continuación de una limpieza puede producirse un diagnóstico del objeto, sin tener que volver a colocar el objeto o el módulo. Como la limpieza y el diagnóstico del objeto se producen a través de la misma abertura, también es posible una limpieza y un diagnóstico simultáneos de una subzona del objeto, con lo que se consigue un procedimiento particularmente eficiente. Además, de este modo es posible un cambio rápido de un procedimiento de diagnóstico a un procedimiento de limpieza, de modo que un procedimiento de limpieza regulado por medio de una calidad como variable de control puede realizarse de manera muy eficiente. Por lo demás también quedan excluidos errores por un mal posicionamiento del módulo de diagnóstico en una subzona que no se ha limpiado.

55 Un diagnóstico puede producirse de formas muy diferentes por medio de un medio que entra o sale a través de la abertura y/o una radiación que entra o sale a través de la abertura, que antes o después de un transporte a través de la abertura se ponen en contacto con el objeto. Por ejemplo un diagnóstico del objeto puede producirse mediante microtomografía de neutrones. Con este procedimiento, en particular puede medirse muy bien una ceniza debido a un contraste particularmente intenso. Además puede realizarse un análisis de frecuencia propia del objeto para determinar un estado estructural. Esto puede producirse por ejemplo mediante la aplicación de vibraciones mecánicas a través de la abertura y la medición de la reacción del objeto. A este respecto, también puede

determinarse una característica de amortiguación del objeto, para detectar el estado estructural como forma de la calidad.

5 Por ejemplo puede utilizarse una radiación transportada a través de la abertura al módulo o una radiación, que se deja entrar a través de la abertura en el módulo, para la medición de una forma de una calidad, en particular por medio de una cámara dispuesta en el módulo en una extensión axial sobre la abertura, recurriéndose para el diagnóstico a las partes de la radiación electromagnética visibles para el ojo humano. Además, a través de la abertura puede aplicarse un medio de prueba al objeto y medirse una reacción del objeto al mismo. Un módulo de este tipo, con el que a través de una sola abertura es posible tanto un diagnóstico como una limpieza del objeto, también puede denominarse módulo de diagnóstico y limpieza integrado.

10 Mediante un diagnóstico por medio de un medio transportado a través de la abertura o una radiación que sale a través de la abertura se garantiza que se diagnostique exactamente la zona que se limpia a través de la abertura o que se limpió inmediatamente antes. Un sensor para la detección de datos relevantes para la calidad, como un sensor de flujo para la detección de una cantidad de flujo de un medio aplicado a través de la abertura al objeto o una cámara para la detección de luz visible, que se transporta o conduce a través del objeto o se ha reflejado por el mismo, puede estar dispuesto delante de la abertura en el módulo o por fuera del módulo en el sentido de transporte o flujo delante o detrás del objeto. Como formas de la calidad, en función del objeto, pueden considerarse en particular un estado estructural, una contrapresión, una resistencia al flujo, una función física y una función química como una reactividad catalítica.

20 Habitualmente se utiliza un módulo con una boquilla dispuesta en la abertura, presentando la boquilla un diámetro mínimo de desde 1 mm hasta 20 mm, en particular aproximadamente 2 mm a 6 mm. Un diámetro de un filtro colocado en un vehículo utilitario como de un filtro de flujo de pared dotado de un recubrimiento catalítico asciende generalmente a aproximadamente 300 mm. Los filtros colocados en turismos presentan un diámetro de desde aproximadamente 100 mm hasta aproximadamente 200 mm, de modo que a través de la abertura por medio de la boquilla pueden limpiarse subzonas del filtro particularmente pequeñas. Mediante el procedimiento según la invención esto es posible de manera muy eficiente y en poco tiempo, preferiblemente de manera automatizada. Habitualmente se utiliza la boquilla para la limpieza mecánica de un objeto con un medio a presión. La boquilla también puede estar dispuesta por fuera de la abertura para poder mover la boquilla independientemente de la abertura, por ejemplo para una limpieza térmica y mecánica simultánea.

30 La abertura, que puede estar configurada como difusor, presenta normalmente una sección transversal, que asciende aproximadamente a del 10% al 20% de una sección transversal del filtro. De este modo, con la abertura puede aplicarse un medio de prueba y/o limpieza a subzonas grandes de la sección transversal. Esto es favorable por ejemplo al aplicar un gas caliente, para a pesar de velocidades de flujo reducidas con una limpieza térmica conseguir una limpieza rápida.

35 Según la invención se utiliza aire comprimido, preferiblemente con una presión de desde 2 bar hasta 20 bar, en particular 5 bar a 10 bar, como medio de limpieza. Habitualmente se convierte el aire comprimido mediante una boquilla, a través de la que se aplica el aire comprimido, en aire en movimiento con una velocidad correspondientemente alta o un impulso correspondientemente alto. A este respecto, se convierte una presión estática del aire comprimido en una velocidad elevada de aproximadamente 330 m/s. En caso de utilizar una boquilla de Laval también son posibles velocidades mayores. Mediante una limpieza mecánica de este tipo pueden eliminarse las impurezas de manera particularmente efectiva por ejemplo en canales de un filtro de flujo de pared. El aire comprimido se aplica según la invención con una presión pulsada, habiendo resultado favorable una frecuencia de pulso de menos de 200 Hz, en particular menos de 10 Hz. Según la invención se aplica aire comprimido mediante una boquilla, que está dispuesta en la abertura, para conseguir velocidades de flujo elevadas o un impulso elevado. De este modo se consigue una limpieza eficiente, pudiendo eliminar particularmente bien las impurezas.

45 Alternativa o adicionalmente a una limpieza por medio de aire comprimido ha resultado adecuado utilizar un gas caliente como medio de limpieza. Esto permite una combustión eficiente del hollín presente en el objeto. A este respecto, se introduce el gas caliente, ventajosamente aire, con una temperatura de desde 100°C hasta 900°C, preferiblemente 200°C a 700°C, en el objeto. Sin embargo, en lugar de aire también puede utilizarse un gas químicamente reactivo para la limpieza térmica, para al mismo tiempo medir una reactividad catalítica.

50 Alternativa o adicionalmente a un gas caliente, para la limpieza como medio de limpieza también pueden utilizarse en particular aerosoles calientes compuestos por al menos un gas y uno o varios líquidos, vapor de agua seco o húmedo, líquidos como soluciones acuosas de base ácida o alcalina o disolventes concentrados tales como ácido sulfúrico, sosa cáustica o similares. También es posible utilizar varios medios de limpieza al mismo tiempo. Ventajosamente se aplica el medio de limpieza mediante una boquilla al objeto, a través de la cual también puede aplicarse aire comprimido.

55 Normalmente el módulo presenta además de un tubo de alimentación para el gas caliente también un tubo de alimentación para un gas frío como aire comprimido, de modo que el objeto tras una limpieza por medio del gas caliente mediante una aplicación de aire comprimido frío pueda volver a enfriarse rápidamente. De este modo es posible un cambio particularmente rápido de un procedimiento de limpieza térmico a por ejemplo un procedimiento

de limpieza mecánico. Al objeto se aplica gas caliente preferiblemente a través de una abertura configurada como difusor con una ligera sobrepresión por regla general de aproximadamente 0,5 bar, presentando el difusor en el lado de extremo por regla general una superficie de forma libre adaptada al objeto. A este respecto, la sobrepresión de aproximadamente 0,5 bar se obtiene por un ajuste de un caudal y una sección transversal de flujo existente del filtro.

5 Preferiblemente se aplica al objeto un caudal según un caudal utilizado en un vehículo, para poder determinar un comportamiento del objeto en el vehículo.

A este respecto, también puede limpiarse sólo una subzona, a la que por regla general se aplica una parte correspondiente de un caudal que aparece en un segmento de gases de escape. Para un objeto con una sección transversal circular ha resultado adecuada una configuración de la abertura como segmento de círculo de un círculo con un radio según el radio del objeto, habitualmente de aproximadamente 15 cm. Normalmente, un ángulo central de la abertura configurada como segmento de círculo asciende a de 40° a 90°, preferiblemente a aproximadamente 60°. De este modo la sección transversal del objeto puede limpiarse completamente mediante un giro repetido de la abertura. Cuando el ángulo central asciende aproximadamente a 60° y un lado del triángulo está configurado como segmento de círculo, la sección transversal del objeto puede cubrirse completamente por seis giros del módulo por en cada caso 60°, para limpiar toda la sección transversal. Una boquilla para la aplicación de aire comprimido al objeto, como se describió anteriormente, puede estar prevista en la abertura o como módulo de limpieza separado.

Preferiblemente se produce un diagnóstico óptico del objeto a través de la abertura con una cámara dispuesta en el módulo. Esto permite por ejemplo una detección directa de un resultado de la limpieza en las subzonas o los canales de un filtro de flujo de pared que se limpian, de modo que puede finalizarse una limpieza por ejemplo cuando a pesar de una limpieza adicional no se produce un resultado de limpieza adicional. Además, con la cámara también pueden determinarse daños de un sustrato del objeto configurado como filtro, para por ejemplo finalizar antes de tiempo una limpieza de un filtro muy dañado. Habitualmente la cámara está dispuesta de manera móvil en una carcasa preferiblemente tubular del dispositivo a lo largo de un eje longitudinal de la carcasa, de modo que también pueda moverse desde la abertura colocada en un extremo de la carcasa. Esto permite un mejor enfoque y un diagnóstico exacto de canales individuales. También puede estar previsto que sólo una óptica de la cámara esté dispuesta de manera móvil y que un sensor de imágenes o un módulo de evaluación de imágenes estén dispuestos en un extremo superior de la carcasa, para aprovechar de manera óptima un espacio disponible. Por regla general, la cámara móvil o la óptica móvil está configurada con una sección transversal menor que la abertura, para poder moverla fácilmente a través de la abertura. También puede estar previsto que la cámara esté dispuesta detrás de una boquilla en la abertura. Habitualmente se coloca el objeto sobre una base transparente debajo del módulo y se ilumina desde abajo para obtener imágenes significativas. Alternativamente a una cámara también puede estar previsto un escáner de láser para detectar el objeto.

Para un diagnóstico particularmente exacto del objeto ha resultado favorable que a través de la abertura se aplique un medio de prueba preferiblemente gaseoso. Para ello el módulo presenta normalmente un tubo de alimentación para un medio de limpieza y un tubo de alimentación para el medio de prueba, que desembocan en una carcasa común, unida con la abertura. Mediante la aplicación del medio de prueba a través de la abertura se garantiza que se produzca un diagnóstico de la subzona del objeto que se limpió inmediatamente antes con un medio de limpieza que sale de la abertura. Habitualmente se aplica el medio de prueba a través de una abertura configurada en el lado de extremo como difusor, de modo que se produzca una aplicación del medio de prueba al objeto lo más uniforme posible.

Se entiende que pueden realizarse diferentes formas de diagnóstico o limpieza individualmente o en combinación, para conseguir un diagnóstico muy exacto o un resultado de la limpieza particularmente bueno.

Ventajosamente para la medición de una reactividad catalítica se aplica un gas de prueba reactivo de composición definida como gas propano o monóxido de carbono a través de la abertura al objeto y se mide una concentración de al menos un componente reducido u oxidado del gas de prueba tras pasar por el objeto. Esto permite una medición de una función química del recubrimiento catalítico del objeto, de modo que puede darse información sobre las normas de emisiones que pueden satisfacerse con el objeto. Además, en caso de utilizar este procedimiento tras un proceso de reciclaje se evita el riesgo de que vuelvan a colocarse en un vehículo objetos que presenten una reactividad catalítica insuficiente. Alternativa o adicionalmente a la medición de un componente reducido u oxidado también pueden medirse un aumento de una temperatura del gas, variaciones de una presión del gas o variaciones de un caudal, para determinar la reactividad catalítica, porque con una reacción catalítica se emite calor. Además, a este respecto también puede medirse el hollín. Por regla general el gas de prueba se aplica con una presión reducida de menos de 1 bar, en particular menos de 0,7 bar, de manera preferible aproximadamente 0,5 bar, a través de la abertura configurada como difusor. Adicionalmente el gas de prueba también puede aplicarse a través de la boquilla dispuesta en la abertura, aunque también con aproximadamente 0,5 bar. Habitualmente se modifica un caudal del gas de prueba, hasta que se establece una contrapresión deseada de aproximadamente 0,5 bar.

En lugar de un gas de prueba como medio de reacción también puede utilizarse un hollín presente en el objeto sucio, calentándose el objeto por ejemplo mediante la introducción de aire caliente y determinándose una temperatura, con la que el hollín empieza a regenerarse.

Habitualmente el gas de prueba se aplica a diferentes temperaturas al objeto o se introduce en canales del objeto,

para determinar una reactividad catalítica del objeto a diferentes temperaturas. De este modo pueden determinarse una curva de actividad catalítica así como un punto de actividad catalítica del 50%. Además también puede determinarse un denominado punto de equilibrio o punto de equilibrio de reacción, en el que existe un equilibrio entre el hollín o un componente de gases de escape formado y una conversión química para dar un producto de reacción con condiciones del entorno determinadas, en particular una temperatura de gases de escape determinada. Además también puede medirse una relación de una temperatura de un gas con una salida del objeto con respecto a una temperatura del gas con una entrada en el objeto y utilizarse para evaluar la reactividad catalítica. Como punto de actividad catalítica del 50% se hace referencia a la temperatura a la que en el catalizador se convierten el 50% de las sustancias nocivas. Por regla general, en los catalizadores nuevos para vehículos automóviles diésel, este punto se encuentra en aproximadamente 240°C. En los catalizadores usados este punto se desplaza hacia temperaturas superiores. Mediante una medición de la tasa de conversión por la temperatura puede determinarse una denominada curva de actividad catalítica, de la que se deduce el punto de actividad catalítica del 50% que identifica una reactividad o función catalítica del catalizador. Entonces puede recurrirse a este punto de actividad catalítica del 50% por ejemplo como criterio de calidad para evaluar y clasificar catalizadores reciclados. Así, un desplazamiento del punto de actividad catalítica del 50% hacia temperaturas inferiores es un indicador de una mejora de la reactividad catalítica del catalizador.

En lugar de una curva de actividad catalítica también pueden medirse una temperatura con un flujo de gas constante a lo largo del tiempo, un aumento del caudal a lo largo del tiempo a consecuencia de la oxidación o reducción o un aumento de la temperatura a lo largo del tiempo a consecuencia de la reacción exotérmica en un funcionamiento estacionario o en un punto de equilibrio.

La reactividad del recubrimiento catalítico, que es un indicio de una carga con platino, paladio, rodio y similares, también puede medirse con diferentes caudales y velocidades espaciales. Puede recurrirse a una disminución de la velocidad espacial hasta una interrupción de la reactividad catalítica con una temperatura del gas constante como información adicional para la evaluación de la calidad.

Las pruebas o los procedimientos mencionados para el diagnóstico de un objeto pueden realizarse con objetos nuevos y con objetos usados y sucios tales como filtros y catalizadores. Mediante una comparación de los resultados de medición del mismo objeto en un estado nuevo y un estado usado puede obtenerse un pronóstico de la reactividad por un periodo de tiempo futuro. De este modo puede estimarse una vida útil del objeto. Además, de este modo, es posible dar información sobre un uso esperado de un catalizador, y así sobre una vida útil del objeto.

Preferiblemente la medición se realiza en un intervalo de temperatura de desde 10°C hasta 600°C, en particular de 200°C a 300°C, y con un caudal entre 0 dm<sup>3</sup>/min y 3000 dm<sup>3</sup>/min. Por regla general se utilizan catalizadores con un diámetro transversal a un eje longitudinal de aproximadamente 30 cm. Ha resultado particularmente adecuada una velocidad de flujo del gas de prueba durante la medición de desde más de 0 m/min hasta aproximadamente 50 m/min, para obtener resultados de medición significativos. Por regla general se elige un caudal, que corresponde a un caudal, con el que se aplican gases de escape al objeto al utilizarse en un vehículo. Con una superficie de prueba con un diámetro de aproximadamente 40 mm el caudal del gas de prueba para la medición de una contrapresión del objeto asciende habitualmente a desde 100 dm<sup>3</sup>/min hasta 2000 dm<sup>3</sup>/min. Un aumento de un caudal del gas de prueba lleva a una pérdida de presión mayor. Al mismo tiempo, un caudal elevado puede llevar a un daño del objeto, en particular con un grado de carga elevado del objeto con impurezas. Ventajosamente el caudal se elige de tal modo o se modifica hasta que se obtiene una pérdida de presión en un intervalo de medición de desde 0,0001 bar hasta 1 bar.

Preferiblemente se aplica al objeto un medio de prueba con un caudal definido y se mide una pérdida de presión por el objeto. Una prueba de una función física del objeto o un diagnóstico físico puede producirse mediante la medición de una contrapresión, una pérdida de presión o un flujo a través de la contrapresión con la aplicación de un fluido con presión definida. Habitualmente para ello se utiliza aire, indicando una contrapresión elevada o un flujo reducido un grado de impurezas elevado. Mediante la aplicación del medio de prueba a través de la abertura se garantiza que se mida la pérdida de presión o la función física exactamente de la subzona que se limpió inmediatamente antes o que se limpia durante la medición. En principio el medio de prueba con este diagnóstico físico puede aplicarse con cualquier presión. Sin embargo, normalmente se utiliza una presión de menos de 20 bar, en particular menos de 10 bar, de manera preferible aproximadamente 0,5 bar. Según la invención el aire comprimido no se aplica con una presión constante, sino con una presión que cambia de manera pulsada, preferiblemente con una frecuencia de pulso de desde 0,5 Hz hasta 200 Hz, en particular de 1 Hz a 100 Hz. A este respecto, para conseguir un efecto de limpieza particularmente bueno puede estar previsto que con cada pulso se aplique al aire un golpe de presión que acelere el aire como en un pulsorreactor hasta la velocidad supersónica.

La medición de la pérdida de presión puede producirse por ejemplo por medio de un sensor de presión dispuesto en el dispositivo. Alternativa o adicionalmente también puede estar previsto un sensor con el que puede medirse un flujo, para así determinar una contrapresión del objeto. A este respecto, también puede estar previsto un sensor de temperatura, para mediante un caudal o un flujo y una temperatura poder determinar un flujo másico. La contrapresión puede medirse durante la aplicación al objeto del gas de prueba o en una etapa de diagnóstico separada, en la que se aplica un gas, preferiblemente aire, con una presión definida a un lado frontal del objeto. Además, ventajosamente está previsto que en la carcasa del módulo estén previstos un sensor de temperatura y/o

un sensor de hidrocarburos y/o un sensor del flujo y/o un sensor de presión dinámica y/o un sensor para la detección de una presión estática, para detectar de manera particularmente exacta datos relevantes de un medio aplicado al objeto a través de la abertura.

5 También puede estar previsto que a través de la abertura de manera alterna se produzca una limpieza y una prueba del objeto, modificándose una presión de un medio que fluye desde la abertura. Una limpieza y un diagnóstico a través de la misma abertura del módulo pueden producirse de manera sencilla cuando directamente después o antes de una limpieza del objeto con un medio a presión, en particular aire comprimido como se describió anteriormente, se realiza una medición del flujo con el mismo medio. Para ello, habitualmente se utiliza una presión de aproximadamente 0,5 bar, de modo que para un cambio de una limpieza a una prueba sólo tiene que modificarse una presión o una velocidad de salida del aire que sale de la abertura. Puede conseguirse una mayor velocidad de salida, y así un impulso mayor, por ejemplo por medio de un aumento de un flujo de entrada o una disminución de una sección transversal de boquilla. Además puede producirse una modificación de una velocidad de salida por medio de una válvula de mariposa colocada en un tubo de alimentación. Además, esto puede implementarse fácilmente estando dispuesta una boquilla en una abertura configurada como difusor, de modo que a través de la boquilla pueda producirse una aplicación de aire comprimido y a través de la abertura configurada como difusor una aplicación de un medio de prueba a una presión menor. Para poder cambiar fácilmente entre la boquilla y la abertura, pueden estar previstas una o varias válvulas. Mediante una modificación correspondiente de la presión o del flujo, debido a un estado de presión no estacionario, una limpieza y una prueba también pueden producirse al mismo tiempo. Para conseguir un flujo de impulso máximo mediante el aumento de una velocidad de salida la boquilla está configurada preferiblemente como boquilla supersónica.

25 Por regla general, la detección de los valores de medición relevantes como contrapresión, flujo o pérdida de presión se produce por medio de sensores. Éstos pueden estar colocados en un sentido de flujo detrás del objeto. Sin embargo, también puede estar previsto que alternativa o adicionalmente en el módulo estén dispuestos sensores correspondientes. Ventajosamente al objeto se le aplica a través de la abertura alternativamente un medio de prueba y limpieza hasta que se alcanza un criterio de interrupción. Un criterio de interrupción puede ser la consecución de un grado de limpieza predeterminado, el reconocimiento de un estado defectuoso, de modo que el objeto no sea reciclable, o el reconocimiento de una contaminación no permitida en el filtro o catalizador.

30 Normalmente, un reciclaje del objeto se produce mediante una limpieza del objeto que dura varios minutos, tras la cual se produce una fase que dura pocos minutos o segundos, en la que se mide una calidad del objeto. Estas dos fases se repiten de manera alterna, hasta que se alcanza un criterio de interrupción. Generalmente, para ello se realiza una limpieza con una presión de desde 7 bar hasta 10 bar durante varios minutos, por ejemplo aproximadamente cuatro minutos, aplicándose aire comprimido a través de la boquilla, tras lo cual se mide una pérdida de presión por el objeto con una sobrepresión de 0,5 bar por medio de la aplicación de un medio de prueba a través de la abertura durante aproximadamente dos minutos. Entonces, por regla general, basándose en el resultado de medición se decide sobre si se repiten las dos fases, hasta que por ejemplo no se produce una mejora adicional de un resultado de la limpieza.

40 De manera conveniente se mide un peso del objeto durante una limpieza. De este modo, de manera sencilla, mediante una comparación de un peso del objeto sucio con el peso de un objeto nuevo puede determinarse una carga con ceniza y así una suciedad. Para ello, el objeto se coloca normalmente sobre una báscula. También puede recurrirse a una medición del peso de este tipo como valor de medición redundante en relación con una medición de la presión diferencial para la evaluación de la calidad, para obtener información particularmente exacta sobre un estado de limpieza. Por regla general, los dos valores de medición se detectan de manera continua, de modo que mediante una variación en el tiempo del estado de limpieza puede determinarse una duración de la limpieza restante probable.

45 El peso del objeto también puede medirse de manera continua durante una limpieza con un medio de limpieza como aire comprimido o un gas caliente. Porque una fuerza adicional producida por la presión, con la que se aplica el medio de limpiezas al objeto, falsearía el resultado de medición, resulta favorable procesar estadísticamente una señal de medición de una báscula o similar a lo largo del tiempo y en particular alisarla, de modo que el valor de medición pueda corregirse fácilmente con respecto a esta fuerza adicional. De este modo es posible un proceso de bucle cerrado sin interrupción o un circuito de regulación cerrado, produciéndose una detección del resultado de la limpieza al mismo tiempo que la limpieza.

55 Según la invención el módulo se mueve a través de un accionamiento de varios ejes hacia diferentes posiciones del objeto, para someter a prueba y/o limpiar subzonas individuales. Como se explicó anteriormente, la boquilla presenta por regla general una sección transversal esencialmente menor que el objeto, de modo que con un medio de limpieza que sale de la boquilla sólo pueden limpiarse subzonas pequeñas. También la abertura presenta por regla general una sección transversal menor que el objeto. Esto resulta favorable para poder limpiar de manera óptima subzonas individuales en función de su suciedad o una función de las mismas, preferiblemente en un procedimiento regulado, en el que entra una calidad medida o la suciedad como variable de control. Para limpiar todo el objeto con el módulo, el módulo tiene que moverse hacia diferentes posiciones del objeto o un lado frontal del objeto. A este respecto, el módulo se mueve preferiblemente en un procedimiento automatizado con un accionamiento de varios ejes. Con el accionamiento el módulo puede moverse habitualmente en tres direcciones en traslación y en tres

5 direcciones en rotación, de modo que puede alcanzarse cualquier posición del objeto de manera sencilla. Cuando la  
 abertura como se describió anteriormente presenta un borde en forma de segmento de círculo y se utiliza un objeto  
 cilíndrico como un filtro con sección transversal circular, mediante una rotación del módulo sobre un eje longitudinal  
 del filtro puede limpiarse térmicamente cada zona del filtro. Como generalmente la boquilla presenta una sección  
 transversal menor que la abertura, por regla general para la limpieza del objeto con un medio a presión son  
 necesarios movimientos del módulo en varios ejes.

10 Preferiblemente se mide un estado estructural del objeto mediante la aplicación de una fuerza definida con el módulo  
 y la medición de una deformación producida de este modo. Esto permite medir con el módulo también una  
 resistencia de un asiento hermético del sustrato en un cilindro, aplicando una fuerza sobre el sustrato colocado  
 sobre el cilindro y midiendo un desplazamiento. Por regla general se produce una aplicación de una fuerza y una  
 medición de la deformación mediante el accionamiento de varios ejes, que preferiblemente puede moverse con  
 control de fuerza y está unido con un control de proceso. Cuando el sustrato sobre el cilindro está colocado sobre  
 una báscula, mediante una medición de las fuerzas de reacción también puede determinarse una resistencia del  
 15 asiento del sustrato en el cilindro. Además, también puede obtenerse un estado estructural mediante la medición de  
 una fuerza de acción y una fuerza de reacción, midiendo una histéresis de la fuerza de reacción con respecto a la  
 fuerza de acción. Normalmente la fuerza de acción se mide mediante una medición del par de giro en un husillo,  
 mediante el cual se aplica la fuerza de acción. Por regla general, la fuerza de reacción se mide mediante una  
 báscula, sobre la que se coloca el objeto. Esta histéresis o desplazamiento de la fuerza de reacción con respecto a  
 20 la fuerza de acción puede utilizarse en particular para evaluar una calidad de una unión y un asiento de un sustrato  
 en el cilindro.

Alternativa o adicionalmente también puede estar previsto que el estado estructural del objeto se determine  
 mediante una detección de la geometría en 3D. A este respecto, también puede detectarse de manera automatizada  
 la posición de una placa y la posición de una inscripción. También puede estar previsto que la inscripción del objeto  
 se detecte y lea de manera automatizada.

25 El objetivo adicional se alcanza según la invención mediante un dispositivo del tipo mencionado al principio, en el  
 que el módulo está dispuesto para la colocación variable en el dispositivo de manera que pueda moverse en varios  
 ejes y está configurado para la aplicación de aire comprimido, pudiendo aplicarse el aire comprimido con una presión  
 que cambia de manera pulsada a través de una boquilla del módulo dispuesta en la abertura y estando configurada  
 la abertura como campana de medición, que sobresale de la boquilla al menos 1 mm y en un extremo presenta una  
 30 junta de estanqueidad periférica.

Como con un dispositivo de este tipo es posible transportar un medio utilizado para el diagnóstico o una radiación  
 utilizada para el diagnóstico y el medio de limpieza a través de la misma abertura del módulo, de este modo puede  
 medirse una calidad de exactamente la subzona de un objeto limpiado con el módulo o diagnosticarse exactamente  
 la subzona que se limpia durante el diagnóstico o la medición de calidad o se limpió inmediatamente antes.

35 Esto permite por un lado seguir de manera particularmente exacta un resultado de la limpieza. Por otro lado, con un  
 dispositivo de este tipo también puede conseguirse un mejor resultado de la limpieza, porque pueden determinarse  
 los efectos de una limpieza directa y exactamente en la subzona que se limpia sin tener que mover el módulo. Así  
 también pueden evitarse errores de regulación debidos a una calidad medida de una subzona supuestamente limpia,  
 que efectivamente todavía no se ha limpiado.

40 El módulo de regulación comprende normalmente un compresor, con el que puede transportarse el gas de prueba  
 con una presión definida y/o con un caudal definido a través de la abertura. Ventajosamente el módulo de regulación  
 presenta también un módulo de calentamiento para calentar un medio de prueba y/o limpieza.

Habitualmente el módulo está configurado de tal modo que con el módulo puede medirse una forma de una calidad  
 del objeto a través de la abertura. Para ello, en el módulo pueden estar dispuestos uno o varios sensores para la  
 45 detección de datos relevantes de un medio de prueba transportado a través de la abertura o de una radiación de  
 prueba transportada a través de la abertura, por ejemplo un sensor de presión o una cámara. De este modo se da  
 un módulo de diagnóstico y limpieza integrado.

Preferiblemente está previsto que el dispositivo, en particular el módulo, presente una cámara para la detección  
 óptica de un objeto colocado delante de la abertura. Esto permite una detección óptica de una subzona del objeto  
 50 también durante una limpieza, de modo que puede seguirse un resultado de la limpieza en tiempo real y  
 reconocerse daños de manera precoz.

También puede estar previsto que el dispositivo, en particular el módulo, esté configurado para la limpieza del objeto  
 con un medio a presión, preferiblemente aire comprimido a temperatura ambiente, con un tubo de alimentación de  
 aire comprimido y una válvula de aire comprimido. Habitualmente, el tubo de gas de prueba y un tubo de aire  
 55 comprimido configurado para una alimentación de aire comprimido desembocan en una carcasa común del módulo,  
 desde la que pueden salir del módulo el aire comprimido y el gas de prueba a través de la abertura, para aplicar el  
 gas respectivo al objeto. A este respecto, el gas de prueba también puede aplicarse durante una limpieza del objeto  
 por medio de aire comprimido, para diagnosticar y limpiar el objeto al mismo tiempo. Para aplicar un medio a presión

al objeto está prevista una boquilla, en particular una boquilla de Laval, que puede estar dispuesta en una abertura configurada como difusor.

Mediante una boquilla de Laval puede alcanzarse una velocidad supersónica del medio saliente, para garantizar una limpieza particularmente efectiva.

5 Ventajosamente el dispositivo, en particular el módulo, está configurado para la limpieza térmica del objeto. Por regla general, para ello a través del dispositivo, normalmente a través del módulo, puede aplicarse un gas caliente a un objeto colocado delante de la abertura. Esto permite una combustión de limpieza de hollín presente en el objeto. La limpieza térmica también puede producirse mediante la introducción de calor en el objeto por medio de radiación térmica o inducción. Sin embargo, resulta favorable, que se aplique un gas caliente, preferiblemente aire, con una temperatura de desde 200°C hasta 900°C al objeto. Para ello, habitualmente, un tubo de gas caliente está unido con el módulo y está prevista una válvula correspondiente o está previsto un módulo de regulación de gas caliente. Mediante el tubo de gas caliente puede alimentarse el gas caliente a la carcasa, desde la que éste puede aplicarse al objeto a través de la abertura configurada preferiblemente como difusor. Por regla general la sección transversal de la abertura presenta del 5% al 40%, en particular del 10% al 20% de la sección transversal del objeto. De este modo son posibles una solicitación uniforme del objeto y una limpieza completa del objeto con pocos movimientos del módulo con respecto al objeto. En particular con filtros pequeños también puede utilizarse un módulo, en el que una sección transversal de la abertura ascienda al 100% de la sección transversal del filtro o más, para aplicar al filtro en un flujo total un medio de prueba y/o limpieza. Un módulo de diagnóstico y limpieza de este tipo permite una medición simultánea de una calidad y una limpieza térmica del objeto. De este modo puede realizarse una limpieza térmica por ejemplo con medición de la reactividad catalítica, hasta que ya no pueda mejorarse la reactividad catalítica a pesar de una limpieza continuada. También puede utilizarse un gas químicamente reactivo para la limpieza térmica. Ventajosamente está prevista una regulación para regular la temperatura y el caudal del gas caliente.

De manera conveniente está previsto un sensor, con el que puede medirse al menos una concentración de un componente reducido u oxidado de un gas de prueba que ha reaccionado en un catalizador o en un objeto recubierto con un recubrimiento catalítico. De este modo al aplicar un gas de prueba reactivo como monóxido de carbono o gas propano a un objeto configurado como filtro dotado de un recubrimiento catalítico también puede medirse una función química del objeto. Un sensor para la detección de gases reducidos u oxidados o que han reaccionado en el objeto como hidrocarburos o dióxido de nitrógeno está colocado preferiblemente en un lado frontal del objeto opuesto al lado frontal en el que se introduce el gas de prueba en el objeto. Sin embargo, este sensor también puede estar dispuesto en una posición alternativa, cuando un gas que ha pasado por el objeto rodea o atraviesa esta posición alternativa. En lugar de una medición directa de los componentes que han reaccionado evidentemente también pueden medirse componentes del gas que no han reaccionado para, teniendo en cuenta la composición del gas de prueba, determinar una reactividad catalítica del objeto. Los componentes que han reaccionado se determinan en este caso de manera indirecta.

Es posible un análisis particularmente exacto del catalizador con respecto a los valores límite de gases de escape que pueden alcanzarse en caso de utilizarse en un vehículo cuando en un gas de escape de un motor diésel se utiliza un gas de prueba correspondiente. De este modo se simula un uso en un vehículo. Habitualmente, para una prueba de la función del objeto se utiliza una cantidad de gases de escape con una temperatura similar y una velocidad similar al caso de un motor diésel. Preferiblemente una prueba de este tipo se realiza de manera seccional con un gas de escape correspondiente a un motor diésel, aplicándose el gas de prueba sólo a una subzona del objeto. De este modo, en la respectiva subzona o en una sección transversal completa pueden alcanzarse tasas de ventilación relevantes para el funcionamiento para un objeto como un filtro o catalizador de aproximadamente 50000 1/h durante la prueba.

Además también puede estar previsto un sensor de hidrocarburos para determinar los restos existentes de combustible o aceite de motor. Esto ha resultado adecuado para adaptar una estrategia de limpieza, que sin variaciones no sería aplicable para un objeto sucio con aceite de motor, por ejemplo una limpieza térmica. Además, debido a los restos determinados puede determinarse un daño de un vehículo, en el que estaba integrado el objeto.

De manera conveniente el módulo presenta una carcasa, que une la abertura con un tubo de alimentación para un gas caliente así como un tubo de alimentación de aire comprimido. De este modo, de manera sencilla se garantiza que a la abertura común se alimenten diferentes medios, a través de la cual se aplican al objeto. Preferiblemente la abertura está configurada como boquilla dispuesta en un extremo inferior de la carcasa, para conseguir un flujo favorable con una salida de los diferentes medios. Así, la carcasa por regla general tubular forma en el caso de una limpieza y un diagnóstico simultáneos con diferentes medios una cámara de mezcla, en la que se mezclan los medios individuales antes de una salida de la boquilla. Habitualmente, en la carcasa están previstos unos sensores para la detección de estados relevantes de los medios, como un sensor de presión o un sensor de temperatura. Para influir de manera específica en un flujo en la carcasa, puede estar previsto un control de turbulencia. Además del tubo de alimentación para un gas caliente y del tubo de alimentación de aire comprimido también pueden estar previstos otros tubos de alimentación para medios de prueba y/o limpieza, como un tubo de alimentación de gas de prueba para introducir un gas reactivo. Los tubos de alimentación individuales pueden estar unidos directamente con la carcasa o desembocar indirectamente a través de un tubo de alimentación común en la carcasa. Para la



regulación de una cantidad de flujo a través de los tubos de alimentación individuales preferiblemente están previstas válvulas o válvulas de mariposa. Sin embargo, con un solo tubo de alimentación de aire comprimido pueden realizarse una limpieza térmica y una mecánica, calentando aire comprimido alimentado a través del tubo de alimentación de aire comprimido y expandiéndolo dado el caso hasta una presión necesaria para una limpieza térmica.

Ventajosamente está previsto que el dispositivo, en particular el módulo, comprenda un sensor de presión, con el que pueden medirse una contrapresión y/o una pérdida de presión por un objeto dispuesto en el dispositivo. El sensor de presión puede estar colocado en una posición situada aguas abajo de la abertura, para detectar una presión de un medio, que ya ha pasado por el objeto. Para ello, habitualmente está prevista una base permeable a los gases, sobre la que se coloca el objeto en el dispositivo. Preferiblemente están previstos dos o más sensores, para mediante una medición de presión delante y detrás del objeto poder determinar una diferencia de presión por el objeto. También puede estar previsto que se mida una diferencia de presión entre una posición delante del objeto y un entorno. Alternativamente pueden estar previstos uno o varios sensores de caudal o de flujo másico, con los que con una diferencia de presión constante se mide un caudal y/o un flujo másico, para determinar una resistencia al flujo.

Alternativa o adicionalmente el sensor también puede estar dispuesto en la carcasa del módulo, para determinar una presión del medio antes de salir de la carcasa a través de la abertura.

Según la invención el módulo para la colocación variable en el dispositivo está dispuesto de manera que puede moverse en varios ejes, en particular con control de fuerza. De este modo es posible una limpieza de cada subzona del objeto. Además, así puede medirse de manera sencilla una resistencia del sustrato en el cilindro mediante una deformación. El módulo también puede estar configurado con control de desplazamiento para poder moverlo de manera específica y repetida a puntos o posiciones individuales del objeto.

Preferiblemente el módulo está dispuesto en una carcasa de estación cerrada, estando prevista una membrana flexible para la separación de dos zonas de la carcasa de estación. Esto evita de manera sencilla que se ensucie un entorno con impurezas desprendidas del objeto o medios de prueba o limpieza. Cuando el módulo está dispuesto con una configuración móvil en una carcasa estacionaria cerrada, resulta favorable que un elemento flexible, de estanqueidad como una membrana, en particular una membrana plana, esté unido con una parte móvil del módulo y de la carcasa de manera rígida y estanca de tal modo que una zona o un espacio, en el que se coloca el objeto para una medición, esté separado herméticamente de un espacio, en el que están dispuestos un accionamiento del módulo y/o una mecánica para un movimiento del módulo. De este modo se evitan de manera sencilla daños del accionamiento o de la mecánica por impurezas o medios de prueba o limpieza. Al mismo tiempo, mediante la membrana plana flexible se garantiza una estanqueidad a pesar de un movimiento relativo del módulo con respecto al dispositivo. Alternativa o adicionalmente a una membrana también puede producirse un sellado mediante dispositivos de sellado rígido entre sí tales como anillos de estanqueidad o similares. Habitualmente se genera una subpresión en un espacio, en el que se coloca el objeto para una medición. De este modo, de manera sencilla se evita una salida de impurezas a un entorno.

Habitualmente la abertura presenta la forma de un segmento de círculo, correspondiendo un radio del segmento de círculo a un radio del objeto que va a limpiarse, por regla general de 10 cm a 20 cm. Alternativamente la abertura también puede estar configurada como triángulo aproximadamente isósceles, en particular aproximadamente equilátero, con una longitud de lado de desde 10 cm hasta 20 cm. Esto permite una limpieza eficiente del objeto, colocando la abertura en un borde del objeto y realizando un giro sobre un eje de rotación del objeto habitualmente cilíndrico. En caso de que un ángulo central de la abertura en forma de segmento de círculo ascienda a 60°, para ello por ejemplo son necesarias seis rotaciones de en cada caso 60° para limpiar el objeto completamente. La abertura está configurada según la invención como campana de medición.

Preferiblemente un diámetro de una boquilla para la aplicación de aire comprimido, que está dispuesta en la abertura, en una sección transversal mínima de la boquilla asciende a menos de 20 mm, en particular de 2 mm a 10 mm. De este modo es posible limpiar muy bien subzonas individuales del objeto y con un impulso considerable. Mediante el uso de una boquilla de Laval mediante una velocidad supersónica del medio que sale de la boquilla puede alcanzarse un resultado de la limpieza particularmente bueno. Mediante la boquilla, además de aire comprimido también pueden aplicarse aerosoles y otros medios de limpieza, como vapor de agua seco y húmedo, soluciones acuosas de base ácida o alcalina y disolventes concentrados.

Según la invención se consigue una precisión de medición muy elevada porque con la carcasa está unida una campana de medición, que forma la abertura. En la abertura está dispuesta la boquilla para aplicar aire comprimido. La campana de medición, que ventajosamente está configurada como difusor en forma de segmento de círculo, sobresale de esta boquilla al menos 1 mm. Para limpiar también el borde del objeto, la boquilla está colocada por regla general en un borde de la abertura en forma de arco circular.

Según la invención la campana de medición dispuesta normalmente de manera concéntrica a la carcasa y a la boquilla presenta una junta de estanqueidad periférica, compuesta en particular por un elastómero, de modo que se garantiza que un gas que sale de la abertura penetre en canales del objeto configurado generalmente como filtro de

flujo de pared.

La campana de medición está unida habitualmente con la carcasa por ejemplo mediante aberturas de aire de lavado, de modo que un medio transportado a través de la carcasa pueda salir por la abertura configurada como campana de medición. De este modo puede conseguirse una aplicación particularmente uniforme y de gran superficie del respectivo medio al objeto. También puede estar previsto que se apliquen al objeto medios de prueba o limpieza individuales sólo a través de la boquilla o sólo a través de la campana de medición, sin embargo no a través de la boquilla. Desde el punto de vista constructivo esto puede implementarse por ejemplo por medio de una válvula, que une la boquilla y/o la campana de medición de manera hidráulica con la carcasa. También pueden estar previstos tubos de alimentación separados a la campana de medición y a la boquilla, que preferiblemente pueden unirse mediante tubos de unión que pueden cerrarse. Preferiblemente los medios a presión y medios que se aplican al objeto con una alta velocidad como aire comprimido, se aplican exclusivamente o al menos en su mayor parte a través de la boquilla dispuesta en la campana de medición a una subzona pequeña o una sección transversal parcial pequeña del objeto. La campana de medición puede estar dispuesta de manera concéntrica, paralela o con un eje oblicuo en el espacio con respecto a la boquilla.

Por regla general se aplican un gas caliente, vapor, un gas de prueba así como aire con un caudal reducido, que al atravesar el objeto con la campana de medición bien colocada produce una contrapresión de aproximadamente 0,5 bar, para la medición del flujo a través de la campana de medición a una sección transversal comparativamente grande del objeto. La contrapresión que puede ajustarse durante la medición a través del caudal se adapta preferiblemente a una resistencia de un material de filtro para evitar daños del filtro.

A este respecto, también durante la limpieza con un gas caliente o similar con la campana de medición bien colocada es posible determinar una calidad del objeto, midiéndose una contrapresión del objeto y aumentándose un caudal del gas caliente, hasta que se establece una contrapresión de desde 0,001 bar hasta 1 bar. A medida que aumenta el grado de limpieza para alcanzar una contrapresión correspondiente es necesario un caudal mayor, de modo que es posible determinar la calidad a través del caudal.

También puede estar previsto que se calienten el aire comprimido o un gas de prueba. Además también puede calentarse aire con una sobrepresión reducida, que se aplica al objeto por medio de un soplador casi sin presión.

Con una medición de la reactividad catalítica la junta de estanqueidad de la campana de medición se presiona sobre la superficie a examinar, por regla general un lado frontal de un objeto, habitualmente con una fuerza de desde 20 N hasta 70 N, para garantizar una aplicación específica del gas de prueba. La fuerza, con la que se presiona la campana de medición sobre la superficie, es por regla general mayor que una fuerza por una presión interna en la campana de medición, con la que se aplica un medio sobre la superficie. De este modo se evita que se levante la campana de medición de la superficie. Además resulta favorable que no se supere una presión máxima permitida de la superficie, para evitar daños del objeto, en particular de un sustrato, de modo que la fuerza, con la que se presiona la campana de medición sobre la superficie también dependa de una superficie de contacto de la campana de medición con la superficie. Con un diámetro de la campana de medición de aproximadamente 40 mm una fuerza, con la que se presiona la campana de medición sobre la superficie, asciende normalmente a aproximadamente desde 20 N hasta 100 N.

Durante una limpieza mecánica la campana de medición se levanta normalmente del objeto, de modo que el aire que sale de la boquilla puede fluir sin presión estática, aunque sí con un impulso considerable sobre la superficie y a los canales que desembocan en el lado frontal del objeto. Mediante un movimiento de la carcasa por el objeto es posible limpiar todos los canales en etapas consecutivas o para todos los canales pueden determinarse una o varias formas de la calidad.

Para una limpieza térmica por medio de un gas caliente la campana de medición se dispone preferiblemente de manera estanca sobre la superficie, de modo que el gas caliente puede introducirse con una contrapresión reducida en el objeto o en subzonas individuales del objeto.

La campana de medición también puede estar configurada con un sensor de fuerza y/o movimiento, para medir una geometría del objeto. Para ello la campana de medición también puede estar unida con la carcasa de manera móvil. Entonces, para una medición la campana de medición se presiona con una fuerza o fuerza axial definida sobre el objeto y se mide una deformación. A partir de aquí, de manera particularmente sencilla, pueden determinarse entre otras cosas el diámetro, la altura y posición del filtro sobre la base así como la resistencia de un asiento hermético. Generalmente el objeto también está colocado sobre una báscula, con la que en esta medición puede medirse una fuerza de reacción. Para la determinación de la resistencia del sustrato en el cilindro, por un lado puede recurrirse a una curva de histéresis de una fuerza de reacción para la fuerza de presión o axial. Por otro lado, también mediante una curva característica de fuerza-desplazamiento medida puede determinarse una resistencia del asiento hermético.

Mediante una superficie de contacto grande, formada por una junta de estanqueidad periférica en un borde de la campana de medición, también con una fuerza axial de la campana de medición sobre el objeto que lleva a deformaciones se garantiza una presión de superficie reducida de un sustrato de un objeto configurado por ejemplo

como filtro de flujo de pared, de modo que puede someterse a prueba la resistencia del asiento hermético, sin dañar el sustrato.

A partir de los ejemplos de realización representados a continuación se deducen características, ventajas y efectos adicionales de la invención. En los dibujos a los que se hace referencia de este modo, muestran:

5 la figura 1, un módulo para un dispositivo según la invención junto con una parte de un filtro en una representación en sección;

la figura 2, un dispositivo según la invención con un módulo según la figura 1;

las figuras 3 y 4, un módulo adicional para un dispositivo según la invención;

la figura 5, un patrón de movimiento de un módulo en un filtro;

10 las figuras 6 y 7, un módulo adicional para un dispositivo según la invención.

La figura 1 muestra esquemáticamente un módulo 2 configurado como módulo de diagnóstico y limpieza integrado para un dispositivo 1 según la invención para el diagnóstico y la limpieza de un objeto así como una parte de un objeto configurado como filtro de flujo de pared 15. El módulo 2 presenta una carcasa 3, con la que está unido un tubo de alimentación 16, para alimentar medios de prueba y limpieza, que pueden aplicarse a un objeto a través de una abertura 5 unida con la carcasa 3. A este respecto, a través de aberturas de aire de lavado 18 y una boquilla 4 la abertura 5 está unida de manera hidráulica con la carcasa 3. La boquilla 4 permite aplicar medios con una velocidad elevada a una subzona pequeña del filtro 15 y en este caso se dispone en el centro de la abertura 5.

15

Para la medición de una reactividad catalítica del filtro 15 recubierto con un recubrimiento catalítico se alimenta al módulo 2 un gas de prueba químicamente reactivo como monóxido de carbono o gas propano a través del tubo de alimentación 16. Para regular en particular automáticamente una cantidad así como una temperatura del gas de prueba alimentado, está previsto un módulo de regulación no representado, que está unido con sensores del dispositivo 1 así como un control de proceso.

20

El módulo 2 representado presenta en el tubo de alimentación una válvula 17, con la que puede regularse una cantidad del medio alimentado. Para aplicar a un filtro 15 un medio de prueba y/o un medio de limpieza a alta presión en un extremo inferior de la carcasa 3 está prevista una boquilla 4, a través de la que sale el medio normalmente con una presión de hasta 20 bar, preferiblemente de 0,5 bar a 10 bar, y una velocidad de hasta 300 m/s. La boquilla 4 presenta en el ejemplo de realización representado un diámetro de aproximadamente 6 mm, para conseguir un flujo particularmente favorable para una limpieza mecánica. Por regla general con el módulo 2 se limpian y diagnostican filtros 15 desmontados de vehículos, que habitualmente presentan un diámetro de aproximadamente 30 cm y una altura de aproximadamente 25 cm. Por tanto, una superficie de sección transversal correspondientemente pequeña de la boquilla 4 permite una prueba y limpieza específicas de subzonas individuales del filtro 15 o canales de un sustrato 27 del filtro 15 para, en función de una calidad medida de la subzona, realizar una limpieza óptima. De este modo, en poco tiempo se consigue un grado de pureza elevado.

25

30

Para la limpieza se utiliza un medio de limpieza, por ejemplo aire comprimido, vapor seco o un gas caliente. Este medio de limpieza sale a través de la abertura 5 tras atravesar la carcasa 3, de modo que con la misma abertura 5 puede aplicarse un medio de prueba y un medio de limpieza al filtro 15. Ventajosamente, para ello están previstos varios tubos de alimentación 16, que a través de la carcasa 3 están unidos con la abertura 5. Por regla general están previstos un tubo de gas caliente y un tubo de aire comprimido, que desembocan o bien directamente en la carcasa 3 o bien, a través de un tubo de alimentación común 16, indirectamente en la carcasa 3. Además puede estar previsto un tubo de gas de prueba separado, para aplicar un gas químicamente reactivo para la medición de una reactividad catalítica al filtro 15. Sin embargo, también puede producirse una limpieza térmica por medio del gas reactivo, en particular gas propano o monóxido de carbono, de modo que no sea necesario un tubo de gas de prueba separado.

35

40

Para introducir una turbulencia de manera específica en un flujo en la carcasa 3 o reducir una turbulencia, está previsto un control de turbulencia 19.

45

Además en una zona inferior en la carcasa 3 está prevista una cámara 10 o una óptica de una cámara 10, con la que a través de la abertura 5 puede captarse una imagen de un filtro 15 dispuesto por debajo de la abertura 5. El filtro 15 está colocado debajo del módulo 2 de tal modo que una superficie frontal del filtro 15, en la que desembocan los canales, se sitúa enfrente de la abertura 5. Así un filtro 15 examinado con el módulo 2 también puede examinarse ópticamente mediante la cámara 10 colocada en la boquilla 4, pudiendo evaluarse un estado estructural de canales individuales.

50

Como resulta evidente la cámara 10 está dispuesta sobre una guía aproximadamente cilíndrica 12 de manera concéntrica en la carcasa preferiblemente tubular 3. De este modo la cámara 10 puede desplazarse axialmente a lo largo de una dirección de movimiento de la cámara 11. Así, la cámara 10 puede moverse también a través de la boquilla 4 y la abertura 5 desde la carcasa 3, para por ejemplo examinar con precisión particular células o canales

55

individuales del filtro 15. Además un desplazamiento de la cámara 10 también puede ser conveniente para mejorar un enfoque. Una evaluación de la imagen tomada con la cámara 10 puede producirse directamente en un módulo de evaluación de imágenes 23 colocado en una zona superior. Aquí también puede estar dispuesto un sensor de imágenes, en el que se produce una imagen digital. Para transferir la imagen a un control de proceso y/o una documentación a modo de ejemplo se representa una línea de datos 13.

Como con la misma abertura 5 pueden realizarse un diagnóstico y una limpieza del filtro 15, es posible un cambio particularmente rápido de un procedimiento de diagnóstico a un procedimiento de limpieza. Con el módulo 2 también es posible una limpieza y un diagnóstico simultáneos de un filtro 15, cuando por ejemplo el filtro 15 se limpia mecánicamente por medio de aire comprimido, mientras se mide un caudal establecido por la presión. Un caudal creciente indica una mejora de un grado de limpieza, porque disminuye una contrapresión del filtro 15. Para detectar diferentes propiedades de un medio de prueba o limpieza que fluye a través de la carcasa 3 en la carcasa 3 están previstos unos sensores. En la figura 1 se representan a modo de ejemplo un sensor de temperatura 8 y un sensor de presión 9. Además también pueden estar previstos sensores para la medición de una presión dinámica, una composición de gas, un caudal o similar. Para la transmisión de los datos de medición a un control de proceso o un ordenador central se representa una línea de medición 14.

En una zona inferior de la carcasa 3 está dispuesta de manera móvil una campana de medición 6 que actúa como difusor, que forma la abertura 5 y que en un extremo inferior presenta un diámetro de aproximadamente 50 mm. La boquilla 4 está colocada de manera concéntrica en la campana de medición 6. Como resulta evidente la campana de medición 6 sobresale de la boquilla 4 preferiblemente al menos 1 mm y presenta en un extremo inferior una junta de estanqueidad periférica 22, compuesta por regla general por un elastómero, mediante la cual al colocar el módulo 2 en una superficie frontal del filtro 15 se establece una unión estanca entre el módulo 2 y el filtro 15. De este modo puede garantizarse que un medio que sale de la abertura 5 tenga que pasar por el filtro 15, con lo que por ejemplo pueden medirse de manera muy precisa una contrapresión o una pérdida de presión. Además, de este modo se evita un contacto directo de la boquilla 4 con el sustrato 27, con lo que se evitan daños del sustrato 27 así como de la boquilla 4. Resulta evidente que están previstas varias aberturas de aire de lavado 18, que permiten un intercambio de gases entre la carcasa 3 y la campana de medición 6, para a través de la campana de medición 6 por ejemplo aplicar un medio de prueba a presión reducida.

Durante una limpieza del filtro 15 por medio de aire comprimido se levanta la campana de medición 6 preferiblemente algunos milímetros desde el filtro 15, de modo que el aire comprimido sólo puede fluir con un impulso considerable, aunque sin presión estática, desde la boquilla 4 a la superficie y a los canales. Una distancia entre el módulo 2 y el filtro 15 permite también un movimiento relativo entre el módulo 2 y el filtro 15, como ocurre por regla general con una limpieza, para limpiar secuencialmente las subzonas o los canales del filtro 15 individuales.

Con una limpieza térmica, a través del tubo de alimentación 16 o un tubo de alimentación de gas caliente separado unido con la carcasa 3 se conduce aire caliente, preferiblemente con una temperatura de desde 200°C hasta 700°C, estando dispuesta la campana de medición 6 normalmente con la junta de estanqueidad 22 de manera estanca sobre una superficie de filtro o un lado frontal del filtro 15. A este respecto, se conduce aire caliente con una contrapresión reducida a través de una parte del filtro 15. Habitualmente están previstos sensores dispuestos aguas abajo del filtro 15 para medir una presión, una temperatura y dado el caso un grado de una regeneración por medio de un sensor de hidrocarburos 28 o de un sensor de monóxido de carbono.

Ventajosamente un medio de prueba o limpieza se limpia tras pasar por el filtro 15 para evitar que se ensucie el entorno. A este respecto, por regla general se enfría un medio de prueba o limpieza caliente, antes de que se limpie.

Para mover el módulo 2 hacia diferentes posiciones o subzonas del filtro 15, está previsto un accionamiento no representado, preferiblemente un robot cartesiano, con el que puede moverse el módulo 2 en tres direcciones en traslación y en tres direcciones en rotación. De este modo el módulo 2 puede moverse hacia cada posición del filtro 15, para limpiarla o someterla a prueba. Además mediante un movimiento del módulo 2 a lo largo del filtro 15 también es posible medir fácilmente una geometría o un contorno del filtro 15, estando previstos habitualmente sensores de contacto o sensores de medición de fuerza. En la realización representada la campana de medición 6 está unida de manera móvil con la carcasa 3 de tal modo que una fuerza lateral sobre la campana de medición 6 lleva a un cierre de un interruptor de contacto 21. De este modo también pueden detectarse fuerzas en una dirección horizontal, que implican un canto lateral del filtro 15 o un cilindro 26 que sobresale del sustrato 27. A este respecto, también es posible detectar exactamente una posición del filtro 15 en el dispositivo 1.

Para evitar que se ensucie una parte superior de la carcasa de estación 20, en la que están colocados el módulo de evaluación de imágenes 23 y normalmente el accionamiento, está prevista una membrana plana 7. La membrana plana 7 que separa herméticamente una parte inferior de la carcasa de estación 20 de una parte superior de la carcasa de estación 20 está unida de manera estanca con una parte móvil del módulo 2 así como una carcasa de estación estanca 20, en la que está dispuesto el módulo 2. Para aceptar movimientos relativos entre el módulo 2 y la carcasa de estación 20 la membrana plana 7 está configurada de manera flexible. Así, a través de la carcasa de estación 20, se evita que se ensucie el entorno por impurezas desprendidas del filtro 15 así como medios de prueba o limpieza. A través de la membrana plana 7 se evita que se ensucie una parte superior de la carcasa de estación 20

por impurezas presentes en la parte inferior y medios. Se produce una eliminación de las impurezas desprendidas del filtro 15 así como de los medios de prueba y limpieza mediante una aspiración, que está unida con una parte inferior de la carcasa de estación 20, en la que se coloca el filtro 15 para un diagnóstico y una limpieza.

5 La figura 2 muestra un dispositivo 1 según la invención configurado como estación de diagnóstico y limpieza, en el que está dispuesto un filtro 15 para un diagnóstico y una limpieza. Además, en la carcasa de estación 20 del dispositivo 1 un módulo 2 está dispuesto de manera móvil en varios ejes como se describió anteriormente. Esquemáticamente se representan dos posiciones verticales del módulo 2. Como resulta evidente por la membrana plana flexible 7 en cada una de las posiciones representadas se da un sellado de una parte superior de la carcasa de estación 20 con respecto a una parte inferior, en la que se dispone el filtro 15.

10 El filtro 15 está colocado sobre una báscula 25 sobre una base 24 preferiblemente transparente y permeable a los gases para analizar ópticamente el filtro 15 en particular por medio de iluminación desde abajo y aguas abajo del filtro 15 medir la presión, temperatura así como los componentes de un medio, que ha pasado por el filtro 15. Para ello, a modo de ejemplo se representa un sensor de hidrocarburos 28, con el que puede determinarse una reactividad catalítica al introducir un gas de prueba químicamente reactivo de composición conocida.

15 Como se representa el filtro 15 está colocado sobre la báscula 25 de tal modo que el sustrato 27 sólo está dispuesto indirectamente sobre el cilindro 26 sobre la báscula 25. Esto permite una comprobación sencilla de una resistencia de una unión del cilindro 26 con el sustrato 27, ejerciéndose una presión controlada aproximadamente en perpendicular desde arriba sobre el sustrato 27 y midiéndose un desplazamiento. La presión se aplica habitualmente mediante la campana de medición 6 por medio de un accionamiento con control de fuerza. Puede determinarse una  
20 resistencia insuficiente de la unión entre el sustrato 27 y el cilindro 26 mediante un desplazamiento del sustrato 27 con respecto al cilindro 26, que con una fuerza definida se sitúa sobre un valor límite. Adicionalmente también puede recurrirse a una fuerza de reacción medida en la báscula 25 para evaluar la unión. Mediante la báscula 25 también puede medirse una carga con ceniza del filtro 15 mediante comparación de un peso medido con un peso de un filtro nuevo 15, con lo que puede determinarse un resultado de la limpieza durante una limpieza.

25 Las figuras 3 y 4 muestran un módulo 2 no cubierto por el alcance de protección en una vista lateral y una representación en sección. En la realización representada la boquilla 4 está dispuesta por fuera de la abertura 5. De este modo puede limpiarse una subzona del filtro 15 a través de la boquilla 4 por medio de aire comprimido, mientras se limpia una subzona adicional a través de la abertura 5 con un gas caliente y/o se mide una forma de una calidad de la subzona adicional mediante la aplicación de un medio de prueba a través de la abertura 5.

30 La abertura 5 presenta aproximadamente la forma de un triángulo o de un segmento de círculo de un círculo con un radio según un radio interno del cilindro 26. De este modo la abertura 5 o el borde inferior 29 de la campana de medición 6 pueden colocarse al ras con un contorno del cilindro 26 que habitualmente sobresale del sustrato 27, para limpiar completamente el sustrato 27. Entonces es posible limpiar y/o diagnosticar fácilmente una superficie completa del filtro 15 mediante un giro del módulo 2 o del filtro 15 sobre un eje longitudinal del filtro 15 a través de la  
35 abertura 5. Preferiblemente una longitud de lado de la abertura 5 triangular o un radio del arco circular asciende a de 10 cm a 20 cm, en particular a aproximadamente 15 cm, de modo que pueden limpiarse filtros 15 con un diámetro de aproximadamente 30 cm particularmente bien y de manera eficiente.

La fabricación de la campana de medición 6 adaptada a un contorno de filtro es posible con costes reducidos, cuando la campana de medición 6 se fabrica por medio de impresión 3D. En un extremo inferior de la campana de  
40 medición 6 unida en esta realización de manera integral con la carcasa 3 puede estar dispuesta una junta de estanqueidad 22 no representada. De este modo, por un lado se evita un flujo no deseado por el filtro 15. Además, así se consigue una superficie de apoyo grande de la campana de medición 6 sobre el filtro 15, de modo que mediante la campana de medición 6 pueden aplicarse fuerzas axiales elevadas para someter a prueba la resistencia del sustrato 27 en el cilindro 26, sin dañar el sustrato 27 por una compresión de superficie demasiado grande.

45 En la realización representada la abertura 5, dado el caso con posibilidad de conmutación a través de válvulas 17, está unida con un tubo de gas de prueba, un tubo de gas caliente así como un tubo de alimentación 16 para aire comprimido con una sobrepresión de aproximadamente 0,5 bar. Dado el caso también un tubo de alimentación 16 puede estar unido con la abertura 5 para una limpieza con vapor. Con la boquilla 4 está unido un tubo de aire comprimido, para limpiar el filtro 15 mecánicamente de impurezas. La boquilla 4 presenta un diámetro de como  
50 mínimo aproximadamente 6 mm y está configurada normalmente como boquilla de Laval, para permitir también un flujo supersónico.

La figura 5 muestra un patrón de movimiento de un módulo 2 o una abertura 5 del módulo 2 por el objeto. Resulta evidente que mediante seis giros a lo largo de un sentido de rotación 30 del módulo 2 sobre un eje longitudinal del  
55 filtro 15 esencialmente puede limpiarse cualquier subzona del filtro 15 a través de la abertura 5, estando colocado un borde 29 de la abertura 5 al ras con un cilindro 26 del filtro 15. De este modo el módulo 2 puede estar realizado con un accionamiento configurado de manera particularmente sencilla, que sólo permite un giro del módulo 2 sobre el eje longitudinal del filtro 15. Además mediante la campana de medición 6 configurada ventajosamente como difusor, que forma la abertura 5, se garantiza una aplicación uniforme de los medios de prueba y limpieza al filtro 15.

- 5 Las figuras 6 y 7 muestran otra forma de realización de un módulo 2, estando configurada la abertura 5 configurada como campana de medición 6 en un extremo inferior según el módulo 2 representado en las figuras 3 y 4. Sin embargo, en este módulo 2 la boquilla 4 está dispuesta en la abertura 5, de modo que a través de la misma abertura 5 pueden producirse tanto una limpieza del filtro 15 por medio de aire comprimido como una limpieza térmica y una medición de la reactividad catalítica. La boquilla 4 no está dispuesta en el centro de la campana de medición 6, sino cerca de una parte en forma de arco circular del borde 29 de la abertura 5, de modo que también es posible aplicar aire comprimido a una zona de borde del filtro 15 cuando la campana de medición 6 se dispone sobre el filtro 15, por ejemplo para al mismo tiempo realizar una limpieza mecánica y una medición del flujo.
- 10 Para limpiar el filtro 15 con este módulo 2 en cada subzona por medio de aire comprimido que sale de la boquilla 4, es necesario un movimiento del módulo 2 hacia cada subzona del filtro 15, por ejemplo con un accionamiento cartesiano. También en esta realización pueden estar previstas aberturas de aire de lavado 18 para una unión de la campana de medición 6 con la carcasa 3, para distribuir un medio transportado desde la carcasa 3 mediante la campana de medición 6 a través de la abertura 5 de manera uniforme en la campana de medición 6. Sin embargo, también sin aberturas de aire de lavado 18 se garantiza una aplicación uniforme de un medio al filtro 15, cuando la campana de medición 6 se presiona sobre el filtro 15, porque la campana de medición 6, que forma la abertura 5, sobresale de la boquilla 4 al menos 1 mm, de modo que la boquilla 4 está distanciada del filtro 15. De este modo se alcanza una distribución aproximadamente homogénea del gas que sale de la boquilla 4 en la campana de medición 6, en particular con una ligera sobrepresión de desde 0,1 bar hasta 1 bar.
- 15 Como la campana de medición 6 sobresale de la boquilla 4, además se evitan un contacto directo de la boquilla 4 con un sustrato 27 y un daño del sustrato 27 a través de la boquilla 4, cuando la campana de medición 6 se presiona por ejemplo para someter a prueba un asiento hermético del sustrato 27 en el cilindro 26 con una fuerza axial sobre el sustrato 27.
- 20 También en esta realización en la abertura 5 o en la boquilla 4 puede estar dispuesta una cámara 10 para la detección óptica de un objeto colocado delante de la abertura 5 como de un filtro 15.
- 25 Con un procedimiento según la invención así como un dispositivo 1 para ello es posible una medición de una reactividad catalítica de un filtro 15 en el estado desmontado. De este modo, de manera sencilla puede evitarse que se monte en un vehículo un filtro 15 reciclado con una reactividad catalítica insuficiente, que debe satisfacer normas de emisiones estrictas. Además, un dispositivo 1 según la invención puede utilizarse además de para un diagnóstico también para una limpieza del filtro 15, pudiendo aplicar a través de una abertura 5 tanto un medio de prueba como un medio de limpieza al filtro 15. Esto permite un cambio particularmente rápido de un procedimiento de diagnóstico a un procedimiento de limpieza, con lo que se consigue un procedimiento muy eficiente con el que puede producirse una limpieza en particular en función de una función química del filtro 15 o un estado de limpieza de canales individuales.
- 30 Además es posible una clasificación de filtros 15 reciclados para un uso adicional basándose en datos de calidad medidos, porque puede darse información sobre las normas de emisiones que pueden satisfacerse con el filtro 15.
- 35

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento para el diagnóstico y la limpieza de un objeto permeable a los gases, que es adecuado para la depuración de gases de escape en un vehículo automóvil, como de un filtro (15) o un catalizador, a través del que puede fluir un gas, en particular de un filtro de partículas o catalizador colocado en un segmento de gases de escape de un vehículo automóvil, aplicándose para la limpieza del objeto aire comprimido a través de una abertura (5) de un módulo (2) al objeto, midiéndose al menos una forma de una calidad del objeto por medio de una radiación y/o de un medio, que se transportan a través de la abertura (5), caracterizado porque el módulo (2) se mueve a través de un accionamiento de varios ejes hacia diferentes posiciones del objeto, para someter a prueba y/o limpiar subzonas individuales, aplicándose el aire comprimido con una presión que cambia de manera pulsada a través de una boquilla (4) del módulo (2) dispuesta en la abertura (5) y estando configurada la abertura (5) como campana de medición (6), que sobresale de la boquilla (4) al menos 1 mm y en un extremo presenta una junta de estanqueidad periférica (22).
2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque se produce un diagnóstico óptico del objeto a través de la abertura (5) con una cámara (10) dispuesta en el módulo (2).
3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, caracterizado porque a través de la abertura (5) se aplica un medio de prueba preferiblemente gaseoso.
4. Procedimiento según la reivindicación 3, caracterizado porque para la medición de una reactividad catalítica se aplica un gas de prueba reactivo de composición definida como gas propano o monóxido de carbono a través de la abertura (5) al objeto y se mide una concentración de al menos un componente reducido u oxidado del gas de prueba tras pasar por el objeto.
5. Procedimiento según la reivindicación 3 o 4, caracterizado porque a través de la abertura (5) se produce de manera alterna una limpieza y una prueba del objeto, modificándose una presión de un medio que sale de la abertura (5).
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque se mide un peso del objeto durante una limpieza.
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque se mide un estado estructural del objeto mediante la aplicación de una fuerza definida con el módulo (2) y la medición de una deformación producida de este modo.
8. Dispositivo (1) para el diagnóstico y la limpieza de un objeto permeable a los gases, adecuado para la depuración de gases de escape en un vehículo automóvil como de un filtro (15) o un catalizador, a través del que puede fluir un gas, en particular para la realización de un procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7, con un módulo (2) que presenta una abertura (5) y un módulo de regulación, pudiendo moverse con el módulo de regulación un medio de limpieza a través de la abertura (5), pudiendo medirse con el dispositivo (1) al menos una forma de una calidad del objeto por medio de un medio transportado a través de la abertura (5) y/o una radiación transportada a través de la abertura (5), caracterizado porque el módulo (2) para la colocación variable en el dispositivo (1) está dispuesto de manera que puede moverse en varios ejes y está configurado para la aplicación de aire comprimido, pudiendo aplicarse el aire comprimido con una presión que cambia de manera pulsada a través de una boquilla (4) del módulo (2) dispuesta en la abertura (5) y estando configurada la abertura (5) como campana de medición (6), que sobresale de la boquilla (4) al menos 1 mm y en un extremo presenta una junta de estanqueidad periférica (22).
9. Dispositivo (1) según la reivindicación 8, caracterizado porque con el módulo (2) puede medirse una forma de una calidad del objeto a través de la abertura (5).
10. Dispositivo (1) según la reivindicación 8 o 9, caracterizado porque el módulo (2) presenta una carcasa (3), que une la abertura (5) con un tubo de alimentación (16) para un gas caliente así como un tubo de alimentación de aire comprimido.
11. Dispositivo (1) según una de las reivindicaciones 8 a 10, caracterizado porque el dispositivo (1), en particular el módulo (2), comprende un sensor de presión (9), con el que pueden medirse una contrapresión y/o una pérdida de presión por un objeto dispuesto en el dispositivo (1).
12. Dispositivo (1) según una de las reivindicaciones 8 a 11, caracterizado porque el módulo (2) está dispuesto de manera que puede moverse con control de fuerza.
13. Dispositivo (1) según una de las reivindicaciones 8 a 12, caracterizado porque el módulo (2) está dispuesto en una carcasa de estación cerrada (20), estando prevista una membrana flexible para la separación de dos zonas de la carcasa de estación (20).

14. Dispositivo (1) según una de las reivindicaciones 8 a 13, caracterizado porque está previsto un sensor, con el que puede medirse al menos una concentración de un componente reducido u oxidado de un gas de prueba que ha reaccionado en un objeto recubierto con un recubrimiento catalítico.



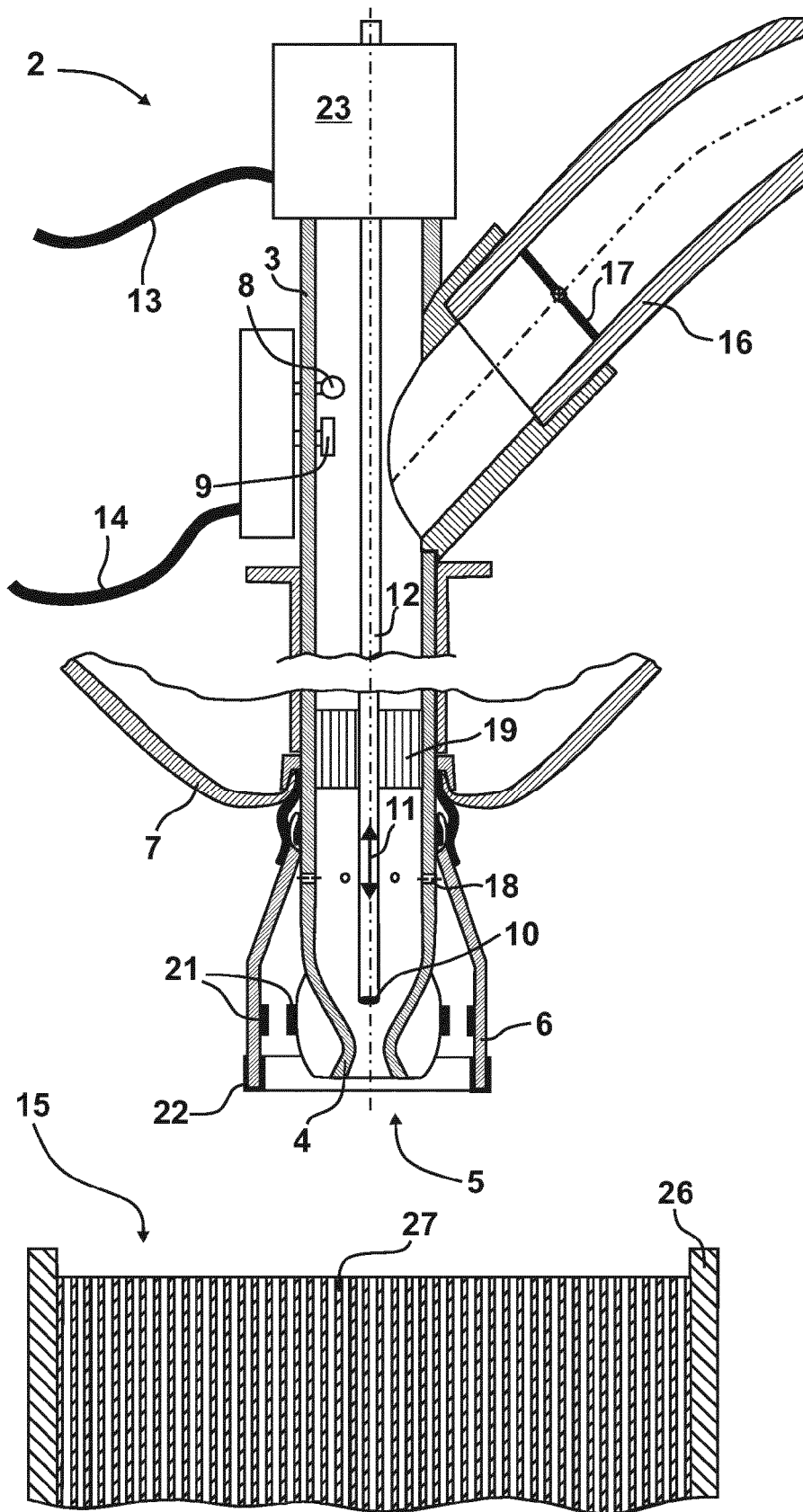


Fig. 1

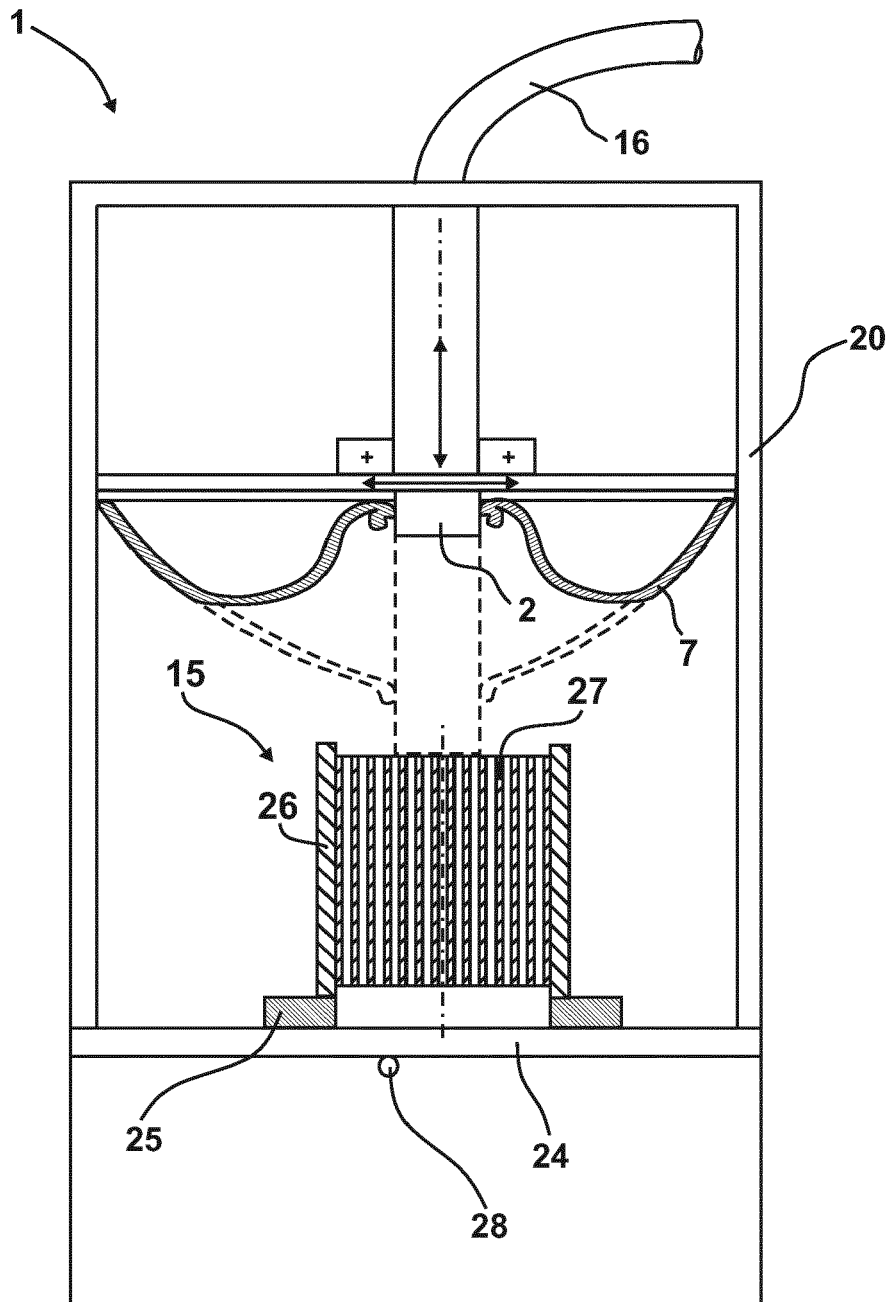
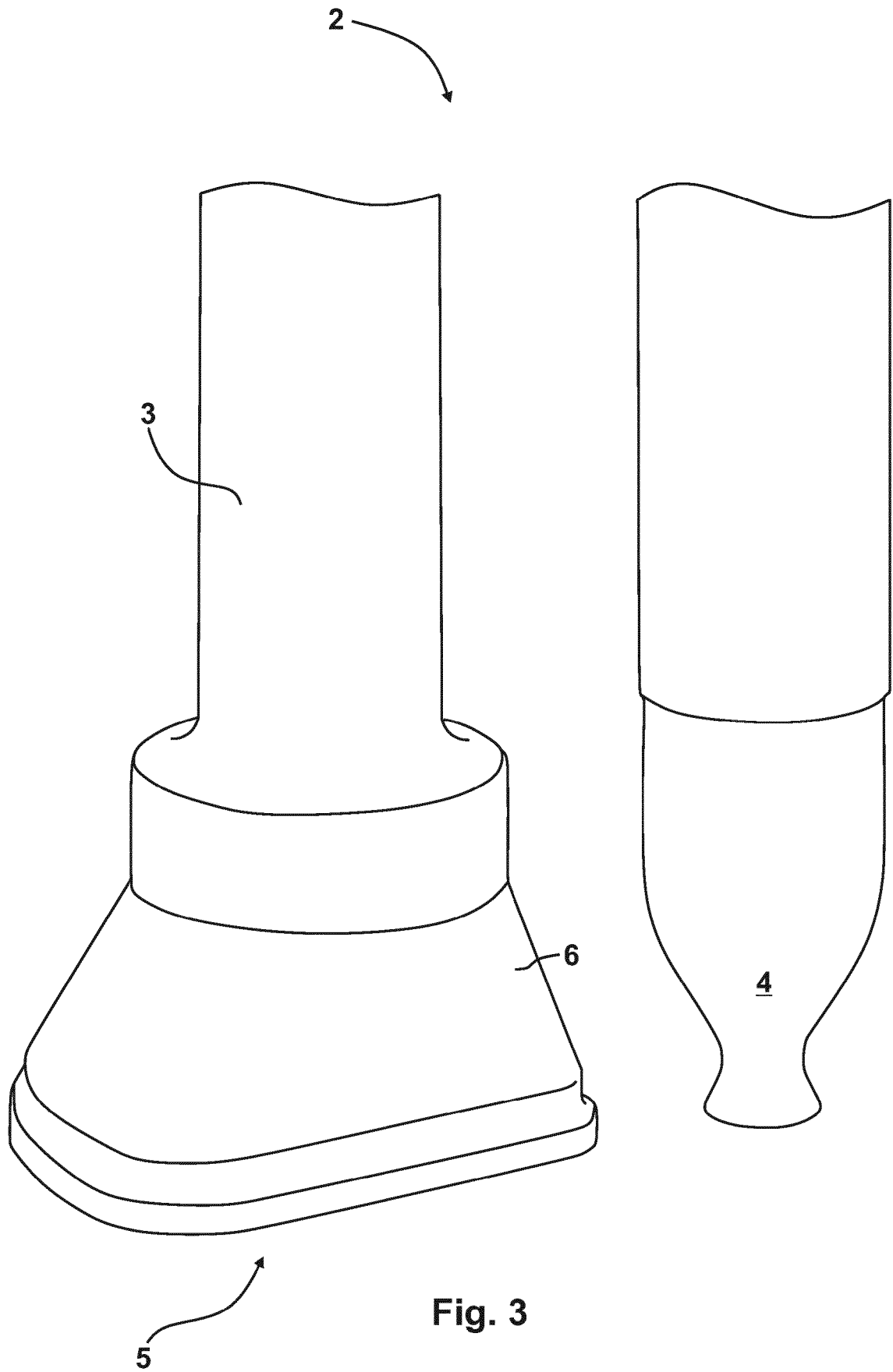


Fig. 2



**Fig. 3**

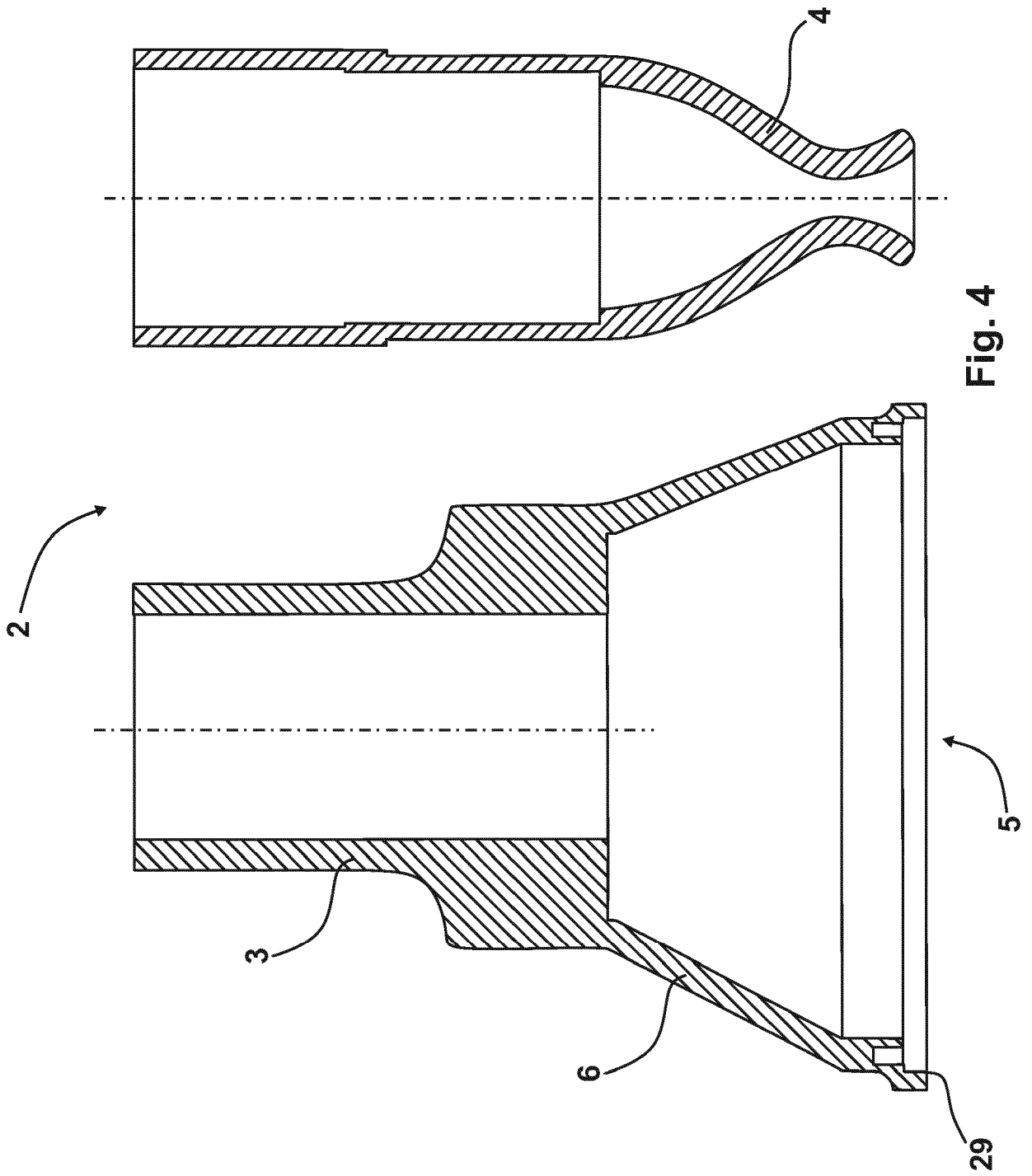
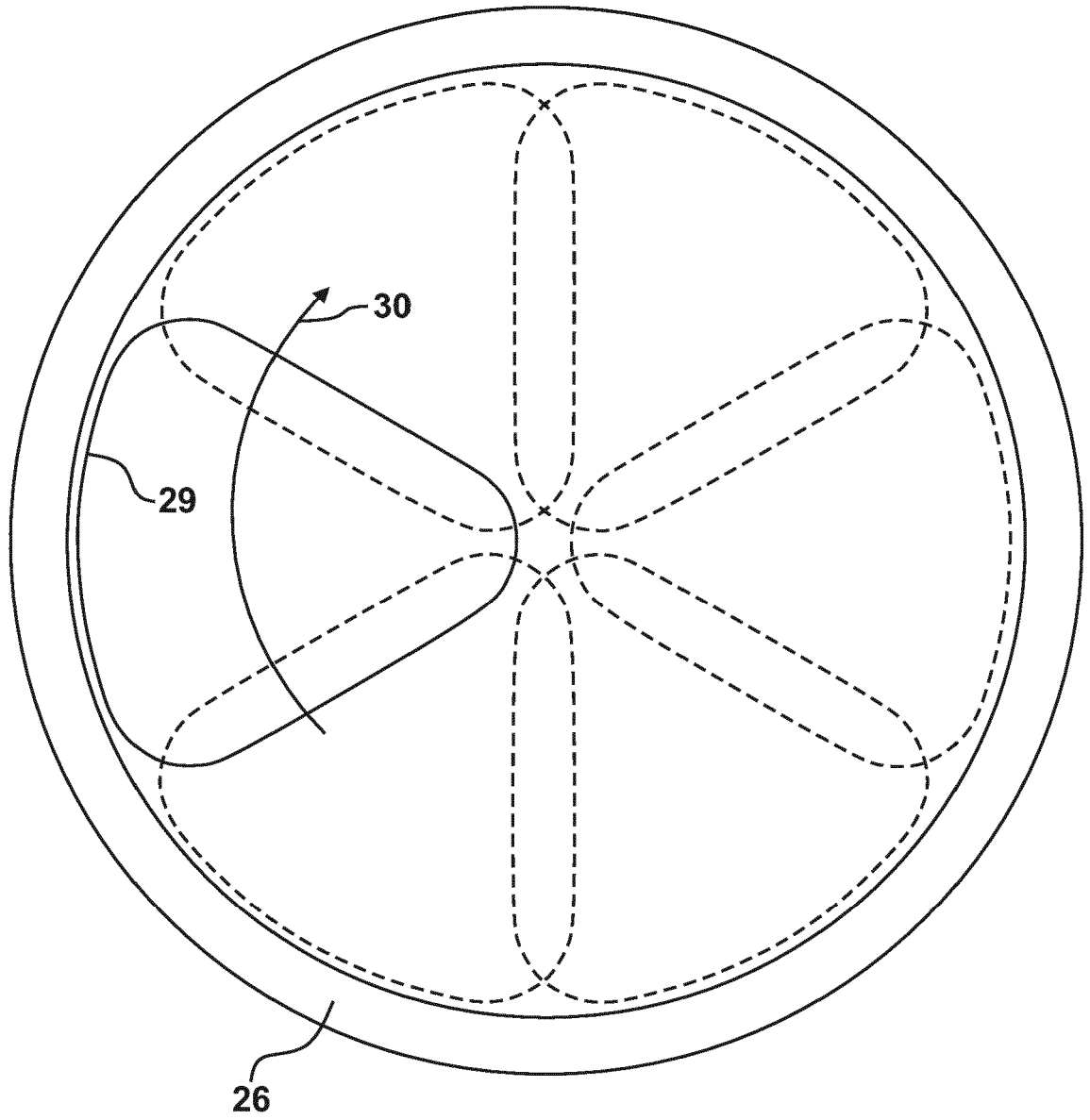


Fig. 4



**Fig. 5**

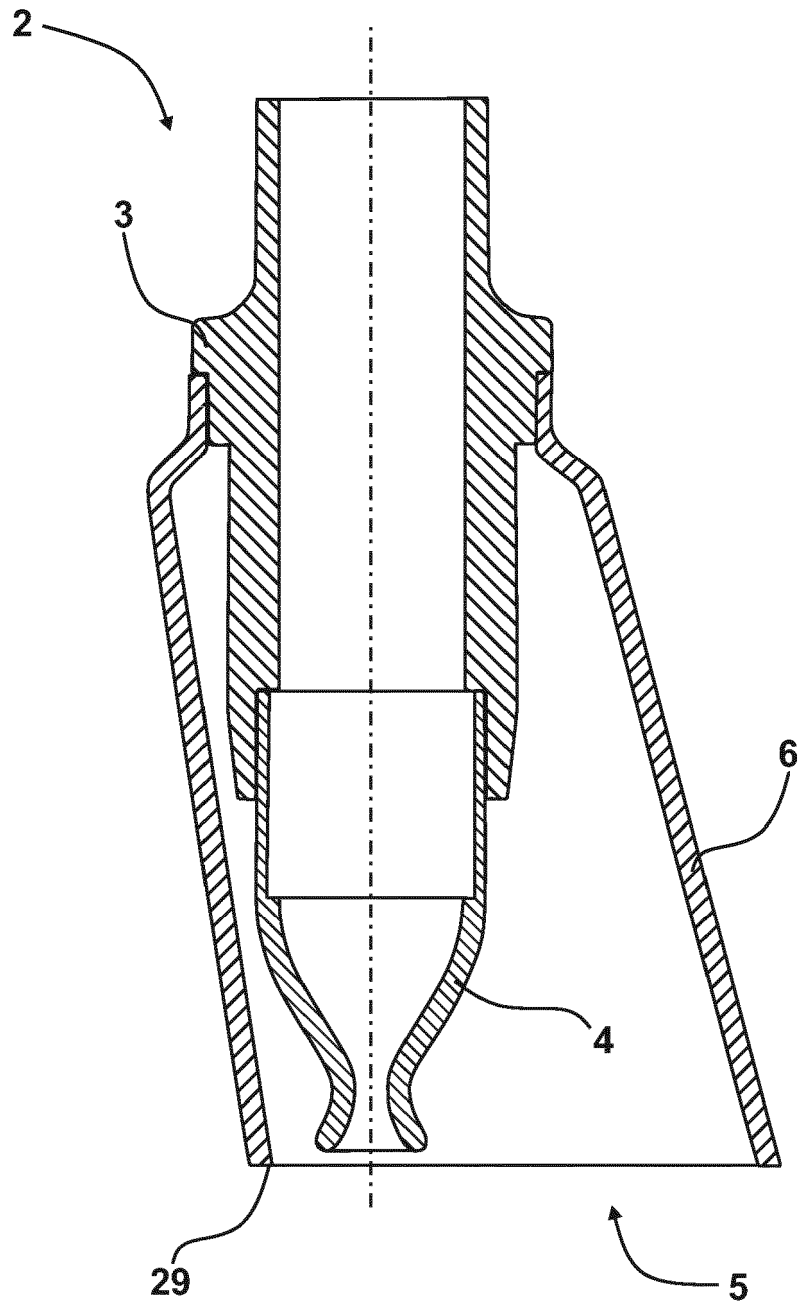
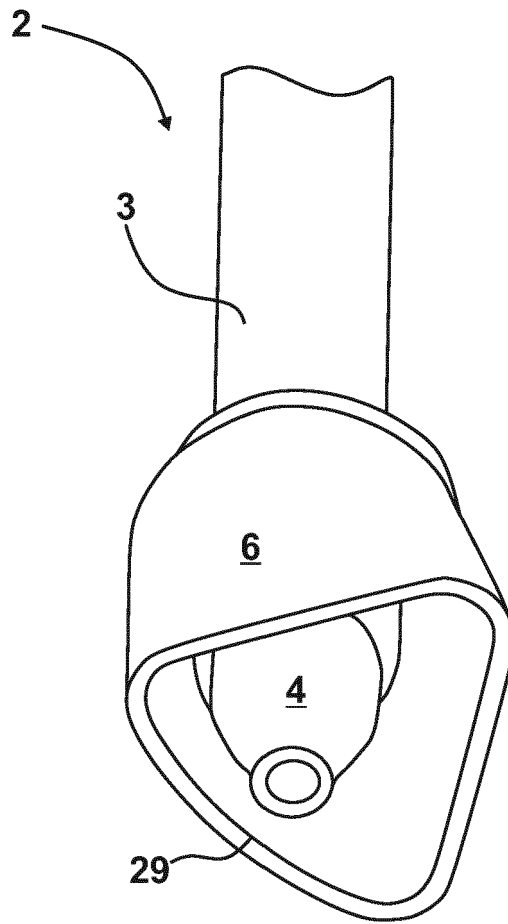


Fig. 6



**Fig. 7**