



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 360 869**

51 Int. Cl.:

B60S 1/08 (2006.01)

G01N 21/45 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06100001 .4**

96 Fecha de presentación : **02.01.2006**

97 Número de publicación de la solicitud: **1698532**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **06.09.2006**

54 Título: **Sensor óptico con sensibilidad optimizada.**

30 Prioridad: **02.03.2005 DE 10 2005 009 424**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
09.06.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
09.06.2011

73 Titular/es: **ROBERT BOSCH GmbH**
Postfach 30 02 20
70442 Stuttgart, DE

72 Inventor/es: **Pack, Andreas**

74 Agente: **Carvajal y Urquijo, Isabel**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Sensor óptico con sensibilidad optimizada

La presente invención hace referencia a un sensor óptico para la detección de condensación sobre una superficie, particularmente sobre una zona de la superficie de un parabrisas. Además, la presente invención hace referencia también a un sistema de sensores para la medición del grado de condensación sobre la zona de la superficie. Además, la presente invención hace referencia a un método para la determinación de un grado de condensación sobre la zona de la superficie, así como un método de fabricación para un sensor óptico de esta clase.

Los sensores ópticos para la detección de condensación sobre una zona de una superficie, se emplean, por ejemplo, para la detección de humedad sobre un parabrisas en un vehículo a motor. Generalmente, la función de los sensores de esta clase, se basa en el principio de la reflexión total interferida o de la reflexión simple en una superficie límite. En el caso de la reflexión total, un haz de luz alcanza el parabrisas con un ángulo que es mayor en el caso de un cristal seco, que el ángulo de la reflexión total, y por lo tanto, se refleja completamente en la superficie, y se dirige a un detector. En cuanto el parabrisas sea humedecido por gotas de agua, se modifica la condición para la reflexión total y una parte de la luz se desacopla en la superficie límite (superficie), que provoca una debilitación del haz de luz reflejado, y de esta manera, una modificación de la intensidad lumínica que se puede detectar mediante un detector de radiación apropiado.

Los sensores ópticos convencionales para la detección de condensación sobre un parabrisas, se fijan generalmente en el espacio interior del vehículo a motor, en la superficie interior del parabrisas, y de esta manera, estorban el campo visual del conductor. Otros sensores conocidos presentan en el parabrisas, hologramas integrados que dirigen un haz de luz conducido en el parabrisas con un ángulo apropiado, a la zona de la superficie, y a continuación, el haz de luz reflejado se acopla nuevamente en la conducción de luz en el cristal protector de luz. Para que el haz de luz utilizado en el sensor óptico estorbe lo menos posible al conductor del vehículo a motor, se selecciona convencionalmente un haz de luz en una gama de longitudes de ondas no visibles, en particular, en una gama de longitudes de ondas infrarrojas. Dado que el material de vidrio del parabrisas generalmente no permite la conducción de luz infrarroja o bien, se atenúa considerablemente en dicho material, por lo general, el parabrisas no resulta apropiado como conductor de ondas ópticas para el haz de luz de medición. Por lo tanto, se provee generalmente una capa conductora de ondas ópticas en el interior del parabrisas, en la que se conduce el haz de luz de medición. Además, de manera convencional, se utiliza una película de PVB provista en el parabrisas (necesaria para la fabricación de cristales de seguridad). En el desacoplamiento del haz de luz de la película de PVB, con la ayuda de, por ejemplo, una estructura holográfica aplicada sobre dicha película, el haz de luz se conduce a través del material de vidrio del parabrisas en la zona de la superficie, allí se refleja y, a continuación, se conduce a través del material de vidrio del parabrisas hacia el conductor de ondas ópticas en el parabrisas, y en ese punto se acopla. Dado que el haz de luz se conduce a través del material de vidrio del parabrisas, dicho haz de luz se atenúa considerablemente de manera que incluso en una reflexión total del haz de luz en la zona de la superficie, sólo se puede acoplar nuevamente, en el conductor de ondas ópticas, una fracción muy reducida de la intensidad lumínica del haz de luz.

Una forma de optimizar la sensibilidad del sensor óptico, consiste en diseñar la superficie de la zona de superficie lo más extensa posible. Dado que los costes resultan muy elevados para disponer, en la fijación del parabrisas, una fuente de luz muy extensa para el acoplamiento, y para focalizar nuevamente la luz emitida después del paso a través del conductor de ondas ópticas en el parabrisas, hacia un detector de radiación de dimensiones reducidas, la superficie de la zona de superficie no se puede aumentar de cualquier manera.

Otra opción consiste en ampliar la extensión de la superficie de la zona de superficie, en la que se mide la condensación en el parabrisas, en tanto que se provee una pluralidad de zonas de la superficie. Además, el haz de luz se desacopla repetidas veces del conductor de ondas ópticas en el parabrisas, y después de la reflexión se acopla nuevamente. Sin embargo, esto reduce considerablemente la intensidad lumínica detectada del haz de luz, debido a la atenuación del haz de luz en el material de vidrio del parabrisas. Después de un único desacoplamiento y acoplamiento sucesivo, en el caso de algunos materiales de vidrio, la intensidad lumínica puede descender al 1% de la intensidad lumínica original. Después de un segundo desacoplamiento y acoplamiento sucesivo, debido al principio de absorción exponencial, sólo se obtendría el 0,01 % de la intensidad lumínica, que se podría detectar sólo con detectores de radiación costosos. Además, en esta clase de intensidades lumínicas, los detectores de radiación no se pueden accionar en un campo de operación apropiado.

El documento EP-A-0 997 360 revela un sensor óptico de acuerdo con la primera parte de la reivindicación 1.

El objeto de la presente invención consiste en proporcionar un sensor óptico, con el cual se puede conformar un sistema de sensores con una superficie ampliada de la zona de superficie, sobre la cual se mide el grado de una

condensación. Además, otro objeto de la presente invención consiste en proporcionar un sistema de sensores que presente una zona de la superficie ampliada.

Además, es objeto de la presente invención, proporcionar un método para la medición del grado de una condensación sobre una zona de la superficie. Por otra parte, es objeto de la presente invención, proporcionar un método para la fabricación de un sensor óptico de esta clase.

Dicho objeto se resuelve mediante el sensor óptico de acuerdo con la reivindicación 1, el sistema de sensores de acuerdo con la reivindicación 6, el método para la determinación de una magnitud de medición de acuerdo con la reivindicación 8, así como mediante el método para la fabricación de un sensor óptico de acuerdo con la reivindicación 10.

Otros acondicionamientos ventajosos de la presente invención se indican en las reivindicaciones relacionadas.

De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención, se provee un sensor óptico para la detección de condensación sobre una zona de una superficie, en particular sobre una zona de un parabrisas. El sensor presenta un conductor de ondas ópticas para la conducción de un haz de luz, y una zona de desacoplamiento para el desacoplamiento del haz de luz del conductor de ondas ópticas. El haz de luz desacoplado se refleja sobre la zona de la superficie, en función de un grado de condensación. Además, se provee una zona de acoplamiento para el acoplamiento del haz de luz reflejado en el conductor de ondas ópticas. Conforme a la presente invención, la zona de desacoplamiento está diseñada de manera que sólo se desacopla una fracción predeterminada del haz de luz conducido en el conductor de ondas ópticas, para reflejarse en la zona de la superficie, y otra fracción del haz de luz conducido permanece en el conductor de ondas ópticas.

El sensor óptico presenta la ventaja de que la intensidad lumínica del haz de luz detrás del sensor óptico, en comparación con la intensidad lumínica del haz de luz acoplado originalmente, no se atenúa de manera considerable, de manera tal que se puede renunciar a una fuente de luz intensa para la producción de un haz de luz, o bien a un detector de radiación muy sensible, y el detector de radiación se puede accionar en un campo de operación óptimo. Además, la fracción del haz de luz conducido que permanece detrás del sensor óptico, se puede suministrar a otro sensor óptico, sin que la intensidad lumínica del haz de luz desacoplado nuevamente sea tan reducida que no se pueda detectar, o sólo mediante medidas muy costosas.

De acuerdo con otra forma de ejecución, la zona de desacoplamiento puede presentar una estructura de túnel dispuesta sobre un conductor de ondas ópticas. La estructura de túnel se conforma de manera tal que se forme una onda evanescente, en donde el grosor de la estructura de túnel se selecciona de manera que sólo se desacople la fracción determinada del haz de luz conducido en el conductor de ondas ópticas. La provisión de una estructura de túnel representa una forma particularmente simple para lograr sólo un desacoplamiento proporcional del haz de luz conducido. Además, la fracción predeterminada del haz de luz a desacoplar se puede ajustar con exactitud mediante un ajuste del grosor.

Preferentemente, el conductor de ondas ópticas se dispone entre dos cristales, en donde el conductor de ondas ópticas se conforma de manera tal que resulte apropiado para la conducción de luz, esencialmente sin pérdidas, en una gama de ondas infrarrojas. En particular, el conductor de ondas ópticas comprende una película de PVB.

De acuerdo con una forma de ejecución preferida de la presente invención, la zona de desacoplamiento comprende una zona deflectora que desvía el haz de luz desacoplado en la dirección de la zona de la superficie. En particular, la zona deflectora puede presentar una estructura holográfica, para desviar el haz de luz. La zona deflectora cumple la función de desviar el haz de luz desacoplado, que según el acondicionamiento de la zona de desacoplamiento se extiende en una dirección determinada, de manera tal que dicho haz de luz alcance la zona de la superficie con un ángulo apropiado, de manera que allí el haz de luz se refleje, o ante la presencia de humedad o condensación, penetre en la zona de la superficie.

De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, se provee un sistema de sensores con una pluralidad de sensores de esta clase, en donde los sensores se encuentran dispuestos en serie, en el sentido del haz de luz en un conductor de ondas ópticas en común. Un sistema de sensores de esta clase, presenta la ventaja de que mediante la provisión de una pluralidad de sensores, se puede ampliar la superficie de la zona de la superficie sobre la cual se debe medir un grado de condensación, sin que la intensidad lumínica se reduzca considerablemente, debido a la atenuación en el paso a través de, por ejemplo, el material de vidrio del parabrisas, con el fin de poder detectar mediante un detector de radiación convencional con una sensibilidad predeterminada, y un campo de operación predeterminado. El sistema de sensores recomendado, permite que cada uno de los sensores dispuestos en serie, sólo desacoplen una fracción del haz de luz, y una fracción del haz de luz, que depende de dicha fracción y del grado de condensación sobre la zona de la superficie, se acople nuevamente en el conductor de ondas ópticas en común.

El sistema de sensores puede presentar un extremo de acoplamiento de luz para el acoplamiento del haz de luz, y un extremo de desacoplamiento de luz para el desacoplamiento, en donde el extremo de desacoplamiento de luz se conecta con un detector de radiación, para medir la intensidad lumínica del haz de luz que se puede recibir en el extremo de desacoplamiento, en función del grado de condensación de la superficie.

5 Dado que sólo una fracción predeterminada del haz de luz se desacopla del conductor de ondas ópticas, para suministrar dicho haz de luz a la zona de la superficie, la intensidad lumínica del haz de luz que permanece en el conductor de ondas ópticas, se puede ajustar de manera que la intensidad lumínica del haz de luz que es recibida por el detector de radiación, se encuentre, en lo posible, en un campo de operación óptimo del detector de radiación.

10 De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, se proporciona un método para la determinación del grado de una condensación sobre una zona de la superficie. El método comprende la etapa que consiste en la provisión de un haz de luz en una conducción del haz, una etapa que consiste el desacoplamiento de una fracción determinada del haz de luz, de manera que el haz de luz desacoplado se refleje en una zona de la superficie, en donde la fracción reflejada del haz de luz depende de un grado de condensación, y otra etapa que consiste en la combinación de la fracción del haz de luz no desacoplada y la fracción del haz de luz reflejada, para obtener un haz de luz combinado.

15 Por último, la etapa de la determinación del grado para la condensación, en función de una magnitud de medición del haz de luz combinado.

El método conforme a la presente invención logra que una fracción del haz de luz no se desacople del conductor de ondas ópticas, de manera tal que dicho haz de luz se encuentre disponible para la medición de una condensación en otra zona de la superficie, y resulta útil para realizar, en un campo de operación óptimo, la detección de la intensidad lumínica del haz de luz.

20

De acuerdo con una forma de ejecución preferida, las etapas que consisten en el desacoplamiento de la fracción predeterminada del haz de luz, en la reflexión del haz de luz en una zona de la superficie, y en la combinación de la fracción no desacoplada del haz de luz y la fracción reflejada del haz de luz, se realizan repetidas veces para una pluralidad de zonas de la superficie, en donde el respectivo haz de luz proporcionado en un paso sucesivo, corresponde al haz de luz combinado del paso precedente. Mediante una selección apropiada de la fracción predeterminada del haz de luz que se desacopla, se dispone de una intensidad lumínica suficiente para cada una de las zonas de la superficie, para realizar la medición, y permanece una fracción suficiente en la conducción del haz, para poder realizar la detección de la intensidad lumínica del haz de luz, en un campo de operación óptimo.

25

De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, se proporciona un método para la fabricación de un sensor óptico. El método comprende las etapas que consisten en la provisión de un conductor de ondas ópticas, en la aplicación de una capa de túnel sobre el conductor de ondas ópticas, para la conformación de la zona de desacoplamiento, en donde el grosor de la capa de túnel se selecciona de manera tal que sólo se desacople una fracción predeterminada del haz de luz conducido en el conductor de ondas ópticas, para que se refleje en la zona de la superficie, y la etapa que consiste en la disposición de un material transparente sobre el conductor de ondas ópticas y sobre la capa de túnel, por lo que se conforma la zona de la superficie hacia la cual se dirige el haz de luz a desacoplar.

30

35

El método de fabricación conforme a la presente invención, presenta la ventaja de que se pueda proporcionar, de manera simple, una zona de desacoplamiento para el desacoplamiento de sólo una fracción predeterminada del haz de luz conducido, en tanto que el grosor de la capa de túnel se puede ajustar de manera tal que en la capa de túnel se forme una onda evanescente, de manera que se pueda desacoplar sólo una fracción predeterminada del haz de luz conducido, mediante un efecto de túnel óptico.

40

Además, se puede prever que después de la aplicación de la capa de túnel y antes de la disposición del material transparente, se provea una estructura deflectora para dirigir el haz de luz desacoplado a la zona de la superficie. En particular, la estructura deflectora puede presentar una estructura holográfica, por lo cual se puede lograr, de manera simple, una desviación del haz de luz desacoplado.

45

Las formas de ejecución preferidas de la presente invención, se explican a continuación en detalle, de acuerdo con los dibujos incluidos. Muestran:

Figura 1 un sistema de sensores ópticos para la medición de condensación sobre un parabrisas, de acuerdo con el estado del arte;

50 Figura 2 un sistema de sensores ópticos para la medición de condensación sobre un parabrisas, de acuerdo con una forma de ejecución preferida de la presente invención;

Figura 3 una vista en corte a través de la zona de desacoplamiento del sistema de sensores, de acuerdo con la figura 2; y

Figura 4 una representación esquemática de una pluralidad de sensores ópticos para un sistema de sensores, de acuerdo con otra forma de ejecución de la presente invención.

En la figura 1 se representa esquemáticamente un parabrisas 1, que se encuentra fijado en un soporte 2 de parabrisas. En el soporte 2 se encuentra, en una pluralidad de puntos, una fuente de radiación 3 y un detector de radiación 4. El parabrisas 1 se conforma como un cristal de seguridad, es decir, que presenta un primer cristal 5 y un segundo cristal 6, entre los cuales se dispone una película de PVB. La película de PVB sirve, en primer lugar, para evitar una fragmentación en astillas ante una fractura del parabrisas 1.

Una sección del parabrisas 1 se encuentra en el soporte 2, en donde la fuente de radiación 3 se encuentra dispuesta en el parabrisas en el soporte 2, de manera que un haz de luz o bien, un haz de rayos emitido por la fuente de radiación 3 se conduzca hacia la película de PVB 7, de manera que la película de PVB conduzca el haz de luz como un conductor de ondas ópticas 7. El detector de radiación 4 se encuentra acoplado en el soporte 2 también con la película de PVB, de manera tal que el haz de luz que llega a este punto, se desacople de la película de PVB, y se pueda detectar mediante el detector de radiación 4.

La fuente de radiación 3 y el detector de radiación 4 se encuentran dispuestos en el parabrisas 1 y en el soporte 2, de manera tal que la fuente de radiación 3 dirija el haz de luz esencialmente en la dirección del detector de radiación. El haz de luz en el conductor de ondas ópticas 7 se representa mediante flechas. Para que la luz se conduzca en el interior del conductor de ondas ópticas 7, se requiere un ángulo mínimo que depende de la relación del índice de refracción del conductor de ondas ópticas y de los cristales 5, 6, con el cual la fuente de radiación 3 acopla el haz de luz en el conductor de ondas ópticas 7.

En una posición de sensor definida sobre el parabrisas 1, se encuentra sobre el conductor de ondas ópticas 7 un holograma de desacoplamiento 8 que desacopla el haz de luz conducido en el conductor de ondas ópticas 7, y lo dirige a una zona de la superficie 9. El holograma de desacoplamiento 8 presenta dos capas en el ejemplo representado, una capa conductora 8a y una capa deflectora 8b, en la que el índice de refracción se modifica localmente para crear una estructura holográfica, y para lograr, de esta manera, la desviación del haz de luz. Naturalmente, el holograma de desacoplamiento 8 se puede realizar de diversas maneras, y también puede presentar más o menos capas. El haz de luz desacoplado se desvía a la zona de la superficie 9 con un ángulo que es mayor que el ángulo de la reflexión total en la zona de la superficie 9, de manera tal que en el estado seco de la zona de la superficie 9, el haz de luz desacoplado se refleja esencialmente por completo en la zona de la superficie 9, y se acopla en el conductor de ondas ópticas 7 en una zona de acoplamiento, en la que se encuentra un holograma de acoplamiento 10 que en el ejemplo representado presenta también dos capas 10a, 10b correspondientes al holograma de desacoplamiento 8.

Si la zona de la superficie 9 se encuentra empañada, es decir, que se encuentran, por ejemplo, gotas de agua sobre la zona de la superficie 9, por consiguiente, se modifica el ángulo de la reflexión total y una parte del haz de luz desacoplado se emite al entorno, y no se refleja o se refleja una fracción reducida del haz de luz desacoplado, y se acopla nuevamente en el conductor de ondas ópticas 7.

Para evitar un perjuicio en la visibilidad del conductor del vehículo a motor, en el que se encuentra el parabrisas 1, el haz de luz se selecciona como un haz de luz en una gama de longitudes de ondas no visibles, preferentemente en una gama de longitudes de ondas infrarrojas. Mediante el empleo de luz infrarroja, se puede reducir también una influencia interferente de la luz ajena incidente, en el caso que el detector de radiación 4 sea sensible principalmente en la gama de longitudes de ondas infrarrojas. El conductor de ondas ópticas 7 se conforma de manera que conduzca el haz de luz, en lo posible sin atenuación, con la gama de longitudes de ondas seleccionada. Sin embargo, los cristales 5, 6 presentan generalmente una atenuación muy grande para la luz en la gama de longitudes de ondas infrarrojas, de manera que en el ejemplo que se muestra en la figura 1, se atenúa considerablemente el haz de luz desacoplado que se conduce a través del primer cristal 5 hacia la zona de la superficie 9, que se refleja en ese punto y se conduce nuevamente a través del cristal 5 hacia la zona de acoplamiento 10. En el caso de un parabrisas convencional, puede presentar, por ejemplo, un haz de luz desacoplado, reflejado completamente en la zona de la superficie 9, por ejemplo, alrededor del 1% de la intensidad lumínica del haz de luz desacoplado.

Dado que sólo se puede acoplar nuevamente al conductor de ondas ópticas 7 una fracción reducida de la luz acoplada después de la conducción a través del primer cristal 5, el detector de radiación 4 debe ser muy sensible para poder detectar la intensidad lumínica que permanece del haz de luz, y particularmente para poder detectar las variaciones producidas por el grado de condensación sobre la zona de la superficie 9. El detector de radiación 4 también se debe conformar de manera que la luz ajena incidente perjudique lo menos posible la sensibilidad. Además, el campo de operación del detector de radiación 4 se debe seleccionar en correspondencia con la intensidad lumínica reducida. Esta clase de detectores de radiación resultan costosos y requieren de mucho trabajo para su fabricación.

El empleo de un holograma para el desacoplamiento del haz de luz, provoca que el haz de luz completo, conducido en el conductor de ondas ópticas 7, se desacople en el primer cristal 5, y se desvíe a la zona de la superficie 9. En el

conductor de ondas ópticas 7 del ejemplo de la figura 1, no permanece ningún haz de luz en el sentido del haz, detrás del holograma de desacoplamiento 8.

En la fig. 2 se representa una forma de ejecución de la presente invención. Los mismos signos de referencia indican los elementos que presentan la misma función o una función comparable. En dicha forma de ejecución de la figura 2, se prevé que en la zona de desacoplamiento sólo se desacople una parte del haz de luz conducido en el conductor de ondas ópticas 7, preferentemente entre el 30 y 70% de la intensidad lumínica del haz de luz original acoplado, y se dirija a la zona de la superficie 9. Como se indica en el ejemplo representado, cuando se desacopla el 50% del haz de luz conducido en el conductor de ondas ópticas 7, en el conductor de ondas ópticas permanece el 50% de la intensidad lumínica del haz de luz. En este caso, en un parabrisas 1 de una conformación comparable con la fig. 1, la intensidad lumínica del haz de luz reflejado, en la zona de acoplamiento asciende a sólo 0,5% de la intensidad lumínica del haz de luz conducido originalmente en el conductor de ondas ópticas. El haz de luz reflejado se acopla, y por lo tanto, se adiciona a la intensidad lumínica del haz de luz que permanece en el conductor de ondas ópticas 7. Por consiguiente, el haz de luz recibido en el detector de radiación 4, presenta en promedio alrededor del 50,5% de la intensidad lumínica del haz de luz emitido por la fuente de radiación 3. En el caso de una selección apropiada del detector de radiación 4, de esta manera el detector de radiación 4 se puede accionar en un campo de operación óptimo, mediante la intensidad lumínica recibida, por lo que la sensibilidad del detector de radiación 4 se puede incrementar considerablemente.

Para accionar el detector de radiación 4 en el sensor de la figura 1, en un campo de operación óptimo, la fuente de radiación debe emitir un haz de luz con una intensidad lumínica elevada, por lo que la realización de la fuente de radiación 3 se dificulta considerablemente, y el tamaño constructivo de la fuente de radiación 3 se incrementa de manera tal que dicha fuente ya no posee espacio en el soporte 2. Además, si la intensidad lumínica del haz de luz se reduce considerablemente en el caso de una fuerte condensación sobre la superficie del parabrisas 1, entonces no se garantiza una operación en un campo de operación óptimo.

Para desacoplar en la zona de desacoplamiento sólo una parte del haz de luz conducido en el conductor de ondas ópticas 7, se provee una estructura de túnel 11 en la zona de desacoplamiento, que se conforma en forma de una capa de túnel 12 de un grosor reducido. La estructura de túnel permite un túnel óptico, y un desacoplamiento controlado de una fracción predeterminada del haz de luz. La capa de túnel se puede conformar como una capa dieléctrica, una capa metálica o una capa de otra clase, mediante la cual se logra un desacoplamiento proporcional. En el caso que se utilicen capas metálicas, se pueden aprovechar los efectos de resonancia (oscilaciones plasmónicas).

En la figura 3 se representa, de manera aumentada, la conformación del parabrisas 1 en la zona de desacoplamiento. Inmediatamente sobre el conductor de ondas ópticas 7, se encuentra la capa de túnel 12, sobre la que se aplica otra capa 13 transparente. Preferentemente, el holograma de desacoplamiento 8 puede estar dispuesto inmediatamente sobre la capa de túnel 12, de manera que la capa adicional 13, en este caso, sea idéntica a la capa conductora 8a. Los índices de refracción ópticos del conductor de ondas ópticas 7 y de la capa 13 adicional, son mayores que el índice de refracción de la capa del túnel 12. La capa adicional 13 se puede conformar también mediante un segmento del primer cristal 5. Dado que las ondas de luz del haz de luz se conducen en el conductor de ondas ópticas 7, en un ángulo mayor que el ángulo de la reflexión total, el haz de luz conducido se refleja completamente en la superficie límite entre el conductor de ondas ópticas 7 y la capa de túnel 12. Dado que la capa de túnel 12 se realiza con un grosor muy reducido, se logra un efecto de túnel óptico. En la capa de túnel 12 se forma una onda evanescente, cuya intensidad se ilustra en la fig. 3 mediante la curva inclinada exponencialmente con la distancia de la superficie límite. En la superficie límite entre la capa de túnel 12 y la capa adicional 13, se emite un haz de luz cuya intensidad depende del grosor de la capa de túnel 12 y de la intensidad lumínica de la luz conducida en el conductor de ondas ópticas 7. Para desacoplar sólo una fracción determinada del haz de luz conducido en el conductor de ondas ópticas 7, el grosor de la capa de túnel 12 se puede seleccionar, de manera que la fracción correspondiente se desacople, y la fracción restante del haz de luz permanezca en el conductor de ondas ópticas 7. Según la magnitud de la fracción predeterminada del haz de luz desacoplado, el grosor de la capa de túnel asciende a sólo 100 nm. En el ejemplo representado en la figura 3, la fracción de la intensidad lumínica del haz de luz desacoplado y la del haz de luz que permanece en el conductor de ondas ópticas 7, ascienden a 1:1, sin embargo, se pueden seleccionar otras proporciones para las fracciones.

Resulta conveniente ampliar en lo posible la superficie sensible del sistema de sensores. Una ampliación de la superficie sensible no se realiza de manera simple. Para disponer una fuente de radiación muy extensa en el soporte del parabrisas, y focalizar nuevamente la luz emitida después del paso a través del parabrisas, hacia un detector de radiación apropiado, se debe prever costes técnicos considerables. Alternativamente, se podría elevar a alrededor de 90° el ángulo con el cual se conduce el haz de luz en el conductor de ondas ópticas 7, en donde, sin embargo, no se puede realizar en el caso de los elementos de desacoplamiento disponibles, como por ejemplo, el holograma de desacoplamiento 8, dado que la luz debería recorrer largos trayectos mediante el holograma de desacoplamiento, lo que provocaría otras pérdidas de intensidad del haz de luz. Por lo tanto, también debido al hecho de que la película de PVB que se utiliza generalmente como conductor de ondas ópticas 7, es muy delgada (aproximadamente 760 μm), se pueden realizar actualmente sólo superficies sensibles muy reducidas de alrededor de 10 mm². Sin

embargo, para una evaluación estadística fiable de diversas situaciones de lluvia, se requiere de una superficie de alrededor de 200 mm².

Se puede realizar una ampliación de la superficie sensible de una manera simple, en tanto que el haz de luz se desacopla y se acopla nuevamente repetidas veces, de manera que exista una pluralidad de zonas de la superficie sobre las cuales se pueda detectar el grado de condensación. Sin embargo, en el caso que el haz de luz, que se muestra en la figura 1 en el sistema de sensores en el parabrisas, a modo de ejemplo, se desacople y se acople nuevamente repetidas veces, entonces la intensidad lumínica que permanece, que podría ser recibida por el detector de radiación 4, sería muy reducida debido a la atenuación en el cristal 5, de manera tal que el detector de radiación no se puede accionar en un campo de operación óptimo, ni las variaciones absolutas de intensidad lumínica resultan lo suficientemente amplias como para obtener resultados de medición fiables con los detectores de radiación convencionales. Como un campo de operación óptimo se puede seleccionar, de acuerdo con la aplicación, un campo lineal de la curva característica del detector para una determinación del valor de medición, o un campo de la curva característica con una inclinación muy pronunciada, para una sensibilidad máxima.

En una modificación del sistema de sensores de la figura 2, se puede disponer en serie, como se representa en la figura 4, una pluralidad de zonas de desacoplamiento y acoplamiento con el conductor de ondas ópticas 7, en donde en el ejemplo que se muestra, cada zona de desacoplamiento desacopla el 50% de la intensidad lumínica del haz de luz que se encuentra en el conductor de ondas ópticas 7 en la zona de desacoplamiento, la conduce hacia la respectiva zona de la superficie 9a, 9b, y a continuación, acopla nuevamente en el conductor de ondas ópticas la fracción reflejada del haz de luz desacoplado. Como se puede observar en la figura 4, la intensidad lumínica del haz de luz que aún permanece en el conductor de ondas ópticas 7, después de dos sensores ópticos dispuestos en serie, asciende a alrededor del 25% de la intensidad lumínica original del haz de luz original. Resulta de especial importancia que la fracción de luz que se conduce a través de las zonas de la superficie 9a y b, sea relativamente elevada, dado que sólo mediante dicha luz se puede detectar la humedad. En el ejemplo de ejecución descrito, dicha fracción asciende a 0,2525%. Sin el desacoplamiento del haz, con la ayuda de las capas del túnel, dicha fracción sería de sólo 0,01% ante las mismas propiedades ópticas del cristal. El beneficio en relación con dicha intensidad lumínica aumenta de acuerdo con la porción de la superficie sensible.

La intensidad lumínica restante es suficiente para seleccionar un detector de radiación 4, de manera que dicho detector se accione en un campo de operación óptimo (sensibilidad máxima). Asimismo, gracias a la multiplicación de las zonas de la superficie mediante la pluralidad de sensores ópticos, se puede incrementar la sensibilidad y la fiabilidad de las magnitudes detectadas. La fracción predeterminada del haz de luz a desacoplar, se puede ajustar aproximadamente de diferentes maneras (mediante el grosor de la capa de túnel), y se selecciona preferentemente en función de la cantidad de sensores dispuestos en serie y/o en función de la superficie sensible de cada sensor.

Para dirigir de manera segura el haz de luz desacoplado del conductor de ondas ópticas 7 a la zona de la superficie 9, después del desacoplamiento de la fracción predeterminada del haz de luz, se aplica una zona deflectora sobre la capa adicional, que dirige el haz de luz a la zona de la superficie en un ángulo que es mayor que el ángulo de la reflexión total en la superficie del parabrisas. La zona deflectora se conforma preferentemente como el holograma de desacoplamiento 8. La zona de acoplamiento en la forma de ejecución de la figura 2, se conforma de la misma manera que en el ejemplo de la figura 1, por ejemplo, mediante el holograma de acoplamiento 10.

La capa de túnel 12 se puede fabricar, por ejemplo, en tanto que en el cristal 5 sobre el cual se encuentran el holograma 8 y la capa adicional 13 en las zonas correspondientes, la capa de túnel se aplica mediante pulverización iónica o revestimiento por inmersión. En el caso del revestimiento por inmersión, la capa de túnel se puede aplicar mediante la inmersión en una solución de teflón. Alternativamente, también se puede revestir, pegar o proveer de otra manera preferentemente una capa de PVB al segundo cristal 6 con el conductor de ondas ópticas 7, y a continuación, se puede aplicar la capa de túnel 12 con un grosor constante sobre la película de PVB completa. En la zona de desacoplamiento y en la zona de acoplamiento, la capa de túnel 12 se debe realizar delgada de manera correspondiente, y a continuación, se debe proveer de una estructura deflectora, como por ejemplo, una estructura holográfica 8, 10. En este caso, la capa de túnel 12 debajo de los hologramas 8, 10 debe ser lo suficientemente delgada para un desacoplamiento parcial de luz, y por el contrario, en el exterior de la zona de desacoplamiento, debe presentar un grosor de manera que no se produzcan pérdidas de luz mediante desacoplamientos no deseados.

En el caso que los hologramas 8, 10 hayan sido aplicados antes sobre el primer cristal 1, entonces el segundo cristal 6 se puede unir con el primer cristal 5, con la película de PVB y la capa de túnel 12, con la ayuda del denominado proceso de autoclave a altas temperaturas y a alta presión. Dado que los hologramas sobre el primer cristal 5, sobresalen un poco de la superficie del primer cristal debido a su propio grosor, en dicho proceso se espera una compresión de la capa de túnel 12, dado que en la zona de los hologramas 8, 10 se espera una presión mayor sobre la capa de túnel, en ese punto la capa de túnel se comprime con más fuerza, y por lo tanto, allí se conforma más delgada.

Naturalmente, en lugar de PVB, también se puede utilizar como conductor de ondas ópticas, otra clase de material. Sin embargo, el material debe ser apropiado para conducir óptimamente y en lo posible sin atenuación, un haz de luz en la gama de longitudes de ondas infrarrojas, y en particular, debe presentar un índice de refracción mayor que el primer y el segundo cristal 5, 6, de manera que entre ambos cristales se forme un conductor de ondas ópticas.

REIVINDICACIONES

1. Sensor óptico para la detección de condensación sobre una zona de una superficie, en particular sobre una zona de un parabrisas (1),

con un conductor de ondas ópticas (7) para la conducción de un haz de luz;

5 con una zona de desacoplamiento para el desacoplamiento del haz de luz del conductor de ondas ópticas (7), en donde el haz de luz desacoplado se refleja sobre la zona de la superficie, en función de un grado de condensación;

con una zona de acoplamiento para el acoplamiento del haz de luz reflejado en el conductor de ondas ópticas (7),

10 **caracterizado porque** la zona de desacoplamiento está diseñada de manera que sólo una fracción predeterminada del haz de luz conducido en el conductor de ondas ópticas (7) se desacopla para reflejarse en la zona de la superficie, y otra fracción del haz de luz conducido permanece en el conductor de ondas ópticas (7).

15 **2.** Sensor de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** la zona de desacoplamiento presenta una estructura de túnel que se encuentra dispuesta sobre el conductor de ondas ópticas (7), en donde la estructura de túnel se conforma de manera tal que se forme una onda evanescente, en donde el grosor de la estructura de túnel se selecciona de manera que sólo se desacople la fracción determinada del haz de luz conducido en el conductor de ondas ópticas (7).

3. Sensor de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado porque** el conductor de ondas ópticas (7) se encuentra dispuesto entre dos cristales (5, 6), en donde el conductor de ondas ópticas (7) comprende una película de PVB (polivinilbutiral).

20 **4.** Sensor de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, en donde el conductor de ondas ópticas es conductivo para la conducción de luz en una gama de longitudes de ondas infrarrojas.

5. Sensor de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, en donde la zona de desacoplamiento comprende un elemento deflector (8), que desvía el haz de luz desacoplado en la dirección de la zona de la superficie.

6. Sensor de acuerdo con la reivindicación 5, **caracterizado porque** el elemento deflector (8) presenta una estructura holográfica.

25 **7.** Sistema de sensores con una pluralidad de sensores de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado porque** la pluralidad de sensores se encuentra dispuesta en serie, en el sentido del haz de luz en un conductor de ondas ópticas (7) en común.

30 **8.** Sistema de sensores de acuerdo con la reivindicación 6, **caracterizado porque** el conductor de ondas ópticas (7) presenta un extremo de acoplamiento de luz para el acoplamiento del haz de luz, y un extremo de desacoplamiento de luz para el desacoplamiento, en donde el extremo de desacoplamiento de luz se conecta con un detector de radiación, para medir la intensidad lumínica del haz de luz que se puede recibir en el extremo de desacoplamiento, en función del grado de condensación de la superficie.

9. Método para la determinación de un grado de condensación sobre una zona de una superficie, **caracterizado por** las etapas del método para:

35 proporcionar un haz de luz en una conducción del haz;

a) Desacoplamiento de una fracción determinada del haz de luz, de manera que el haz de luz desacoplado se refleje en una zona de la superficie, en donde la fracción reflejada del haz de luz depende de un grado de condensación;

b) Combinación de la fracción del haz de luz no desacoplada y la fracción del haz de luz reflejada, para obtener un haz de luz combinado;

40 c) Determinación del grado de la condensación, en función de una magnitud de medición del haz de luz combinado.

10. Método de acuerdo con la reivindicación 8, **caracterizado por** otras etapas del método, en donde las etapas b) y c) se realizan secuencialmente en una pluralidad de pasos, en donde el respectivo haz de luz proporcionado de un paso sucesivo, corresponde al haz de luz combinado del paso precedente.

11. Método para la fabricación de un sensor, de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado por** las siguientes etapas del método:

- Provisión de un conductor de ondas ópticas (7);

5 - Aplicación de una capa de túnel (12) sobre el conductor de ondas ópticas, para la conformación de la zona de desacoplamiento, en donde el grosor de la capa de túnel (12) se selecciona de manera tal que sólo se desacople una fracción predeterminada del haz de luz conducido en el conductor de ondas ópticas (7), para que se refleje en la zona de la superficie;

- Disposición de un material de soporte sobre el conductor de ondas ópticas y sobre la capa de túnel (12), por lo que se conforma la zona de la superficie sobre la cual se dirige el haz de luz desacoplado.

10 **12.** Método de acuerdo con la reivindicación 11, **caracterizado porque** después de la aplicación de la capa de túnel (12) y antes de la disposición del material de soporte, se provee una estructura deflectora (15), para dirigir el haz de luz desacoplado a la zona de la superficie.

13. Método de acuerdo con la reivindicación 11 ó 12, en donde el conductor de ondas ópticas se aplica sobre otro material de soporte (5).

15 **14.** Método de acuerdo con la reivindicación 11, en donde la disposición del material de soporte sobre el conductor de ondas ópticas y sobre la capa de túnel (12) se realiza de manera tal que el material de soporte se proporcione en la zona de desacoplamiento con una estructura deflectora de un grosor predeterminado, en donde el material de soporte y el conductor de ondas ópticas se juntan uno sobre otro, y se unen entre sí mediante presión de manera que el grosor de la capa de túnel (12) se ajuste en un grosor que es determinado por la fracción predeterminada.

Fig. 1

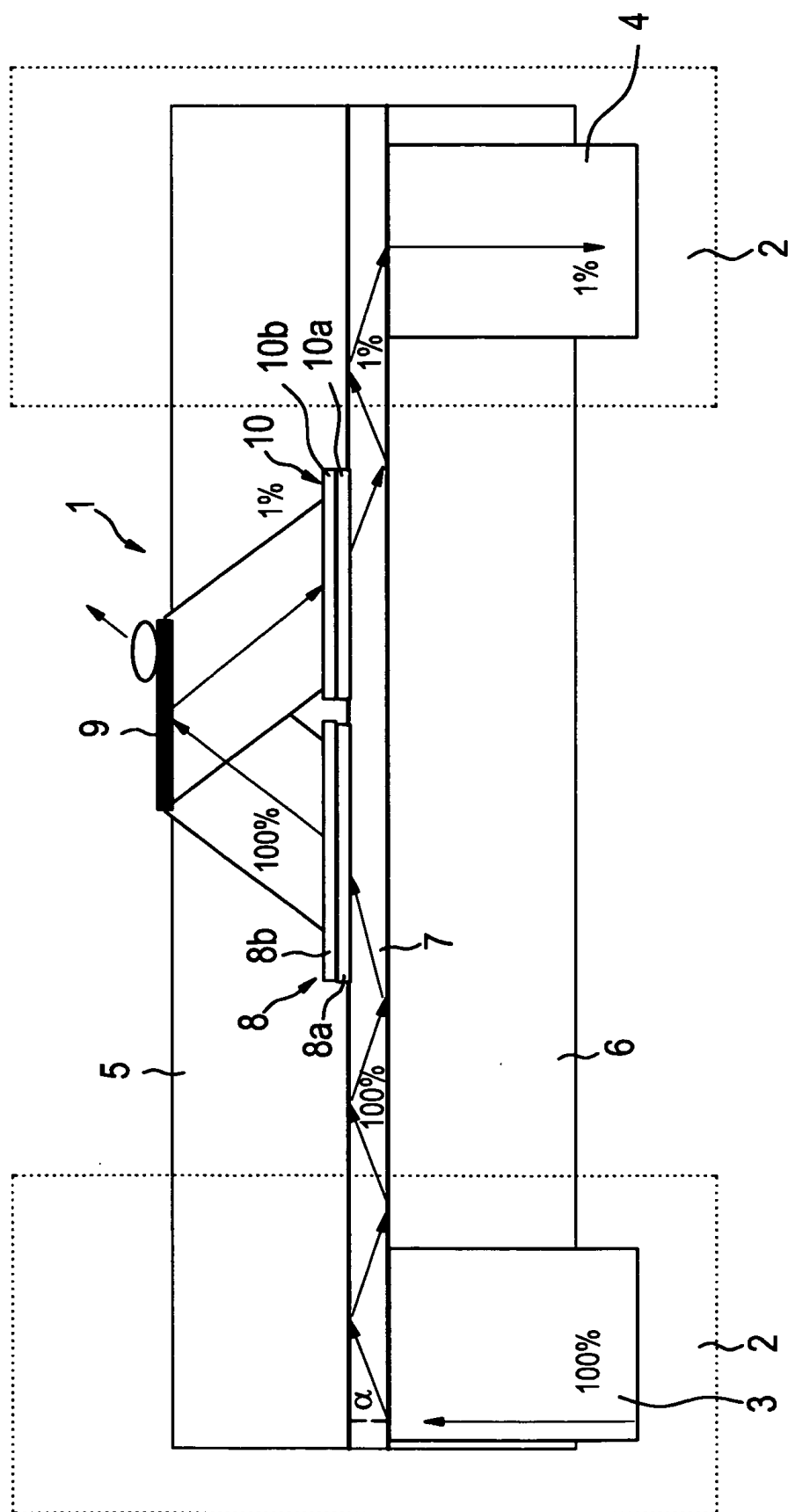


Fig. 2

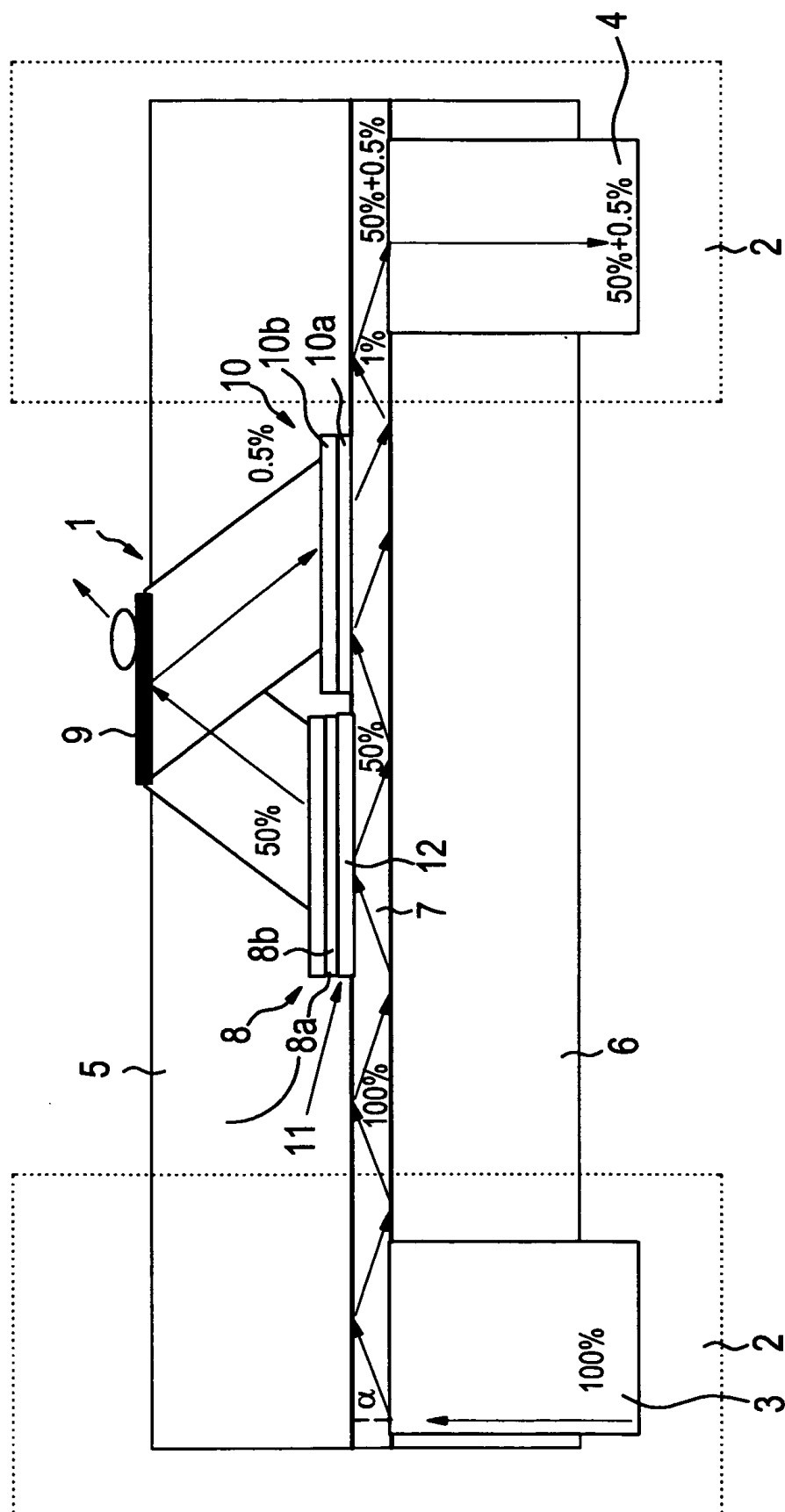


Fig. 3

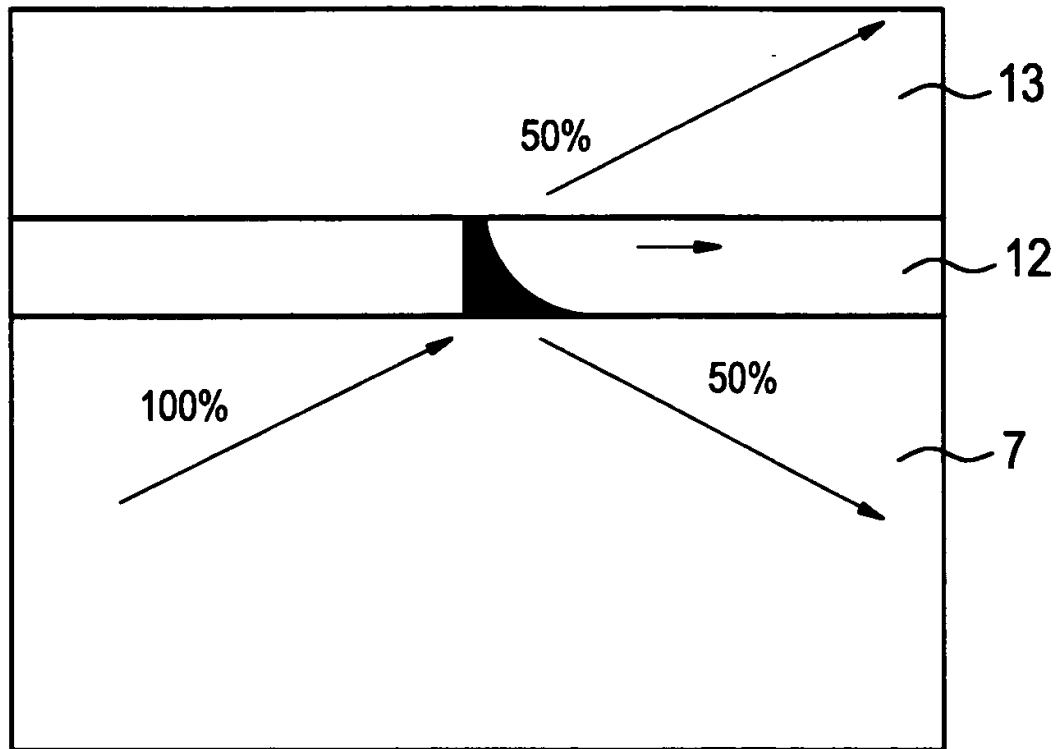


Fig. 4

