

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 891 673**

51 Int. Cl.:

B21B 45/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.04.2019** **E 19171537 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.07.2021** **EP 3566791**

54 Título: **Método y sistema para detectar la cobertura superficial de un revestimiento sobre la superficie de una probeta en forma de cinta**

30 Prioridad:

07.05.2018 DE 102018110931

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

28.01.2022

73 Titular/es:

**FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR
FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN
FORSCHUNG E.V. (100.0%)
Hansastraße 27c
80686 München, DE**

72 Inventor/es:

BRANDENBURG, ALBRECHT

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 891 673 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

Método y sistema para detectar la cobertura superficial de un revestimiento sobre la superficie de una probeta en forma de cinta

5 La presente invención se refiere a un método para detectar la cobertura superficial de un revestimiento sobre una superficie de una probeta en forma de cinta con las etapas, mover la probeta en forma de cinta en una dirección de avance y detectar línea por línea una medida de la cobertura superficial del revestimiento con un primer método de medición que comprende las etapas, iluminar la superficie de la probeta con radiación electromagnética en una pluralidad de sitios en una línea que se extiende esencialmente en perpendicular a la dirección de avance, medir en cada caso una intensidad de una radiación electromagnética reflejada, retrodispersada o irradiada por el revestimiento en los sitios en la línea con un detector y determinar una medida de la cobertura superficial del revestimiento en los sitios en la línea a partir de la intensidad detectada por el detector.

15 La presente invención se refiere además a un sistema para detectar la cobertura superficial de un revestimiento sobre una superficie de una probeta en forma de cinta con un primer equipo de medición para detectar una medida de la cobertura superficial del revestimiento con un primer método de medición, comprendiendo el equipo de medición una fuente de luz para generar radiación electromagnética, un equipo de iluminación que está configurado y dispuesto de tal manera que con el equipo de iluminación se puede iluminar la superficie de la probeta con la radiación electromagnética en forma de una línea que se extiende esencialmente en perpendicular a una dirección de avance de la probeta, un detector que esté configurado y dispuesto de modo que con el detector se puede medir una intensidad de una radiación electromagnética reflejada, dispersada o irradiada por el revestimiento en los sitios en la línea, y un equipo de evaluación, estando conectado el equipo de evaluación de manera efectiva con el detector de tal manera que se puede evaluar una señal de medición del detector con el equipo de evaluación, y estando configurado el equipo de evaluación de tal manera que con el equipo de evaluación se puede determinar una medida de la cobertura superficial del revestimiento en los sitios en la línea a partir de la intensidad.

Los materiales en forma de cinta, por ejemplo cintas de chapa de acero o aluminio, se dotan por distintos motivos de un revestimiento para el procesamiento en sus superficies. Por ejemplo, las cintas de chapa que se van a transformar mediante compresión en una herramienta de compresión, por ejemplo en partes de carrocería, se revisten con un aceite de conformado que facilita la conformación en la herramienta de compresión reduciendo la fricción entre la pieza de trabajo y la herramienta. La aplicación del aceite puede tener lugar, por un lado, en un desarrollo con el corte de la chapa en partes individuales, las denominadas pletinas, y el proceso de compresión. Por otro lado, puede ser que un preengrasado de las cintas que suele llevar a cabo el suministrador de la materia prima, las denominadas bobinas, es decir, el material de chapa bobinado sea ya adecuado para el conformado. A este respecto es importante que el revestimiento cubra por completo la superficie y presenta una cobertura superficial promedio que sea uniforme a lo largo de la superficie. Esto es difícil de garantizar porque el grosor de capa es normalmente muy pequeño, por ejemplo, en promedio asciende a solo 1 μm en toda el área.

40 Los materiales en forma de cinta presentan una longitud considerable. Por lo tanto, el revestimiento ha de tener lugar con alta velocidad. Para ello, el material en forma de cinta en la instalación de revestimiento se atraviesa con alta velocidad por debajo del equipo de aplicación. Si se desea garantizar la calidad del revestimiento, ha detectarse su calidad en la cinta continua continuamente y en el tiempo después de la aplicación del revestimiento o, en el caso de cintas revestidas previamente, después de que se haya desenrollado la bobina. Si el material en forma de cinta se mueve con alta velocidad, entonces también ha de tener lugar muy rápidamente una monitorización completa de la superficie revestida.

50 Con el fin de garantizar la calidad del revestimiento de un material en forma de cinta de este tipo, se conoce por el estado de la técnica detectar la superficie con un escáner láser de fluorescencia de formación de imágenes. A este respecto, la superficie del material en forma de cinta se ilumina línea por línea con radiación electromagnética de un láser en el intervalo espectral visible ultravioleta o de onda corta. El revestimiento absorbe mediante la radiación electromagnética del láser. La radiación luminiscente generada entonces por el revestimiento se detecta con una resolución de la longitud de onda. A partir del espectro de la radiación luminiscente se puede concluir directamente la cobertura superficial del revestimiento. Si la superficie del material en forma de cinta con el revestimiento se explora línea por línea a alta velocidad y frecuencia de línea alta, entonces el avance, que tiene de todos modos el material en forma de cinta debido al revestimiento que tiene lugar rápidamente, provoca que se detecte toda la superficie del material en forma de cinta y se pueda crear una imagen del grosor de capa del material a lo largo de toda la superficie.

60 No obstante, se ha comprobado que una detección de formación de imágenes de la superficie de un material en forma de cinta de este tipo solo proporciona resultados fiables con respecto a la cobertura superficial de la capa de aceite cuando se conoce la composición del revestimiento del material en cada sitio de la superficie.

65 Por el documento DE 10 2015 007 054 A1 se conoce un método para determinar el grosor de capas orgánicas sobre superficies rugosas, en el que la superficie se irradia con radiación con un componente infrarrojo y la radiación reflejada se mide en intervalos de longitud de onda que son característicos de las vibraciones fundamentales de las

moléculas que se encuentran en el revestimiento y el mismo punto de medición se excita a fluorescencia con luz UV de una longitud de onda adecuada y esta fluorescencia se detecta cuantitativamente.

5 Por lo tanto, es objetivo de la presente invención proporcionar un método así como un sistema para detectar la distribución espacial de la cobertura superficial de un revestimiento en dos dimensiones sobre una superficie de una probeta en forma de cinta, que permite una determinación cuantitativa de la cobertura superficial del revestimiento incluso cuando la composición de material del revestimiento no se conoce durante toda la detección.

10 Para conseguir este objetivo, se propone de acuerdo con la invención diseñar el método mencionado al principio de tal manera que adicionalmente presente las etapas, realizar una medición de calibración en un sitio de la línea con un segundo método de medición distinto del primer método de medición, estando diseñado el segundo método de medición de tal manera que detecta una medida de la cobertura superficial del revestimiento en el sitio en la línea y calibrar la medida de la cobertura superficial del revestimiento determinada mediante el primer método de medición sobre la base de la medida de la cobertura superficial del revestimiento detectada por el segundo método de medición, realizándose la medición de calibración con el segundo método de medición exactamente en uno o en una pluralidad de sitios en la línea, siendo el número de sitios en los que se realiza la medición de calibración menor que el número de sitios en los que se realiza la medición con el primer método de medición.

20 La presente invención se basa en la idea de que, con una probeta en forma de banda movida en una dirección de avance, el material del revestimiento permanece esencialmente constante en una dirección perpendicular a la dirección de avance, esta dirección también podría denominarse dirección de línea, mientras que se produce un cambio de la composición de material del revestimiento en una dirección paralela a la dirección de avance. Un cambio de este tipo en la composición de material se produce, por ejemplo, cuando se cambia el recipiente para el material del revestimiento que se va a aplicar. Si, de acuerdo con la invención, ahora se puede detectar la cobertura superficial del revestimiento independientemente del material del revestimiento en un sitio en la línea con el segundo método de medición, la cobertura superficial así detectada puede servir para calibrar la medición rápida en forma de línea con el primer método de medición. En una forma de realización, una calibración de la medida de la cobertura superficial del revestimiento determinada mediante el primer método de medición sobre la base de la medida de la cobertura superficial del revestimiento detectada mediante el segundo método de medición significa que la medida de la cobertura superficial del revestimiento determinada mediante el primer método de medición se calibra con la medida de la cobertura superficial del revestimiento detectada mediante el segundo método de medición.

30 El método de acuerdo con la invención permite establecer la integridad de la cobertura de la superficie de la probeta con el revestimiento, dado que con el primer método de medición se asegura esencialmente una detección de toda la superficie revestida de la probeta en forma de cinta.

40 En este caso, con revestimiento se expresa muy generalmente una cobertura de una superficie con un material sólido o líquido. En el sentido de la presente solicitud, por la cobertura superficial de la superficie de la probeta con el revestimiento se entiende, por ejemplo, la masa (por ejemplo, expresada en masa por área) o el grosor del revestimiento con respecto al área del sitio desde el que se detecta la radiación electromagnética con el primer método de medición. Esto es importante en la medida en que el revestimiento ciertamente puede presentar un grosor variable localmente dentro del sitio. De este modo, por ejemplo, se muestra que la aplicación de un aceite de conformado sobre una chapa tiene más la forma de una cadena de una pluralidad de gotitas que se cruzan que la de una película con un grosor de capa constante.

45 El fin de la medición descrita puede ser la determinación de una cobertura superficial promediada a lo largo de un área determinada, tal como, por ejemplo, en el caso de la cobertura de material de cinta con un aceite de conformado. En este caso se promedia normalmente a lo largo de áreas del orden de magnitud de cm^2 . En otros casos, en cambio, la alta resolución espacial de un método de medición tal como, por ejemplo, el escáner láser puede ser decisiva para el objetivo de medición. Esto se cumple, por ejemplo, cuando se deben detectar pequeños defectos en los revestimientos.

50 En una forma de realización del método de acuerdo con la invención, se determina por lo tanto con el primer método de medición una medida del grosor o del grosor medio del revestimiento en los sitios en la línea a partir de la intensidad detectada por el detector. Se entiende que en una forma de realización de este tipo, con el segundo método de medición, se detecta una medida del grosor o del grosor medio del revestimiento en un sitio en la línea.

60 En una forma de realización alternativa del método de acuerdo con la invención, se determina por lo tanto con el primer método de medición una medida de la masa o de la masa media del revestimiento en los sitios en la línea a partir de la intensidad detectada por el detector. Se entiende que en una forma de realización de este tipo, con el segundo método de medición, se detecta una medida de la masa o de la masa media del revestimiento en un sitio en la línea.

65 A este respecto, en el método de acuerdo con la invención, con el primer método de medición por unidad de tiempo se lleva a cabo un mayor número de mediciones que con el segundo método de medición, determinándose a partir de la combinación del primer y del segundo método de medición una distribución espacial de la cobertura superficial

absoluta del revestimiento sobre la superficie de la probeta, determinándose con el primer método de medición en cada caso una medida relativa, es decir, no calibrada, de la cobertura superficial del revestimiento en un primer número de sitios sobre la superficie de la probeta, mientras que con el segundo método de medición se detecta en cada caso la cobertura superficial absoluta, es decir, calibrada, del revestimiento en un segundo número de sitios sobre la superficie de la probeta, siendo el primer número mayor que el segundo número.

Además, en una forma de realización de la invención, a partir de la intensidad medida con el primer método de medición y la medida de la cobertura superficial del revestimiento detectada con el segundo método de medición se deduce una información sobre la composición del revestimiento en los sitios medidos con el primer método de medición.

En el caso del primer método de medición se trata de un método que puede detectar puntos o sitios a lo largo de una línea en perpendicular a la dirección de avance a una alta velocidad de detección. A este respecto es irrelevante para la presente invención si la detección de los puntos individuales tiene lugar en serie, es decir, sucesivamente en el tiempo o simultáneamente.

Por lo tanto, en una forma de realización, el primer método de medición es un método de exploración, iluminándose una tras otra en el tiempo la pluralidad de sitios en la línea y midiéndose la intensidad de la radiación electromagnética reflejada, dispersada o irradiada por estos sitios. Con este fin, la radiación electromagnética generada por una fuente de luz, preferiblemente un único láser, se desvía con la ayuda de prismas o espejos de modo que barre e ilumina los sitios individuales de la probeta uno tras otro en el tiempo.

En una forma de realización alternativa, la iluminación tiene lugar a lo largo de toda la anchura de la probeta, es decir, a lo largo de toda la línea, simultáneamente y también el detector detecta la radiación electromagnética de todos los sitios al mismo tiempo. En una forma de realización de la invención, el detector es entonces un detector de línea con una pluralidad de sensores individuales dispuestos en forma de línea. En una forma de realización de este tipo, la fuente de luz comprende preferiblemente una disposición en forma de línea de elementos que generan radiación electromagnética, por ejemplo, una línea de diodos emisores de luz.

La velocidad de medición necesaria con el primer método de medición y/o con el segundo método de medición se determina a este respecto en gran medida por la velocidad de la cinta, que normalmente se encuentra en un intervalo de 0,1 m/s a 3 m/s.

En principio, como primer método de medición son adecuados una serie de métodos de medición muy diferentes, todos los cuales iluminan la superficie y, por lo tanto, el revestimiento sobre la superficie con radiación electromagnética y detectan con resolución espacial la radiación electromagnética reflejada, retrodispersada o irradiada, es decir, allí generada, por el revestimiento en los sitios iluminados. En particular, en cambio, el primer método de medición se selecciona de una medición de luz dispersa, una medición de color, una medición de la reflectividad espectral, una medición del brillo y una medición de la luminiscencia.

En una forma de realización en la que el primer método de medición es una medición de luminiscencia, pero en particular una medición de luminiscencia por láser, la intensidad se mide en cada caso con el detector en función de la longitud de onda de una radiación luminiscente irradiada por el revestimiento en los sitios en la línea, y la medida de la cobertura superficial del revestimiento en los sitios en la línea se determina a partir de la intensidad detectada por el detector en función de la longitud de onda.

En una forma de realización de la invención, la radiación electromagnética para iluminar la probeta tiene una longitud de onda en un intervalo de 250 nm a 500 nm, es decir, la radiación se encuentra en el intervalo de longitud de onda visible ultravioleta o de onda corta. En este intervalo de frecuencia, muchos aceites de conformado muestran una fuerte actividad de fluorescencia. Lo mismo se cumple para los polímeros que, en una forma de realización, se tienen en cuenta como soporte para un revestimiento anticorrosión.

Para el segundo método de medición usado para calibrar el primer método de medición, es importante que este permita un análisis cuantitativo de la cobertura superficial del revestimiento, durante el cual la velocidad de medición es irrelevante ya que la medición de calibración se puede realizar en menos sitios en la línea que la detección completa de la superficie con ayuda del primer método de medición. Por lo tanto, el segundo método de medición puede ser uno que requiera un tiempo claramente más largo que el primer método de medición para detectar la medida de la cobertura superficial del revestimiento en un sitio de la superficie y que, por lo tanto, no permita una exploración rápida de la superficie. Una disposición paralela de una pluralidad de equipos de medición que trabajan según el segundo método de medición y que resolverían el objetivo subyacente en lugar del método de acuerdo con la invención y el sistema de acuerdo con la invención, por regla general se descarta por motivos técnicos y de coste.

La medición de calibración con el segundo método de medición se realiza exactamente en un único sitio en la línea, preferiblemente en un sitio en el que también tiene lugar una medición con el método de medición, o en una pluralidad de sitios en la línea, siendo el número de sitios en los que se realiza la medición de calibración menor que el número de sitios en los que se realiza la medición con el primer método de medición.

Si la velocidad de medición del segundo método de medición es muy baja, entonces en una forma de realización se puede usar una única medición de calibración con el segundo método de medición en un único sitio sobre la superficie para calibrar la determinación de la medida de la cobertura superficial del revestimiento en una pluralidad de sitios en una pluralidad de líneas con el primer método de medición. Esto último es posible cuando, por ejemplo, a partir del conocimiento del método de revestimiento se puede descartar que la composición del revestimiento cambia en la dirección de avance a lo largo de un tramo que es menor que la distancia mínima entre dos sitios sobre la superficie en la dirección de avance que se pueden detectar con el segundo método de medición.

En una forma de realización, el procesamiento de señales comienza con un procesamiento previo de las señales sin procesar del primer método de medición y del segundo método de medición. Esto puede incluir, por ejemplo, la sustracción de un fondo, una normalización con respecto a un objeto de referencia o la linealización de las señales sin procesar.

Las señales dado el caso procesadas previamente de los detectores se calibran en una forma de realización con respecto a la cobertura superficial del revestimiento. La calibración del segundo método de medición o del segundo equipo de medición con respecto a la cobertura superficial puede tener lugar, por ejemplo, por adelantado al configurar el método o sistema o durante un uso de servicio. En la calibración del segundo método de medición se incluyen, por ejemplo, las propiedades de la superficie de la cinta de chapa (rugosidad, material, estructuración específica de la superficie). Una calibración de un grupo de materiales del revestimiento también puede ser también objeto de una calibración del segundo método de medición. Sin embargo, la calibración del segundo método de medición tiene que ser independiente de las variaciones de material que se producen del material de revestimiento. En el caso más simple, la calibración del segundo método de medición es una operación lineal, en casos complicados, pueden surgir relaciones más complejas.

Si se denomina S_2 la señal del segundo método de medición, dado el caso después del procesamiento previo de señales, y k_{2d} el factor de calibración del segundo método de medición con respecto a la cobertura superficial d , entonces se puede llevar a cabo una calibración lineal de la siguiente manera:

$$k_{2d} = S_2(x_2, y) / d(x_2, y)$$

Las coordenadas espaciales x e y están definidas en la chapa en movimiento. La coordenada y denota la dirección de avance, x la dirección perpendicular a la misma. Se supone que el aparato de medición 2 está fijo en la posición x_2 . El factor de calibración k_{2d} es independiente de la posición en la chapa. En el caso más simple, la calibración del primer método de medición o del primer equipo de medición tiene lugar igualmente linealmente de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$k_{12}(y) = S_1(x_2, y) / S_2(x_2, y)$$

El factor de calibración k_{12} , con el que se calibra el primer método de medición de acuerdo con los resultados del segundo método de medición, puede, debido al posible cambio de material del revestimiento en la dirección del avance y la dependencia de la señal S_2 , depender de la composición de material de y . Esta calibración dinámica se determina una y otra vez durante el funcionamiento. La determinación de k_{12} solo puede tener lugar en las posiciones con $x = x_2$ dado que solo en este caso la medición se realiza con el segundo método de medición. Dado que se puede suponer que la calibración no cambia en la dirección perpendicular a la dirección de avance de la probeta, el factor de calibración es $k_{12}(y)$ es aplicable a todas las demás posiciones x en perpendicular al avance. Partiendo de las dos ecuaciones anteriores, con las señales de los dos métodos de medición se puede determinar la cobertura superficial en función de las coordenadas x e y de la siguiente manera:

$$d(x, y) = S_1(x, y) / (k_{12}(y) * k_{2d})$$

donde para cada valor de y se determina de nuevo la magnitud de $k_{12}(y)$ de acuerdo con la fórmula anterior a partir de las señales $S_1(x_2, y)$ y $S_2(x_2, y)$.

En una otra forma de realización, se puede obtener información adicional sobre el revestimiento a partir de la comparación de los datos de medición del primer método de medición y del segundo método de medición. Dado que los valores de medición obtenidos con el segundo método de medición son independientes del material, pero los valores de medición obtenidos con el primer método de medición dependen del material, a partir de la comparación, es decir, de la calibración, k_{12} para el primer método de medición para cada punto y en dirección de avance es posible una conclusión sobre el material de revestimiento usado o un cambio de la composición de una mezcla de materiales. De esta manera, en una forma de realización, el método o el sistema puede reconocer un revestimiento con un material incorrecto y , dado el caso, transmitir un mensaje de error a un control de la instalación de revestimiento.

Un método adecuado para el segundo método de medición es una medición de absorción en el intervalo espectral infrarrojo, una medición de fluorescencia en el intervalo de rayos X o una medición de espectroscopía de plasma

inducida por láser. Estos métodos de medición se pueden calibrar de modo que la cobertura superficial del revestimiento se detecte correctamente incluso si cambia la composición del material de revestimiento.

5 Si el material del revestimiento cambia, entonces la calibración del primer método de medición por o sobre la base de los resultados del segundo método de medición asegura que los resultados del primer método de medición se calibren correctamente y que la cobertura superficial del revestimiento pueda así ser correctamente determinada con alta resolución espacial.

10 En una forma de realización de la invención, la probeta en forma de cinta es una cinta de chapa de metal, preferiblemente de acero o de aluminio.

15 En una otra forma de realización, el revestimiento es un aceite de conformado. A este respecto, la invención es adecuada en particular para determinar la cobertura superficial de un aceite de conformado sobre una chapa de acero. En este caso, la fluorescencia inherente del aceite de conformado se usa para obtener una imagen de la distribución del aceite con la mayor resolución posible con el primer método de medición con una exploración rápida y lo más extensa posible. Los cambios mencionados anteriormente en la calibración de la señal de fluorescencia se deben al hecho de que cuando se aplica el aceite, la composición puede cambiar o la composición es diferente a la especificada. Además, puede suceder que los aceites nominalmente idénticos de un fabricante tengan propiedades de fluorescencia distintas, porque lotes distintos de un tipo de aceite pueden tener composiciones ligeramente diferentes. No obstante, un cambio en la composición del aceite solo se produce en la dirección de avance. Por el contrario, no es posible en una posición de cinta en la dirección perpendicular a la dirección de avance, dado que normalmente el aceite se rocía desde el mismo depósito simultáneamente desde varias boquillas dispuestas una al lado de otra en líneas perpendicularmente a la dirección de avance o se aplica en paralelo con rodillos. El segundo método de medición para esta aplicación es normalmente una medición de absorción infrarroja en longitudes de onda en un intervalo de 2,5 μm a 3,5 μm . En este intervalo de longitud de onda, los materiales orgánicos absorben mediante vibraciones de estiramiento del enlace carbono-hidrógeno. Dado que el enlace carbono-hidrógeno está muy representado en todas las sustancias orgánicas y siempre aparece con una frecuencia similar en los aceites, con este método se puede calibrar independientemente del tipo de aceite y el lote de aceite.

30 En una forma de realización alternativa, el revestimiento es un revestimiento anticorrosión, preferiblemente una suspensión de polímero, con zircón y/o titanio. Los revestimientos anticorrosión de este tipo se usan en particular para proteger las chapas de aluminio. En una forma de realización, los compuestos de titanio y/o zircón se aplican a la chapa en una suspensión de polímero. Una aplicación de este tipo puede tener lugar, entre otros, con rodillos. Dado que las coberturas superficiales del revestimiento que se generan a este respecto son solo muy pequeñas, pero en particular las sustancias relevantes (titanio, zircón) se aplican a la superficie en cobertura de área extremadamente pequeña, la medición durante la fabricación es extremadamente difícil.

40 No obstante, el polímero depositado sobre la superficie se puede detectar con el primer método de medición, en concreto, la exploración de fluorescencia. Sin embargo, los componentes de zircón y titanio del revestimiento que no pueden detectarse de esta manera son relevantes para el efecto de la protección contra la corrosión. Por lo tanto, la aplicación de la exploración de fluorescencia solo es posible cuando la concentración de los compuestos de titanio y/o zircón en el polímero siempre se conoce e idealmente no cambia. Sin embargo, este no es siempre el caso. Durante un proceso de revestimiento muy largo, por ejemplo, la concentración de compuestos de titanio y/o zircón en el polímero puede cambiar a lo largo de la longitud en la dirección de avance de la cinta. Por el contrario, se pueden asumir las mismas relaciones en la dirección perpendicular a la dirección de avance.

50 Las coberturas de titanio y/o zircón se miden cuantitativamente, por ejemplo, con el método de fluorescencia de rayos X como segundo método de medición, que, sin embargo, no es capaz de escanear rápidamente sobre la chapa en movimiento. Como alternativa, también puede tener lugar una medición calibrable con el segundo método de medición según el método de espectroscopía de plasma inducida por láser (en inglés: Laser-Induced Breakdown Spectroscopy, LIBS). En este sentido, al bombardear la superficie con un intenso pulso de láser, una zona muy pequeña de la superficie se elimina del material y se convierte en un denominado plasma, que se compone de átomos ionizados. La recombinación de los átomos genera un brillo característico, cuya firma espectral corresponde a las líneas espectrales de los elementos presentes. De esta manera, se puede determinar la distribución de elementos en la superficie o el revestimiento de la superficie. En cambio, este método no se puede utilizar en toda el área debido a la eliminación de material de la superficie. La velocidad de la medición también es insuficiente. Pero es posible una calibración cuantitativa de las fracciones metálicas del revestimiento.

60 También en este caso, por lo tanto, es ventajoso efectuar una calibración dinámica de acuerdo con una forma de realización del método de acuerdo con la invención, representando la exploración de fluorescencia la medición rápida de toda el área de acuerdo con el primer método de medición y la fluorescencia de rayos X o la espectroscopía de plasma inducida por láser la medición cuantitativa, pero no adecuada para la representación de formación de imágenes de acuerdo con el segundo método de medición.

65 El objetivo mencionado anteriormente también se consigue mediante un método para revestir una superficie de un material en forma de cinta con las etapas, proporcionar el material en forma de cinta, mover el material en forma de

5 cinta en una dirección de avance, aplicar el revestimiento y detectar la cobertura superficial del revestimiento sobre la superficie del material en forma de cinta con una forma de realización de un método para detectar una cobertura superficial de un revestimiento sobre una superficie, tal como se describió anteriormente en variantes. A este respecto, el material en forma de cinta forma entonces la probeta en forma de cinta en el sentido de la presente solicitud. Asimismo, el objetivo mencionado anteriormente también se consigue mediante un perfeccionamiento del sistema mencionado al principio para detectar una cobertura superficial de un revestimiento sobre una superficie de una probeta en forma de cinta, presentando el sistema un segundo equipo de medición que está configurado y dispuesto de tal manera que en un sitio en la línea con un segundo método de medición distinto del primer método de medición, se puede detectar una medida de la cobertura superficial del revestimiento, estando el equipo de evaluación conectado efectivamente con el segundo equipo de medición de tal manera que una señal de medición se puede procesar por el segundo equipo de medición, y estando configurado el equipo de evaluación de tal manera que la determinación de la medida de la cobertura superficial del revestimiento se puede calibrar con el primer método de medición sobre la base de la medida de la cobertura superficial del revestimiento detectada mediante el segundo método de medición, realizándose la medición de calibración con el segundo método de medición exactamente en uno o en una pluralidad de sitios en la línea, siendo el número de sitios en los que se realiza la medición de calibración menor que el número de sitios en los que se realiza la medición con el primer método de medición.

20 Siempre que en que a continuación se describen aspectos de la invención con respecto al sistema, estos también se cumplen para el método correspondiente para detectar una cobertura superficial de un revestimiento sobre una superficie de una probeta en forma de cinta y viceversa. Siempre que el método se realiza con un sistema de acuerdo con esta invención, este presenta los equipos correspondientes para ello. En particular, formas de realización del sistema son adecuadas para realizar formas de realización del método.

25 Se entiende que el equipo de evaluación en una forma de realización es un procesador o un ordenador.

En otra forma de realización de la invención, el sistema comprende un equipo de accionamiento para mover la probeta en forma de cinta en la dirección de avance.

30 Además, el objetivo mencionado anteriormente también se consigue mediante una instalación de revestimiento para recubrir una superficie de un material en forma de cinta con un equipo aplicador para aplicar el revestimiento a la superficie y en la dirección de avance después del equipo aplicador con un sistema para detectar la cobertura superficial del revestimiento sobre el material en forma de cinta, tal como se ha descrito previamente en formas de realización del mismo.

35 Otras ventajas, características y posibilidades de aplicación de la presente invención se explican por medio de la siguiente descripción de una forma de realización y las figuras asociadas.

40 La figura 1 es una vista lateral esquemática de una forma de realización de una instalación de revestimiento con un sistema para detectar el grosor del revestimiento.

La figura 2 es una vista isométrica esquemática del sistema para detectar el grosor del revestimiento de la figura 1.

La figura 3 es una vista superior esquemática de la instalación de revestimiento de la figura 1.

45 En las figuras, elementos idénticos están designados con símbolos de referencia idénticos.

50 La instalación de revestimiento 1 de las figuras 1 a 3 sirve para revestir la superficie 7 de una cinta de chapa 2 con un engrasado de 1 μm de grosor procedente de un aceite de conformado, de modo que la cinta de chapa se puede transformar en partes de carrocería mediante prensado. La cinta de chapa de acero 2 se suministra como bobina y luego se alimenta a la instalación de revestimiento 1. A este respecto, la bobina se desenrolla y la cinta de chapa 2 se mueve a través de la instalación 1 a alta velocidad en la dirección de avance 3. El equipo aplicador 4 aplica el revestimiento 12 a la superficie 7 de la cinta de chapa 2.

La cinta de chapa 2 se mueve con la ayuda de transportadores de rodillos 5.

55 Ahora es necesario asegurarse con la ayuda de un sistema de medición 6 que la superficie 7 de la cinta de chapa 2 está revestida por completo y de manera uniforme con el aceite de conformado. En el presente ejemplo, el grosor promediado por encima de unos pocos cm^2 del aceite de conformado aplicado se considera una medida de la cobertura superficial con el aceite de conformado. Para ello, es necesario tomar una imagen del revestimiento superficial que represente el grosor de capa medio del aceite de conformado de la manera más completa posible, es decir, en todos los sitios, en la superficie 7 de la cinta de chapa 2. El sistema de medición 6 se compone de dos partes, en concreto, un escáner de láser de fluorescencia UV 8 como el primer equipo de medición para realizar un primer método de medición en el sentido de la presente solicitud y un sensor de absorción de infrarrojos 9 como segundo equipo de medición para realizar un segundo método de medición en el sentido de la presente solicitud.

65 El escáner de láser de fluorescencia 8 es capaz de detectar muy rápidamente una línea 10 sobre la superficie 7 de la cinta de chapa. Mediante el movimiento de avance de la cinta de chapa 2 en la dirección de avance 3 se genera

5 una imagen completa de la superficie o del revestimiento sobre la superficie 7 línea a línea. En la forma de realización representada, el escáner láser de fluorescencia es un sistema de exploración que genera radiación ultravioleta con la ayuda de un láser y la dirige sobre la superficie 7 de la cinta de chapa 2 con la ayuda de un equipo de iluminación, iluminándose en cada caso solo un sitio o un punto en la línea 10. Entonces, los ubicaciones individuales sobre la línea 10 se exploran en serie, es decir, uno tras otro, por el rayo láser de iluminación y la radiación de luminiscencia generada por la iluminación y el proceso de absorción en el aceite de conformado se registra en función de la longitud de onda con el uso de filtros selectivos de longitud de onda, por ejemplo filtros de interferencia, o un espectrómetro.

10 Si se sabe qué aceite de conformado o qué composición del aceite de conformado se usa para el revestimiento, entonces la medición con la ayuda del escáner de láser de fluorescencia 8 es cuantitativa para el grosor. No obstante, si la composición del material cambia, entonces el grosor ya no se puede detectar cuantitativamente. Por lo tanto, el sistema de medición 6 presenta adicionalmente el sensor de absorción de infrarrojos 9. Este detecta la superficie 7 de la cinta de chapa 2 o el revestimiento aplicado sobre la misma solo en un único sitio 11 en la línea 10.
15 La medición con la ayuda del sensor de absorción de infrarrojos 11 permite una determinación cuantitativa del grosor incluso cuando se desconoce el material del revestimiento. Por lo tanto, la medición con ayuda del sensor de absorción de infrarrojos 9 permite una calibración de la medición con la ayuda del escáner láser de fluorescencia.

20 Dado que la composición de material del revestimiento solo cambia en la dirección de avance 3, pero no en una dirección perpendicular a la misma (la aplicación tiene lugar con respecto a la composición de material, no siempre con respecto al grosor, de manera uniforme en toda la anchura), es suficiente cuando la medición tiene lugar con la ayuda del sensor de absorción de infrarrojos 9 exactamente en un único sitio 11 en la línea 10. De esta manera, se proporciona un sistema de medición que determina cuantitativamente el grosor del revestimiento incluso cuando cambia la composición del revestimiento.

25 A este respecto, no es necesario que los dos sistemas de medición se encuentren en la misma posición en la dirección de avance. En el caso de una disposición desplazada, en la evaluación ha de tenerse en cuenta el desplazamiento temporal de las mediciones de los dos sensores en la misma posición sobre la cinta.

30 Para los fines de la descripción original, se señala que todas las características tal como resultan de la presente descripción, los dibujos y las reivindicaciones para un experto en la técnica, incluso si solo se describieron en concreto en relación con ciertas características adicionales, tanto individualmente como en cualquier combinación se puede combinar con otras de las características o grupos de características descritos en este caso, a menos que esto haya sido expresamente excluido o circunstancias técnicas hagan que tales combinaciones sean imposibles o sin sentido. En este caso se prescinde de la representación completa y explícita de todas las combinaciones de características concebibles sólo en aras de la brevedad y la legibilidad de la descripción.

35 Si bien la invención se ha ilustrado y descrito en detalle en los dibujos y la descripción anterior, esta ilustración y descripción se dan únicamente a modo de ejemplo y no pretenden limitar el alcance de protección definido por las reivindicaciones. La invención no se limita a las formas de realización descritas.

40 Las modificaciones de las formas de realización descritas resultarán evidentes para el experto en la técnica a partir de los dibujos, la descripción y las reivindicaciones adjuntas. En las reivindicaciones, la palabra "presentar" no excluye otros elementos o etapas, y el artículo indefinido "un" o "una" no excluye una pluralidad. El mero hecho de que determinadas características se reivindiquen en reivindicaciones diferentes no excluye su combinación. Los signos de referencia en las reivindicaciones no están destinados a limitar el alcance de protección.

Lista de referencias

- 1 instalación de revestimiento
- 2 cinta de chapa / probeta
- 3 dirección de avance
- 4 equipo aplicador
- 5 transportador de rodillos
- 6 sistema de medición
- 7 superficie
- 8 escáner láser de fluorescencia
- 9 sensor de fluorescencia de rayos X
- 10 línea
- 11 sitio
- 12 revestimiento
- 13 radiación láser del escáner láser de fluorescencia 8
- 14 radiación del sensor de fluorescencia de rayos X 9

REIVINDICACIONES

1. Método para detectar la cobertura superficial de un revestimiento (12) sobre una superficie (7) de una probeta en forma de cinta (2) con las etapas de:

5 mover la probeta en forma de cinta (2) en una dirección de avance (3), detectar línea por línea una medida de la cobertura superficial del revestimiento (12) con un primer método de medición que comprende las etapas de:

10 iluminar la superficie (7) de la probeta (2) con radiación electromagnética (13) en una pluralidad de sitios en una línea (10) que se extiende esencialmente en perpendicular a la dirección de avance (3), medir en cada caso una intensidad de una radiación electromagnética reflejada, retrodispersada o irradiada por el revestimiento (12) en los sitios en la línea (10) con un detector y
15 determinar una medida de la cobertura superficial del revestimiento (12) en los sitios en la línea (10) a partir de la intensidad detectada por el detector,

realizar una medición de calibración en un sitio (11) de la línea (10) con un segundo método de medición distinto del primer método de medición, estando diseñado el segundo método de medición de tal manera que detecta una medida de la cobertura superficial del revestimiento (12) en el sitio en la línea, y
20 calibrar la medida de la cobertura superficial del revestimiento (12) determinada mediante el primer método de medición sobre la base de la medida de la cobertura superficial del revestimiento (12) detectada por el segundo método de medición,
en el que la medición de calibración con el segundo método de medición se realiza exactamente en uno o en una pluralidad de sitios (11) en la línea (10), siendo el número de sitios (11) en los que se realiza la medición
25 de calibración menor que el número de sitios en los que se realiza la medición con el primer método de medición.

2. Método según la reivindicación anterior, **caracterizado por que** el segundo método de medición es una medición de absorción de infrarrojos, una medición de fluorescencia de rayos X o una medición de espectroscopía de plasma inducida por láser.

3. Método según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** con el primer método de medición se mide con el detector en cada caso la intensidad en función de la longitud de onda de una radiación de luminiscencia irradiada por el revestimiento (12) en los sitios en la línea (10) y la medida de la cobertura superficial del revestimiento (12) en los sitios en la línea (10) se determina a partir de la intensidad detectada por el detector en función de la longitud de onda.

4. Método según la reivindicación anterior, **caracterizado por que** la radiación electromagnética (13) con la que se ilumina la superficie (7) de la probeta (2) en el primer método de medición presenta una longitud de onda en un intervalo de 250 nm a 500 nm.

5. Método según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el primer método de medición es un método de exploración, en el que la pluralidad de sitios en la línea (10) se iluminan uno tras otro en el tiempo y se mide la intensidad de la radiación electromagnética de estos sitios.

6. Método según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** con el primer método de medición por unidad de tiempo, se lleva a cabo un mayor número de mediciones que con el segundo método de medición, pudiendo determinarse a partir de la combinación del primer y del segundo método de medición una distribución espacial de la cobertura superficial absoluta del revestimiento (12) sobre la superficie (7) de la probeta (2), determinándose con el primer método de medición en cada caso una medida relativa de la cobertura superficial del revestimiento (12) en un primer número de sitios sobre la superficie (7) de la probeta (2), mientras que con el segundo método de medición se detecta en cada caso la cobertura superficial absoluta del revestimiento (12) en un segundo número de sitios sobre la superficie (7) de la probeta (2), siendo el primer número mayor que el segundo número.

7. Método según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** a partir de la intensidad medida con el primer método de medición y la medida de la cobertura superficial del revestimiento (12) detectada con el segundo método de medición se deduce una información sobre la composición del revestimiento (12) en los sitios medidos con el primer método de medición.

8. Método según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la probeta en forma de cinta (2) es una cinta de chapa de metal, preferiblemente de acero o aluminio.

9. Método según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el revestimiento (12) es un aceite de conformado.

10. Método según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el revestimiento (12) es un revestimiento anticorrosión, preferiblemente sobre una cinta de chapa (2) de aluminio como probeta.
- 5 11. Método según la reivindicación anterior, **caracterizado por que** el revestimiento anticorrosión comprende zircón y un polímero.
12. Método para revestir una superficie (7) de un material en forma de cinta (2) con las etapas de:
- 10 proporcionar el material en forma de cinta (2), mover el material en forma de cinta (2) en una dirección de avance (3),
 aplicar el revestimiento (12) y
 detectar la cobertura superficial del revestimiento (12) sobre el material en forma de cinta (2) con el método según una de las reivindicaciones anteriores.
- 15 13. Sistema (6) para detectar la cobertura superficial de un revestimiento (12) sobre una superficie (7) de una probeta en forma de cinta (2) con:
- 20 un primer equipo de medición (8) para detectar una medida de la cobertura superficial del revestimiento (12) con un primer método de medición, comprendiendo el equipo de medición (8):
- 25 una fuente de luz para generar radiación electromagnética (13),
 un equipo de iluminación que está configurado y dispuesto de tal manera que con el equipo de iluminación se puede iluminar la superficie (7) de la probeta (2) con la radiación electromagnética en forma de una línea (10) que se extiende esencialmente en perpendicular a una dirección de avance (3) de la probeta (2), y
 un detector que está configurado y dispuesto de modo que con el detector se puede medir una intensidad de una radiación electromagnética reflejada, retrodispersada o irradiada por el revestimiento en los sitios en la línea (10), y
- 30 un equipo de evaluación, estando conectado el equipo de evaluación de manera efectiva con el detector de tal manera que una señal de medición del detector se puede evaluar con el equipo de evaluación, y estando configurado el equipo de evaluación de tal manera que con el equipo de evaluación se puede determinar una medida de la cobertura superficial del revestimiento (12) en los sitios en la línea (10) a partir de la intensidad medida de la radiación electromagnética,
- 35 presentando el sistema además un segundo equipo de medición (9), estando configurado y dispuesto el segundo equipo de medición (9) de tal manera que en un sitio (11) en la línea (10) con un segundo método de medición distinto del primer método de medición, se puede detectar una medida de la cobertura superficial del revestimiento (12),
 en el que el equipo de evaluación está conectado de manera efectiva con el segundo equipo de medición (9) de tal manera que se puede procesar una señal de medición por el segundo equipo de medición (9),
 en el que el equipo de evaluación está configurado de tal manera que la determinación de la medida de la cobertura superficial del revestimiento (12) con el primer método de medición se puede calibrar sobre la base de la medida de la cobertura superficial del revestimiento (12) detectada con el segundo método de medición en el sitio en la línea, y
- 45 en el que la medición de calibración con el segundo método de medición se realiza exactamente en uno o en una pluralidad de sitios (11) en la línea (10), siendo el número de sitios (11) en los que se realiza la medición de calibración menor que el número de sitios en los que se realiza la medición con el primer método de medición.
- 50 14. Sistema (6) según la reivindicación anterior, **caracterizado por que** el sistema presenta un accionamiento (5) para mover la probeta en forma de cinta (2) con respecto al equipo de iluminación en la dirección de avance (3).
15. Instalación de revestimiento (1) para revestir una superficie (7) de un material en forma de cinta (2) con:
- 55 un equipo aplicador (4) para aplicar el revestimiento (12) sobre la superficie (7) y
 en la dirección de avance (3) después del equipo aplicador (4) un sistema (6) según una de las reivindicaciones 13 ó 14.

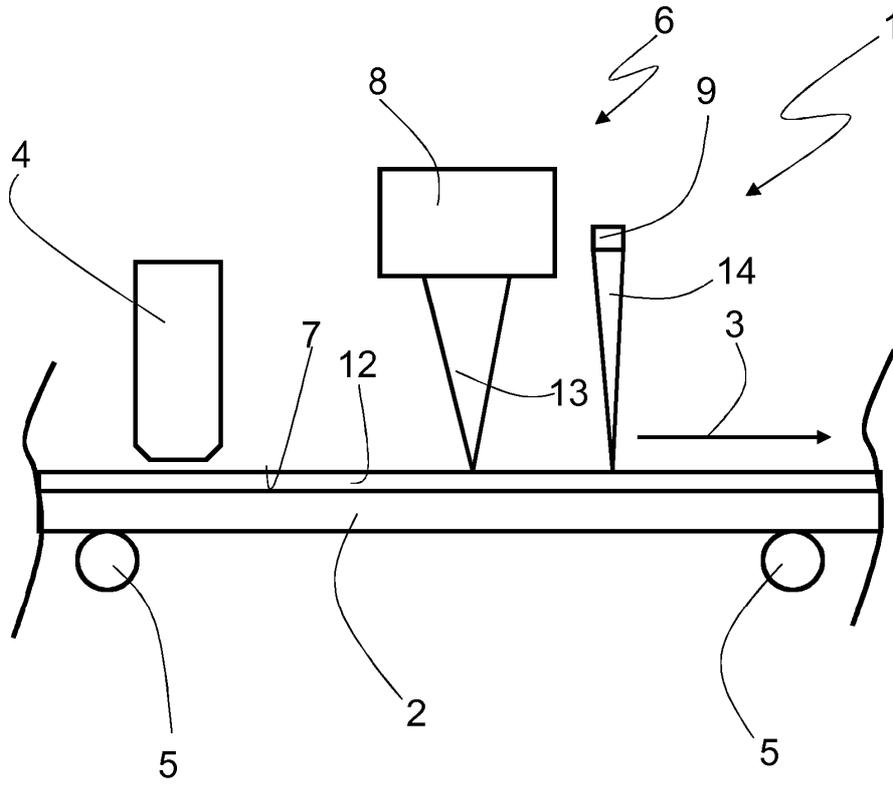


Fig. 1

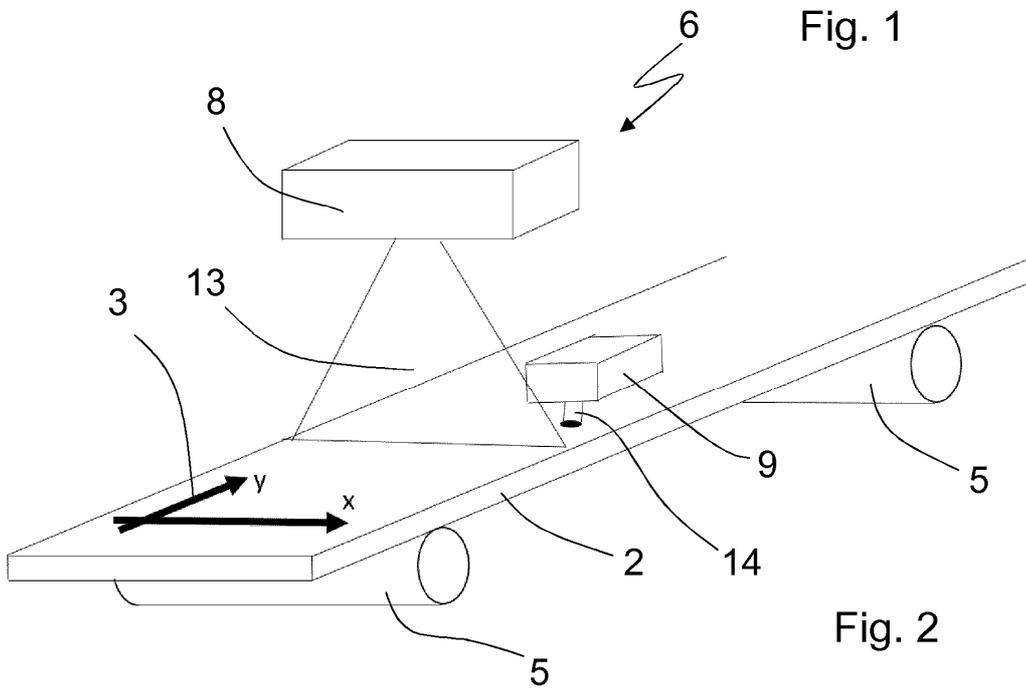


Fig. 2

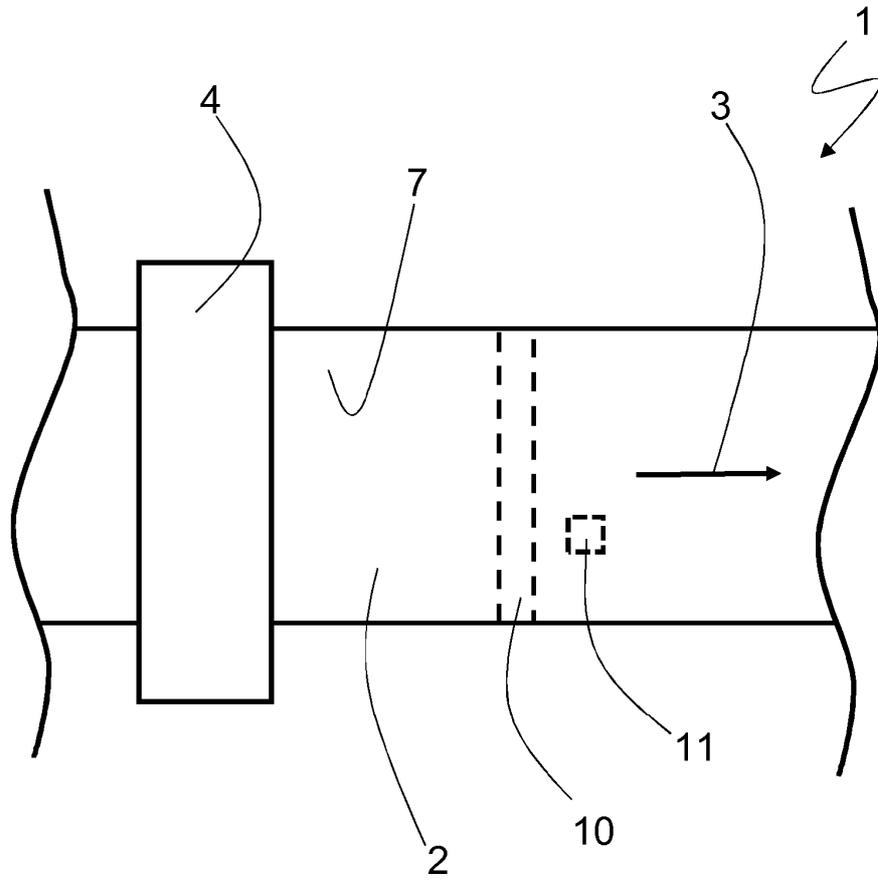


Fig. 3