(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 749 077**

(51) Int. CI.:

G02B 6/02 (2006.01)
G02B 1/10 (2015.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.05.2015 PCT/EP2015/001076**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **10.12.2015 WO15185194**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.05.2015 E 15724178 (7)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.07.2019 EP 3152606**

(54) Título: **Revestimiento de superficies extremas de una guía de ondas**

(30) Prioridad:

05.06.2014 DE 102014008369

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
19.03.2020

(73) Titular/es:

ROSENBERGER-OSI GMBH & CO. OHG (100.0%)
Endorfer Str. 6
86167 Augsburg, DE

(72) Inventor/es:

WEIGAND, BENJAMIN;
THEOBALD, CHRISTIAN y
L'HUILLIER, JOHANNES ALBERT

(74) Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María 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

Revestimiento de superficies extremas de una guía de ondas

La invención se refiere a una guía de ondas, especialmente una fibra óptica, en la que la guía de ondas presenta una superficie frontal provista con un recubrimiento, en la que el recubrimiento presenta uno o varios compuestos orgánicos de flúor según el preámbulo de la reivindicación 1 ó 2. La invención se refiere, además, a un procedimiento para la fabricación de una guía de ondas de este tipo, según el preámbulo de la reivindicación 9 ó 10.

Una guía de ondas como por ejemplo una fibra óptica puede estar prevista para la conducción de luz en la zona UV, en la zona visible y/o en la zona-IR. Las guías de ondas presentan regularmente una superficie frontal, a través de la cual sale la luz desde la guía de ondas y/o entra en la guía de ondas. La superficie frontal puede estar en contacto, al menos temporal, con el entorno y, por lo tanto, es sensible en una medida especial para contaminaciones. Cuando el extremo delantero de la guía de ondas está integrado en un conector de enchufe-LW, la superficie frontal puede estar expuesta, además, dado el caso a cargas mecánicas a través de procesos de enchufe, debiendo superar la superficie frontal a menudo durante su empleo varios cientos a miles de ciclos de enchufe.

Las contaminaciones o daños de la superficie frontal pueden conducir a que se reduzca la transparencia y se perjudiquen de esta manera las propiedades de transmisión de la guía de ondas en general. En el caso extremo, se inutiliza la guía de ondas en el caso de una contaminación de su superficie frontal.

Ya se conoce, por ejemplo, a partir del documento DE 10 2008 018 866 A1 proveer las superficies frontales de guías de ondas con recubrimientos como por ejemplo recubrimientos anti-reflexión (AT-Coatings), para elevar el paso de la luz a través de la superficie frontal o bien reducir las reflexiones. Sin embargo, se ha comprobado que las propiedades mecánicas de superficies frontales de guías de ondas y su resistencia contra contaminaciones son insuficientes regularmente, a pesar de tales recubrimientos.

La publicación WO 2011/053859 A1 muestra una guía de ondas para un puesto de conexión de guía de ondas que se puede abrir y cerrar repetidas veces, en donde la guía de ondas presenta una fibra provista con un recubrimiento, en donde el recubrimiento está configurado con una superficie ópticamente lisa y mal adherente. El recubrimiento es, por ejemplo, un monómero de acrilo y puede contener para la adaptación del índice de refracción componentes fluorados, como por ejemplo F8DA (diacrilato de hexanuro fluorado) o TFPM (tetrafloropropil metacrilato).

En consideración de los problemas descritos, el cometido de la presente invención es preparar una guía de ondas con una superficie frontal recubierta, que garantiza también sobre un periodo de empleo largo de manera fiable altas propiedades de transmisión, de manera que la guía de ondas se puede utilizan de manera duradera sin mantenimiento.

Este cometido se soluciona según la invención por medio de una guía de ondas según la reivindicación 1 ó 2 y por medio de un procedimiento para la fabricación de una guía de ondas según la reivindicación 9 ó 10. Los desarrollos ventajosos de la invención se describen en las reivindicaciones dependientes.

En una guía de ondas del tipo mencionado anteriormente, está previsto según la invención que el recubrimiento esté tratado con plasma, con lo que se forma sobre la superficie frontal una hierba de decapado en función de los parámetros ajustados del procedimiento, en donde el recubrimiento presenta octafluorociclobutano polimerizado con plasma (PP-OFCB).

En una guía de ondas del tipo mencionado está previsto, además, que la superficie frontal sea tratada con plasma, don lo que sobre la superficie frontal se forma una hierba de decapado, con lo que se forma sobre la superficie frontal una hierba de decapado en función de los parámetros ajustados del procedimiento, en donde el recubrimiento presenta octafluorociclobutano polimerizado con plasma (PP-OFCB), estando seleccionado el espesor del recubrimiento de PP-OFCB de tal manera que la estructuración incorporada previamente en la superficie frontal de la fibra está presente también todavía después del recubrimiento en la superficie exterior del recubrimiento.

En un procedimiento del tipo mencionado anteriormente, está previsto según la invención que una superficie frontal de la guía de ondas sea recubierta a través de polimerización con plasma utilizando OFCB como precursor con un recubrimiento que presenta compuestos de flúor orgánicos, y la superficie frontal es tratada con plasma antes del recubrimiento, con lo que sobre la superficie frontal resulta una hierba de decapado en función de los parámetros ajustados del procedimiento, en donde el espesor del recubrimiento de PP-OFCB se selecciona para que la estructuración incorporada previamente en la superficie frontal de la fibra esté presente también todavía después del recubrimiento en la superficie exterior del recubrimiento.

En un procedimiento del tipo mencionado anteriormente, está previsto también según la invención que una superficie frontal de la guía de ondas sea recubierta a través de polimerización con plasma utilizando OFCB como precursor

con un recubrimiento que presenta compuestos de flúor orgánicos, y la superficie frontal es tratada con plasma después del recubrimiento, con lo que sobre la superficie frontal resulta una hierba de decapado en función de los parámetros ajustados del procedimiento.

De manera especialmente preferida, al menos una capa del recubrimiento o todo el recubrimiento (salvo cont6aminaciones) están constituido esencialmente de PP-OFCB. Con otras palabras, la superficie frontal de la guía de ondas presenta con preferencia una película de cubierta de PP-OFCB. Por OFCB polimerizado con plasma (PP-OFCB) se entiende polímeros de plasma (especialmente compuestos de flúor orgánico como por ejemplo fluorocarbonos, etc.) crecidos o bien separados a través polimerización con plasma utilizando OFCB como precursor sobre la superficie frontal de la guía de ondas.

La invención parte del reconocimiento de que los recubrimientos convencionales de superficies frontales de guías de ondas no son suficientemente repelentes de la suciedad, de manera que en el curso del empleo de la guía de ondas se pueden depositar, por ejemplo, polvo, líquidos, aceites, etc. sobre la superficie frontal y se pueden perjudicar las propiedades de transmisión. Los compuestos de flúor orgánico, especialmente películas de PP-OFCB tienen propiedades hidrófobas y oleófobas, de manera que se puede impedir de manera fiable tal deposición de sustancias no deseadas sobre la superficie frontal, de modo que se puede elevar la duración de empleo de la guía de ondas a través del recubrimiento con PP-OFCB o bien se puede incrementar el intervalo de tiempo entre etapas de limpieza individuales.

Los ensayos han mostrado que se puede emplear PP-OFCB con sus propiedades similares a Teflon (politetrafluoretileno, C_2F_4) como bloqueo del flujo, que puede resistir durante mucho tiempo la circulación de agua destilada, acetona, isopropanol, polisorbato fuertemente reticulante y otras sustancias. De esta manera se puede limpiar varias veces una superficie frontal de una guía de ondas provista con un recubrimiento de PP-OFCB, por ejemplo con acetona u otros detergentes, sin que haya que temer datos mecánicos u otros daños del recubrimiento.

A ello hay que añadir que el PP-OFCB que presenta compuestos de flúor orgánico es adecuado también, con respecto a las propiedades ópticas necesarias, como material de recubrimiento. Así, por ejemplo, una capa de PP-OFCB se caracteriza por una absorción reducida de radiación electromagnética en las bandas próximas a infrarrojas importantes para la comunicación de datos, pero también especialmente en la zona de 400 nm a 700 nm.

Además, el PP-OFCB se puede aplicar de manera controlada en capas finas de espesor de capa predeterminado (algunos 10 nm hasta micrómetros) sobre una superficie frontal de guía de ondas, que puede estar constituida, por ejemplo, de cristal de cuarzo. Como procedimiento adecuado para la aplicación del recubrimiento se ha probado la polimerización con plasma, con cuya ayuda se puede separar una capa de PP-OFCB en un espesor de separación controlable muy exactamente sobre la superficie frontal. La polimerización de PP-OFCB se conoce ya a partir del procedimiento-Bosch y encuentra aplicación en procesos-DRIE (Deep Reactive Ion Etching = Decapado Profundo con Iones Reactivos) que se utilizan para la fabricación de microestructuras profundas. Detalles del procedimiento de polimerización con plasma de OFCB se explican en Hydrophobic valves of plasma deposited octafluorocyclobutanate in DRIE channels", H. Andersson et al., Sensors and Actuators (2001), páginas 136 y siguientes y se incorpora por referencia en la presente publicación.

Una capa de PP-OFCB tiene un índice de refracción de aproximadamente n = 1,4, que no corresponde necesariamente al índice de refracción del material de la guía de ondas. Con respecto a una buena adaptación del índice de refracción se ha revelado que es ventajoso añadir al recubrimiento otra sustancia con un índice de refracción diferente, que se puede aplicar o bien separar con preferencia igualmente a través de polimerización con plasma.

Con preferencia, el recubrimiento presenta adicionalmente benceno (C_6H_6) y/o productos de polimerización de benceno, especialmente benceno polimerizado con plasma (PP-benceno). Una capa de PP-benceno tiene propiedades ópticas satisfactorias, especialmente buenas propiedades de transmisión en las zonas ópticas respectivas y se puede aplicar igualmente a través de polimerización con plasma sobre la superficie frontal. Una capa de PP-benceno tiene un índice de refracción de aproximadamente n = 1,62.

El índice de refracción del recubrimiento se puede adaptar al índice de refracción del material de la guía de ondas, presentando el recubrimiento una capa de PP-OFCB y PP-benceno en una relación de mezcla predeterminada. Con preferencia, se aplican PP-OFCB y PP-benceno al mismo tiempo en una etapa de polimerización con plasma sobre la superficie frontal de la guía de ondas, pudiendo ajustarse, según la relación de mezcla ajustada para el proceso, índices de refracción del recubrimiento entre n = 1,4 y n = 1,62.

Cuando la guía de ondas presenta cristal de cuarzo, se ha revelado que es especialmente conveniente un índice de refracción del recubrimiento de aproximadamente n = 1,45.

Alternativa o adicionalmente, el recubrimiento puede presentar varias capas en una secuencia predeterminada. Por

ejemplo, es posible preparar, alternando capas de PP-OFCB y PP-benceno a través de polimerización secuencial de C_4F_8 y C_6H_6, capas anti-reflexión, capas de filtro y/o capas con coloración especial en virtud de una elevación de reflexión y/o transmisión en determinadas zonas de longitudes de onda.

De acuerdo con la invención, la superficie frontal de la guía de ondas y/o la superficie exterior del recubrimiento están estructurados y/o rugosos. A través de tal estructuración (o rugosidad en la zona de nm) se pueden mejorar adicionalmente las propiedades hidrófobas y/u oleófobas de la superficie en virtud del incremento de la superficie unido con la rugosidad.

Esta mejora de la acción oleófoba e hidrófoba a través de la estructuración es especialmente buena cuando está estructurada la superficie de recubrimiento exterior expuesta regularmente al entorno.

A través de la estructuración de la superficie frontal de la guía de ondas antes del recubrimiento se pueden mejorar, por una parte, las propiedades de adhesión del recubrimiento sobre la superficie frontal. Por otra parte, la estructuración se puede proseguir al menos en el caso de un recubrimiento fino con un espesor en la zona de nanómetros hasta la superficie exterior del recubrimiento, de manera que se puede con seguir, dado el caso, igualmente la acción oleófoba e hidrófoba mejorada descrita.

Se ha revelado como especialmente ventajoso con respecto a un efecto de repulsión de la contaminación que la superficie frontal de la guía de ondas y/o la superficie exterior del recubrimiento sean tratadas con plasma para la formación de una estructuración con una profundidad de la estructuración entre 1 nm y 100 nm, especialmente entre 1 nm y 10 nm, en particular tratadas con plasma de oxígeno.

La etapa de decapado de plasma como por ejemplo un tratamiento con plasma de oxígeno se puede realizar antes y/o después de la etapa de recubrimiento, en donde una etapa de decapado con plasma antes de la etapa de recubrimiento puede mejorar la resistencia a la fricción del recubrimiento frente a la superficie frontal y, por lo tanto, las propiedades mecánicas de la superficie frontal recubierta.

Con preferencia, la superficie frontal es una faceta de una fibra óptica y/o parte de un conector de enchufe-LWL.

Según otro aspecto, la invención se refiere a un procedimiento para fabricar una guía de ondas según la invención como por ejemplo una fibra óptica, en el que la superficie frontal de la guía de ondas se recubre a través de polimerización con plasma utilizando OFCB como precursor con un recubrimiento que presenta un compuesto de flúor orgánico.

Con preferencia, durante la polimerización con plasma se utilizan al mismo tiempo o alternando OFCB y benceno como precursores, de manera que la superficie frontal se recubre al mismo tiempo o alternando con PP-OFCB y PP-benceno.

A través de un recubrimiento alterno utilizando OFCB y benceno como precursores se forma una secuencia alterna de capas sobre la superficie frontal, que puede estar prevista como capa-AR y/o para la preparación de una coloración especial.

A través de la aplicación de una capa mixta con dos tipos de polímeros de plasma (PP-OFCB y PP-benceno) con índices de refracción diferentes se puede adaptar el índice de refracción del recubrimiento a los del material de la guía de ondas.

La superficie frontal de la guía de ondas se vuelve rugosa antes y/o después de la etapa de recubrimiento con preferencia por medio de un tratamiento con plasma y/o tratamiento decapado como por ejemplo un tratamiento con plasma de oxígeno. Se remite a las indicaciones y explicaciones anteriores.

En la descripción siguiente se explica la invención con referencia a los dibujos adjuntos. En este caso:

La figura 1 muestra en representaciones esquemáticas un procedimiento para la fabricación de una guía de ondas según la invención en tres etapas del procedimiento.

La figura 2 muestra en representaciones esquemáticas un procedimiento modificado para la fabricación de una guía de ondas según la invención en tres etapas del procedimiento.

En las figuras 1 y 2 se muestra en la representación izquierda, respectivamente, una guía de ondas 10 en forma de una fibra óptica como por ejemplo una fibra de vidrio antes del recubrimiento de la guía de ondas. La guía de ondas 10 presenta un núcleo de señales 15 y una funda 16 (Cladding) circundante coaxial al núcleo de señales 15. Sobre una superficie frontal 12 de la guía de ondas 10, en el caso de utilización de la guía de ondas, puede entrar luz en el núcleo de señales 15 de la fibra y/o puede salir luz del núcleo de señales 15. Con otras palabras, la superficie frontal

puede presentar en el ejemplo representado una faceta de fibras, que se extiende transversal a la dirección longitudinal de las fibras.

Esta superficie frontal 12 es estructurada o rugosa primero según el procedimiento representado en la figura 1 (ver la representación central). Para esta finalidad, se puede tratar la superficie frontal 12 con plasma de oxígeno, con lo que resulta 12, en función de los parámetros ajustados del procedimiento, una hierba de decapado con una rugosidad en una profundidad en la zona de nm de hasta 100 nm.

La estructuración 14 se recubre a continuación a través de polimerización con plasma utilizando OFCB como precursor con compuestos de flúor orgánico (ver la representación derecha). El espesor del recubrimiento de PP-OFCB 20 se selecciona para que la estructuración 14 aplicada previamente en la superficie frontal de la fibra 12 esté presente todavía también después del recubrimiento en la superficie de recubrimiento exterior (dado el caso, con profundidad de estructuración y contorno estructurado reducidos). A través de la rugosidad presente en la superficie exterior del recubrimiento 20 se pueden mejorar aún más las propiedades oleófobas e hidrófobas de la superficie frontal recubierta.

El recubrimiento 20 puede presentar, además de PP-OFCB, también PP-benceno, pudiendo aplicarse el PP-benceno alternando o simultáneamente con el PP-OFCB a través de polimerización con plasma.

Según el procedimiento de fabricación alternativo representado en la figura 2, se recubre la superficie frontal 12 esencialmente plana de la guía de ondas 10 en primer lugar a través de polimerización con plasma utilizando OFCB como precursor (ver la representación central). El recubrimiento 20 puede presentar, además de PP-OFCB, también PP-benceno, pudiendo aplicarse el benceno alternando o simultáneamente con el OFCB a través de polimerización con plasma.

La superficie exterior plana del recubrimiento 20 se vuelve rugosa a continuación. La rugosidad se puede realizar, como en el procedimiento de fabricación representado en la figura 1, a través de un tratamiento con plasma como por ejemplo un tratamiento con plasma de oxígeno.

En los ejemplos representados, respectivamente, toda la superficie frontal de la guía de ondas está recubierta y rugosa. Es igualmente posible recubrir sólo una zona parcial como por ejemplo una zona central de la superficie frontal y, dado el caso, volverla rugosa. Según el material de la guía de ondas se pueden utilizar benceno y OFCB durante la polimerización en una relación de mezcla correspondiente para conseguir una adaptación del índice de refracción.

REIVINDICACIONES

1. Guía de ondas ópticas (10), especialmente fibra óptica, con una superficie frontal (12) que presenta un recubrimiento (20), en donde el recubrimiento (20) presenta uno o varios compuestos de flúor orgánico, caracterizada por que el recubrimiento está tratado con plasma, con lo que se forma sobre la superficie frontal (12) una hierba de decapado, en función de los parámetros ajustados del procedimiento, en donde el recubrimiento (20) presenta octafluorociclobutano polimerizado con plasma (PP-OFCB).

2. Guía de ondas ópticas (10), especialmente fibra óptica, con una superficie frontal (12) que presenta un recubrimiento (20), en donde el recubrimiento (20) presenta uno o varios compuestos de flúor orgánico, caracterizada por que la superficie frontal (12) está tratada con plasma, con lo que se forma sobre la superficie frontal (12) una hierba de decapado, en función de los parámetros ajustados del procedimiento, en donde el recubrimiento (20) presenta octafluorociclobutano polimerizado con plasma (PP-OFCB), en donde el espesor del recubrimiento de PP-OFCB (20) se selecciona para que la estructuración (14) incorporada previamente en la superficie frontal de la fibra (12) esté presente también todavía después del recubrimiento en la superficie exterior del recubrimiento.

3. Guía de ondas según la reivindicación 1 ó 2, caracterizada por que el recubrimiento presenta, además, benceno y/o productos de polimerización como benceno, especialmente benceno polimerizado con plasma (PP-benceno).

4. Guía de ondas según la reivindicación 3, caracterizada por que el recubrimiento presenta una capa de PP-OFCB y PP-benceno en una relación de mezcla predeterminada.

5. Guía de ondas según la reivindicación 4, caracterizada por que la relación de mezcla se ajusta para que el índice de refracción de la capa esté adaptado al índice de refracción de un material de la guía de ondas, en donde el índice de refracción de la capa es con preferencia aproximadamente n = 1,45.

6. Guía de ondas según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que el recubrimiento presenta alternando capas de PP-OFCB y PP-benceno.

7. Guía de ondas según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por la superficie frontal (12) de la guía de ondas (10) y/o la superficie frontal del recubrimiento (20) están tratados con plasma de oxígeno para la formación de la hierba de decapado.

8. Guía de ondas según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por la superficie frontal (12) es una faceta de fibras.

9. Procedimiento para la fabricación de una guía de ondas (10) según la reivindicación 1 o una de las reivindicaciones 3 a 8 relacionadas con la reivindicación 1, caracterizado por que una superficie frontal (12) de la guía de ondas es recubierta a través de polimerización con plasma utilizando OFCB como precursor con un recubrimiento que presenta compuestos de flúor orgánico, y la superficie frontal (12) es tratada con plasma después del recubrimiento, con lo que resulta sobre la superficie frontal (12) una hierba de decapado en función de los parámetros ajustados del procedimiento.

10. Procedimiento para la fabricación de una guía de ondas (10) según la reivindicación 2 o una de las reivindicaciones 3 a 8 relacionadas con la reivindicación 2, caracterizado por que una superficie frontal (12) de la guía de ondas es recubierta a través de polimerización con plasma utilizando OFCB como precursor con un recubrimiento que presenta compuestos de flúor orgánico, y la superficie frontal (12) es tratada con plasma antes del recubrimiento, con lo que resulta sobre la superficie frontal (12) una hierba de decapado en función de los parámetros ajustados del procedimiento, en donde el espesor del recubrimiento de PP-OFCB (20) se selecciona para que la estructuración (14) incorporada previamente en la superficie frontal de la fibra (12) esté presente también todavía después del recubrimiento en la superficie exterior del recubrimiento.

11. Procedimiento según la reivindicación 89 o 10, caracterizado por que durante la polimerización con plasma se utilizan al mismo tiempo o alternando OFCB y benceno como precursores, de manera que la superficie frontal (12) se recubre al mismo tiempo o alternando con PP-OFCB y PP-benceno.

Fig. 1

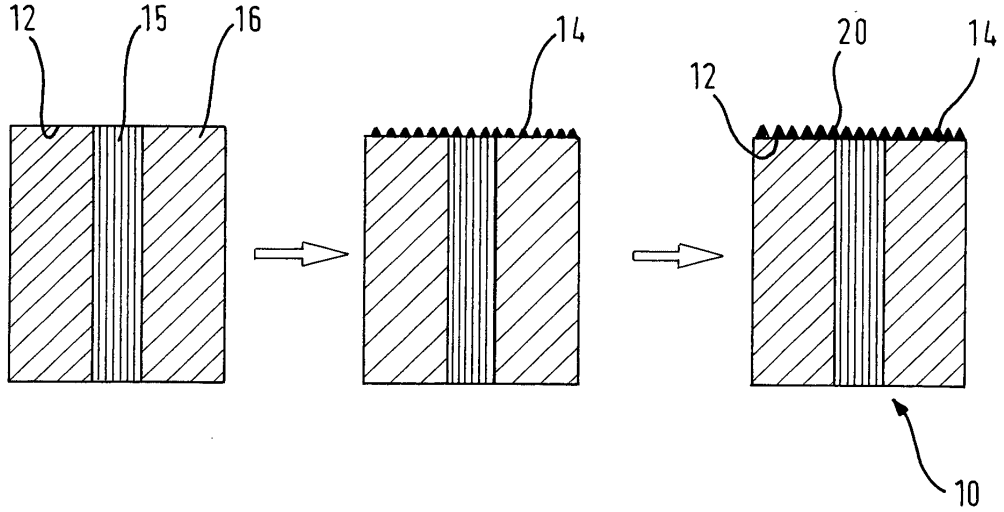
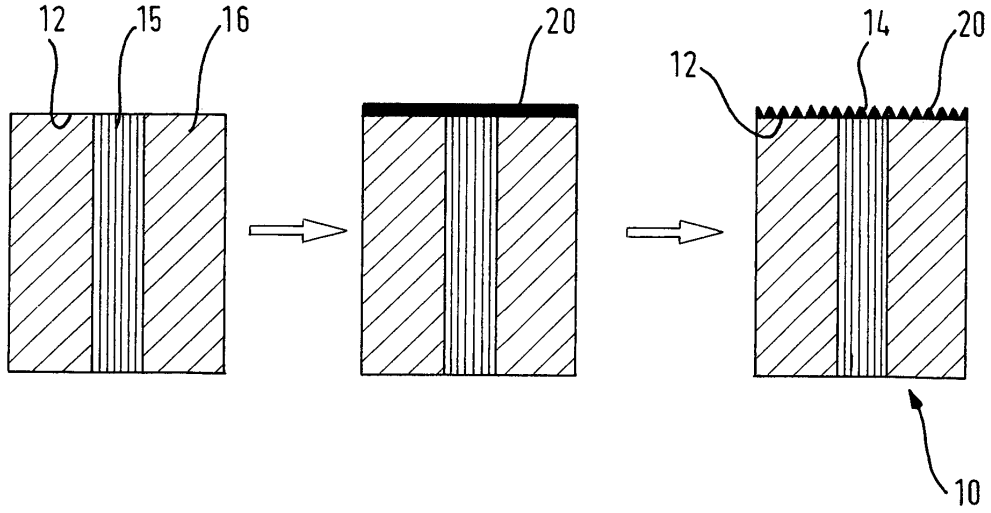
Fig. 2