

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 737 624**

51 Int. Cl.:

G01M 11/08	(2006.01)
G02B 6/36	(2006.01)
B29C 65/48	(2006.01)
B29C 65/82	(2006.01)
B29L 11/00	(2006.01)
B29L 31/08	(2006.01)
B64C 1/00	(2006.01)
B64D 45/00	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.12.2014 PCT/EP2014/077820**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **25.06.2015 WO15091390**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.12.2014 E 14811940 (7)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.06.2019 EP 3084384**

54 Título: **Evaluación de la integridad de acoplamientos unidos**

30 Prioridad:

19.12.2013 GB 201322516
19.12.2013 EP 13275326

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
15.01.2020

73 Titular/es:

BAE SYSTEMS PLC (100.0%)
6 Carlton Gardens
London SW1Y 5AD, GB

72 Inventor/es:

READ, IAN JAMES

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 737 624 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

Evaluación de la integridad de acoplamientos unidos

5 Esta invención se refiere a la evaluación de la integridad de acoplamientos unidos en componentes y, en particular, a la evaluación de la integridad de la unión de estructuras compuestas reforzadas con fibra.

La integridad de las estructuras unidas de alta resistencia es a menudo crítica, por ejemplo, en aviones, y cualquier falla de dicha estructura, como un ala de fibra de carbono, por ejemplo, podría ser crítica para la seguridad del avión.
 10 El problema de evaluar la integridad de la unión puede ser igualmente importante para las estructuras que no son necesariamente críticas para la seguridad, pero que son extremadamente caras, como las grandes turbinas eólicas, o que se espera que funcionen durante largos períodos de forma confiable y que puedan ser difíciles de acceder, como las estructuras de edificios.

15 Tales estructuras unidas pueden ser de material compuesto reforzado con fibra o pueden ser estructuras metálicas, tales como cuerpos de vehículos de aluminio unidos.

Es conocido colocar fibras dentro de componentes compuestos reforzados con fibra cuya falla, debido a daños por impacto, por ejemplo, puede enviar una señal eléctrica a un procesador para alertar a un operador. Hasta la fecha, sin embargo, no se conoce tal solución para evaluar la integridad de las uniones entre las partes de una estructura. Se prevé que una dificultad particular con un sistema de este tipo sería obtener información de daños de la unión, ya que la unión está, por definición, ubicado entre las partes de una estructura unificada. Además, cualquier borde de tal acoplamiento unido será a menudo inaccesible debido a la forma en que se estructura el componente. En conjuntos que contienen acoplamientos unidos, esos acoplamientos pueden chocar unos con otros haciendo que el borde del acoplamiento sea inaccesible. Donde el borde de unión es accesible, una fibra óptica no puede emerger a través de él sin protección, ya que puede romperse. Es probable que los esquemas de protección, como los tubos, afecten adversamente la resistencia de la unión, haciendo que este enfoque sea inapropiado.
 20
 25

Las estructuras unidas que pueden causar dificultades particulares tanto en la inspección como en el acceso, para la detección de daños en la fibra óptica, son estructuras de fuselajes, en particular alas y fuselajes, donde se requiere una superficie aerodinámica limpia en un lado de la estructura y donde no puede haber un borde accesible a la estructura desde donde acceder a los extremos de las fibras ópticas incrustadas en la estructura.
 30

Kang H K et al: " "Development of fibre optic ingress/egress methods for smart composite structures", Smart Materials and Structures, IOP Publishing Ltd., Bristol, GB, US5604836A y WO00/26710A1 revelan el uso de fibras ópticas incrustadas en estructuras compuestas para medir la integridad de las estructuras. Kang H K y otros, así como US5604836A, describen un método para construir un conjunto que tiene un acoplamiento unido que se supervisa para verificar la integridad de la unión, comprendiendo el conjunto primero y segundo componentes, cada uno de los cuales define una superficie de unión sobre el mismo, formándose el acoplamiento entre las superficies de unión, el primer componente que define un conducto a través de la superficie de unión al exterior del componente, el acoplamiento que incluye una fibra óptica que se extiende a lo largo del acoplamiento entre las superficies de unión, a través del conducto y saliendo del conducto al exterior del componente, el método incluye las etapas de pasar la fibra óptica a través del conducto y adherir la fibra óptica a la superficie de unión del primer componente, uniendo las dos superficies de unión y formando la unión.
 35
 40
 45

De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención, se proporciona un conjunto que tiene un acoplamiento unido supervisado para determinar la integridad de la unión como se define en la reivindicación 1.

El conducto puede dirigirse y dimensionarse de manera que permita que la fibra óptica pase a través de él mientras define un radio de curvatura que permite que la luz pase a lo largo de la fibra óptica. Con este fin, el conducto puede estar en ángulo con respecto al acoplamiento.
 50

El conjunto incluye preferiblemente un soporte para la fibra óptica emergente y el soporte puede incluir un conector de extremo para la fibra óptica unida al soporte.
 55

El soporte puede incluir además una carcasa para la fibra óptica emergente, tal como un tubo hueco flexible.

La carcasa puede penetrar en el conducto, de manera que da soporte a la fibra óptica desde dentro del primer componente.
 60

Es probable que la fibra óptica sea vulnerable al daño, ya que cambia de dirección al girar a través del conducto desde el acoplamiento. Por lo tanto, la fibra óptica puede ser encapsulada dentro del conducto, por ejemplo, en una resina epoxi, para dar soporte adicional a la fibra en esta longitud de fibra vulnerable.

65 La fibra óptica puede tener entrada de luz en un extremo de esta y una disposición de detección de luz en o cerca de su otro extremo.

Por razones de integridad estructural del conjunto, varias fibras ópticas pueden pasar a través de un solo conducto en lugar de varios conductos.

5 El conjunto de la invención puede ser particularmente beneficioso en estructuras compuestas reforzadas con fibra de alta resistencia, en las que la integridad de las uniones entre componentes compuestos o partes de una estructura compuesta es crítica. Ejemplos de tales estructuras son estructuras de edificios o vehículos, en particular componentes de aeronaves tales como perfiles aerodinámicos, fuselajes y componentes de estos. Por lo tanto, al menos uno de los componentes primero y segundo puede comprender una estructura compuesta reforzada con fibra y puede comprender un componente estructural de la estructura de la aeronave.

Según un segundo aspecto de la presente invención, se proporciona un método para construir un conjunto que tiene un acoplamiento unido supervisado para determinar la integridad de la unión como se define en la reivindicación 9.

15 La etapa de adherir la fibra óptica a la superficie de unión del primer componente puede comprender aplicar adhesivo para adherir la fibra óptica a la superficie de unión en ubicaciones seleccionadas en la superficie de unión y asegurar la fibra óptica en posición mientras el adhesivo se fija.

20 La etapa de asegurar la fibra óptica en posición puede comprender aplicar cinta adhesiva a la superficie de unión del primer componente, de manera que asegure la fibra óptica en posición mientras el adhesivo se fija. La cinta adhesiva se puede aplicar a la superficie de unión del primer componente sobre el adhesivo.

25 Con el fin de proteger la fibra óptica vulnerable que pasa a través del conducto en el primer componente, mientras se asegura la fibra óptica en posición, se puede aplicar cinta adhesiva a la superficie de unión sobre una entrada al conducto.

La invención se describirá ahora adicionalmente a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

30 La figura 1 es una sección vertical esquemática a través de un conjunto de acuerdo con la invención;

La figura 2 es una vista en perspectiva de parte del conjunto de la figura 1 que tiene adhesivo inyectado en un conducto;

35 La figura 3 es una vista en perspectiva del conjunto de piezas de la figura 2, invertida;

Las figuras 4a y 4b son vistas en perspectiva de la cara de unión de una parte del conjunto, similar a la que se muestra en la figura 2, cubierta por una guía de enmascarado;

40 La figura 5 es una vista en perspectiva desde un extremo del conjunto de la figura 2, conectado a una fuente de luz;

La figura 6 es un diagrama de un conjunto de acuerdo con la invención, que muestra diversos ángulos y dimensiones;

45 Las figuras 7a y 7b muestran el ajuste de una guía de enmascarado a una cara de unión del conjunto de piezas de las figuras 4a y 4b;

Las figuras 8a y 8b muestran el efecto de suavizar una parte de la superficie de unión de las figuras 7a y 7b;

50 La figura 9 es una vista en perspectiva del conjunto de piezas de las figuras 4a y 4b, con adhesivo de resina aplicado al mismo, y

Las figuras 10a y 10b muestran una viga I durante y después de la eliminación de la guía de enmascarado de las figuras 7a y 7b.

55 En la figura 1, un conjunto de acuerdo con la invención comprende primero y segundo componentes 1, 2 compuestos reforzados con fibra, cada uno de los cuales tiene una superficie 3, 4 de unión enfrentada a la otra. Un acoplamiento 5 unido, se forma entre las superficies 3, 4 de unión. La unión de las superficies de unión del primer y segundo componente 1, 2 es una capa 6 de adhesivo de resina epoxi.

60 Unido a una superficie 7 exterior del primer componente 1 por medio de un adhesivo hay un soporte 8 metálico. El soporte 8 admite un par de conectores 9, 10 de extremo de fibra (solo uno de los cuales aparece en la figura 1), cada uno de los cuales está conectado a un extremo de una fibra 11 óptica. La fibra 11 óptica se extiende en un bucle 12 (ver también las figuras 3 y 4) dentro del acoplamiento 5 y tiene porciones 13, 14 terminales radiadas que se extienden desde el acoplamiento 5 hasta los conectores 9, 10 extremos.

ES 2 737 624 T3

Cada porción 13, 14 terminal radiada pasa a través de un conducto 15 circular perforado. El conducto 15 tiene una porción 16 de componente, perforada a través del primer componente 1, y una porción 17 de soporte perforada a través del soporte 8. Ambas porciones 16 y 17 están perforadas a un ángulo de 45 grados con respecto a la superficie 3 de unión. Como es importante que las dos partes 16, 17 del conducto estén perfectamente alineadas, se puede insertar un mandril (no se muestra) a través de ambas porciones 16 y 17 cuando el soporte se une al primer componente 1.

Se observará que el conducto es de un diámetro considerablemente mayor que el de la fibra 11 óptica, lo que permite que la fibra se curve dentro del conducto. Claramente, sería posible formar el conducto 15 con curvatura para que coincida con el diámetro y la curvatura deseada de la fibra 11 óptica. Esto podría lograrse mediante perforación con láser, por ejemplo, o un proceso de formación alternativo. Sin embargo, para simplificar y ahorrar costes, es más sencillo simplemente perforar convencionalmente un agujero para el conducto que es de mayor diámetro.

El punto de entrada 24 de la fibra 11 óptica en el acoplamiento 5 es vulnerable, debido a que la transición es relativamente recta dentro del acoplamiento 5 a la curvatura mucho más estrecha de las porciones 13, 14 terminales. Por lo tanto, se requiere mucho cuidado al alimentar la fibra 11 a través del conducto 15. Las porciones 13, 14 terminales que emergen del conducto 15 también son vulnerables y es probable que se requiera algún tipo de protección. La funcionalidad a largo plazo de la fibra óptica puede verse comprometida si se la somete a curvas excesivamente cerradas. Por lo tanto, debe calcularse un radio de curvatura adecuado.

En este ejemplo, se perfora un conducto 15 de 4.5 mm en el primer componente 1 a aproximadamente 45° y se eliminan las rebabas de los bordes del conducto. Una longitud de fibra 11 monomodo se alimenta luego a través del conducto y se mantiene en su lugar utilizando la cinta 18 adhesiva. La cinta 18 es para asegurar que la fibra 11 emerja del conducto en un ángulo poco profundo, lo que minimizará las tensiones locales en la fibra y reducirá el riesgo de que se rompa.

Las longitudes 19, 20 cortas de los tubos de PTFE se colocan luego sobre la fibra 11 en el otro lado del primer componente 1 con sus extremos colocados en el conducto 15. Este tubo no debe entrar en el acoplamiento 5.

Una guía de enmascarado 25 es una longitud de cinta de enmascarar precortada con una guía 26 que la fibra 11 tomará cuando se une a la superficie 3 de unión. Las figuras 7(a) y 7(b) muestran cómo la guía de enmascarado 25 se puede despegar de su papel 27 de respaldo y se puede aplicar a la superficie 3 de unión.

Si está diseñada para un componente específico, la guía de enmascarado 25 también puede contener marcas de alineación (no mostradas) que se pueden usar durante uno o más conductos en el procedimiento de ensamblaje. Una vez que la guía de enmascarado 25 se ajusta a la superficie 3 de unión, se puede usar como guía para suavizar el material, aquí la fibra de carbono, de la guía 26 expuesta. El papel 28 de lija fino se puede usar para alisar; un palo de piruleta (no mostrado) hace un bloque de lijado ideal para las guías 26 estrechas. El objetivo es eliminar la rugosidad a pequeña escala de la superficie 3 de unión, pero no desgastar las fibras de carbono; por lo tanto, la guía 26 solo debe estar ligeramente desgastada hasta que se logre un acabado suave. Una vez que se ha alisado, la guía 26 se debe limpiar de polvo con un pañuelo. Las figuras 8a y 8b muestran el efecto de suavizar el primer plano de la guía 26 de fibra: la figura 8(a) muestra el compuesto prístino y la figura 8(b) muestra una línea 29 donde la superficie de la guía 26 se ha alisado.

Con referencia a la figura 2, la fibra 11 óptica será vulnerable donde abandone el conducto 15. Por lo tanto, el conducto 15 se llena con el adhesivo 21 epoxi, para fijar la fibra 11 y los manguitos 19, 20 en su lugar. Las tiras 22 de cinta se utilizan para mantener la fibra 11 en su lugar a medida que emerge del conducto 15. La fibra 11 debe formar un arco natural del conducto y debe quedar plana contra la superficie 3 de unión. La fibra 11 no debe apretarse contra el borde del conducto 15. Con la fibra 11 en posición, el adhesivo 21 se puede inyectar o empujar suavemente en el conducto 15. El objetivo es dejar la superficie del adhesivo al ras con la superficie 3 de unión. La cinta 18 se aplica sobre el conducto 15 para garantizar que el adhesivo 21 no sobresalga. Una vez que el adhesivo 21 se ha secado, la cinta 18 se retira (debe ser desprendida en la dirección en la que fibra 11 emerge del conducto 15). Esto asegura que la fibra no se someta a una flexión brusca en el punto en que emerge del conducto. Se eligió el adhesivo Araldite 2014 para encapsular la fibra 11 debido a su bajo encogimiento.

La fibra óptica es elástica y es poco probable que permanezca en su lugar sin ser sujeta. Esto es especialmente importante ya que la fibra 11 emerge del conducto 15.

Como se muestra en las figuras 4a y 4b, la fibra 11 se mantiene primero en posición sobre la superficie 3 de unión utilizando tiras de cinta 22. Luego, para pegar la fibra 11 hacia abajo, se aplican pequeñas perlas 23 (1 mm) de adhesivo epóxico de fraguado rápido. Estas perlas 23 se colocan donde se requiere a lo largo de la fibra 11, como se muestra en la figura 4. El exceso de adhesivo se puede eliminar con un paño suave de un pañuelo. Es importante asegurarse de que la parte superior del adhesivo 23 no sobresalga por encima de la fibra 11. Una vez que el adhesivo se haya endurecido, las tiras de la cinta 22 pueden retirarse, teniendo cuidado de no doblar ni cargar la fibra óptica 11 en exceso.

5 Como se muestra en la figura 9, con la fibra 11 óptica en posición, la guía 26 de fibra puede recubrirse con el adhesivo estructural seleccionado para el acoplamiento 5 unido. El recubrimiento de la guía 26 de fibra proporciona una ubicación precisa y protección para la fibra 11 óptica durante el resto del proceso de fabricación. Como se muestra en la figura 9, una bola 30 de adhesivo mixto se aplica a la guía 26 de fibra y se trabaja con una tarjeta 31 de modo que una capa delgada de adhesivo estructural 6 cubra toda la fibra 11 en la guía 26.

10 Es importante quitar la guía de enmascarado 25 antes de que el adhesivo 6 estructural comience a fraguarse. Para un adhesivo que requiere veinticuatro horas para ajustarse completamente, por ejemplo, la guía de enmascarado 25 se debe quitar dentro de una hora de la aplicación del adhesivo.

15 La figura 10a muestra cómo se hace esto. Trabajando desde un extremo 31 del conector de la estructura 1, la guía de enmascarado 25 se despega suavemente de la superficie 3 de unión. El adhesivo 6 se deja secar completamente antes de que se retire una abrazadera 35 que sujeta el conjunto del conector.

20 La figura 10b muestra el primer componente 1, en forma de una viga I, que tiene la fibra 11 óptica mantenida en posición sobre la superficie 3 de unión de esta. Se puede ver que la trayectoria de la fibra 11 óptica es una forma de U alargada, con la fibra pasando sustancialmente a lo largo de toda la longitud de las dos bridas 32, 33 del componente 1 de la viga I. De esta manera, cualquier defecto en la estructura del conjunto causado por la ruptura local del adhesivo 6 o por otra falla estructural de las bridas 32, 33 de la viga o por una falla en el segundo componente 2 afectará a la fibra 11 óptica y será detectable como una falla en la estructura. La integridad de un acoplamiento entre un larguero o una nervadura de ala, como se ejemplifica aquí por el área cubierta por las bridas 32, 33 de la viga I, y un revestimiento de ala puede considerarse crítica para la estructura. Por lo tanto, el hecho de que la fibra 11 óptica atraviesa toda esta región permitirá que, mediante el ensamblaje de la invención, se brinde un aviso al operador de una aeronave que incluye dicho acoplamiento, por ejemplo.

30 Si la viga I de las figuras 10a y 10b se va a utilizar para formar la caja de ala de un avión, por ejemplo, puede ser importante enrutar los cables de fibra óptica que se pueden conectar a la fibra 11 óptica antes de que se cierre la caja. En tal caso, la viga I puede formar el primer componente 1 y un revestimiento de ala (no mostrado) puede formar el segundo componente del conjunto. La figura 10a muestra un cable 34 de fibra óptica conectado a un conector 9 de extremo de fibra.

35 Finalmente, los dos componentes 1, 2 se unen entre sí utilizando el adhesivo 6 epoxi. Durante la etapa de unión, se pueden aplicar pesos o vacío para comprimir el acoplamiento.

40 Con referencia a las figuras 1 y 5, el punto en el que la fibra 11 entra en el acoplamiento 5 puede someterse a una flexión fuerte y a las fuerzas laterales durante el proceso de unión. La integridad de la fibra 11 óptica se puede determinar mediante una prueba de continuidad. La luz pasa a través de la fibra 11 desde un cable 24 unido a uno de los conectores extremos 9 y, si aparece luz en el conector 10 final en el otro extremo de la fibra 11, como se muestra en la figura 5, se confirma la integridad del acoplamiento 5 y de la fibra 11 óptica. El exceso de pérdida asociado con la incorporación de la fibra en la línea de enlace probablemente sea del orden de 1.5 dB para el bucle de fibra.

45 La fibra óptica no puede someterse a curvas cerradas por dos razones. En primer lugar, con el tiempo, es probable que la fibra óptica se rompa en cualquier curva pronunciada y, en segundo lugar, una curva pronunciada causará una pérdida óptica significativa. Por lo tanto, para un mejor funcionamiento de la fibra óptica, es mejor limitar la agudeza de las curvas. Esta sección cuantifica cómo las características del conducto 15 determinan el radio de curvatura de la fibra 11 óptica.

50 Usando la ecuación:

$$l = \frac{d}{\text{sen}(\theta)} \quad (1)$$

55 Donde d es el diámetro del conducto/agujero,

θ es el ángulo del agujero desde horizontal

y l es el eje más largo del agujero en su extremo.

60 De la geometría encontramos:

$$\tan\left(\frac{\theta}{2}\right) = \frac{l}{r} \quad (2)$$

Así,

$$r = \frac{d}{1 - \cos(\theta)} \quad (3)$$

5

Por lo tanto, para un radio de curvatura mínimo de 15 mm y un ángulo de 45°, se requiere un radio de agujero de 4.4 mm.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un conjunto que tiene un acoplamiento (5) unido supervisado para determinar la integridad de la unión, comprendiendo el conjunto primero y segundo componentes (1, 2) cada uno definiendo una superficie (3, 4) de unión en el mismo, estando formado el acoplamiento entre las superficies de unión, definiendo el primer componente un conducto (15) a través de la superficie de unión a un exterior del componente, el acoplamiento que incluye una fibra (11) óptica que se extiende a lo largo del acoplamiento entre las superficies de unión, a través del conducto y que sale del conducto hacia el exterior del componente, caracterizado porque la fibra óptica forma un bucle (12) dentro del acoplamiento y porque la fibra óptica comprende dos porciones (13, 14) extremas terminales que se extienden desde el acoplamiento y pasan a través del conducto.
- 10 2. Un conjunto de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual el conducto está dirigido y dimensionado para permitir que la fibra óptica pase a su través mientras define un radio de curva que permite que la luz pase a lo largo de la fibra óptica.
- 15 3. Un conjunto de acuerdo con la reivindicación 2, en el cual el conducto está en ángulo con respecto al acoplamiento.
- 20 4. Un conjunto según la reivindicación 1, 2 o 3, que incluye un soporte (8) para la fibra óptica emergente.
5. Un conjunto según la reivindicación 4, que incluye una carcasa (19, 20) para la fibra óptica emergente.
- 25 6. Un conjunto de acuerdo con la reivindicación 4 o 5, en el cual la fibra óptica está encapsulada dentro del conducto.
7. Un conjunto de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en el cual al menos uno de los componentes primero y segundo comprende una estructura compuesta reforzada con fibra.
- 30 8. Un conjunto de acuerdo con la reivindicación 7, que comprende un componente estructural de la estructura de la aeronave.
- 35 9. Un método para construir un conjunto que tiene un acoplamiento (5) unido supervisado para determinar la integridad de la unión, el conjunto comprende los componentes (1, 2) primero y segundo, cada uno de los cuales define una superficie (3, 4) de unión en el mismo, formándose la unión entre las superficies de unión, el primer componente que define un conducto (15) a través de la superficie de unión a un exterior del componente, el acoplamiento que incluye una fibra (11) óptica que se extiende en un bucle (12) a lo largo del acoplamiento entre las superficies de unión, a través del conducto y saliendo del conducto hacia el exterior del componente, en donde la fibra óptica comprende dos porciones (13, 14) terminales que se extienden desde el acoplamiento y pasan a través del conducto, el método incluye las etapas de pasar la fibra óptica a través del conducto y adherir la fibra óptica a la superficie de unión del primer componente, uniendo las dos superficies de unión y formando la unión.
- 40 10. Un método según la reivindicación 9, en el que la etapa de adherir la fibra óptica a la superficie de unión del primer componente comprende aplicar el adhesivo (21) para adherir la fibra óptica a la superficie de unión en ubicaciones seleccionadas en la superficie de unión y asegurar la fibra óptica en posición mientras el adhesivo se fija.
- 45 11. Un método de acuerdo con la reivindicación 10, en el que la etapa de asegurar la fibra óptica en posición comprende aplicar una cinta (22) adhesiva a la superficie de unión del primer componente, de manera que asegure la fibra óptica en posición mientras el adhesivo se fija.
- 50 12. Un método de acuerdo con la reivindicación 9, 10 u 11, en el que adherir la fibra óptica a la superficie de unión incluye la etapa de aplicar una guía de enmascarado (25) a la superficie de unión para delinear una guía en la superficie de unión para la aplicación de la fibra óptica a la misma.
- 55 13. Un método de acuerdo con la reivindicación 12, en el que la guía delineada está posicionada para atravesar una región de integridad crítica del acoplamiento.
- 60 14. Un método de acuerdo con la reivindicación 12 o 13, en el que la fibra óptica está recubierta a lo largo de su longitud con adhesivo (6) estructural con la guía de enmascarado en su lugar.

Fig. 1

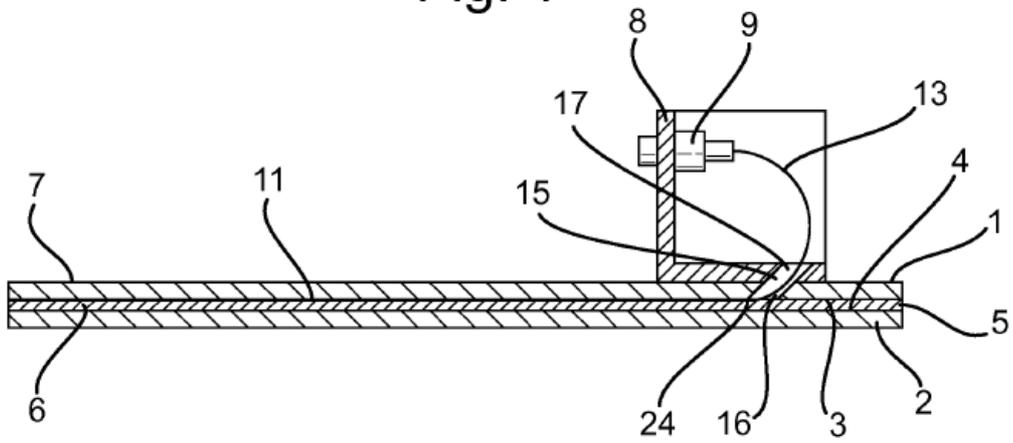


Fig. 2

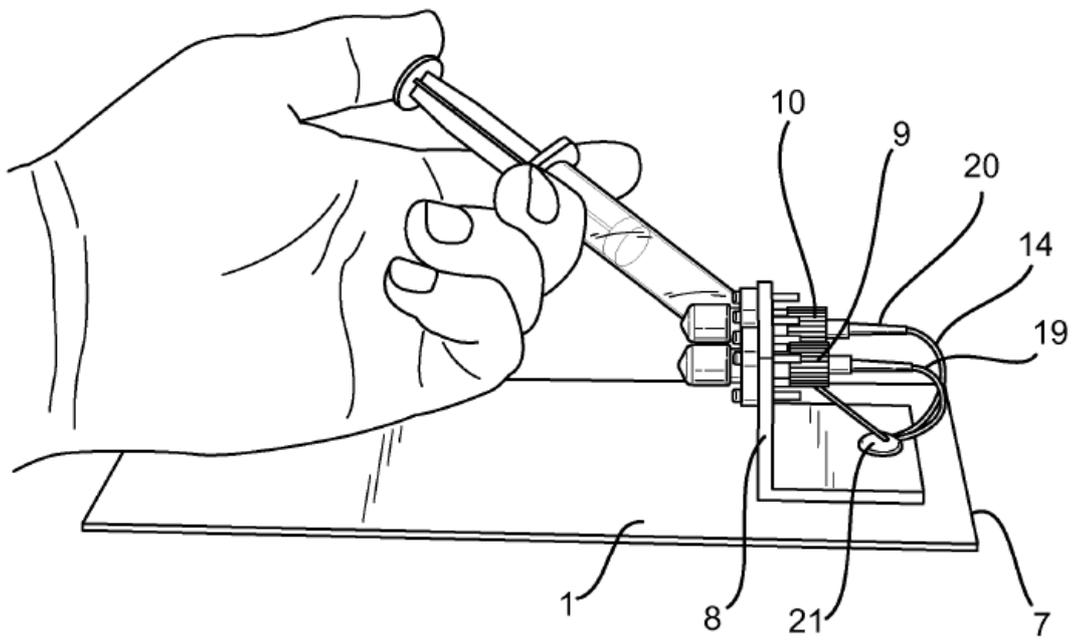


Fig. 3

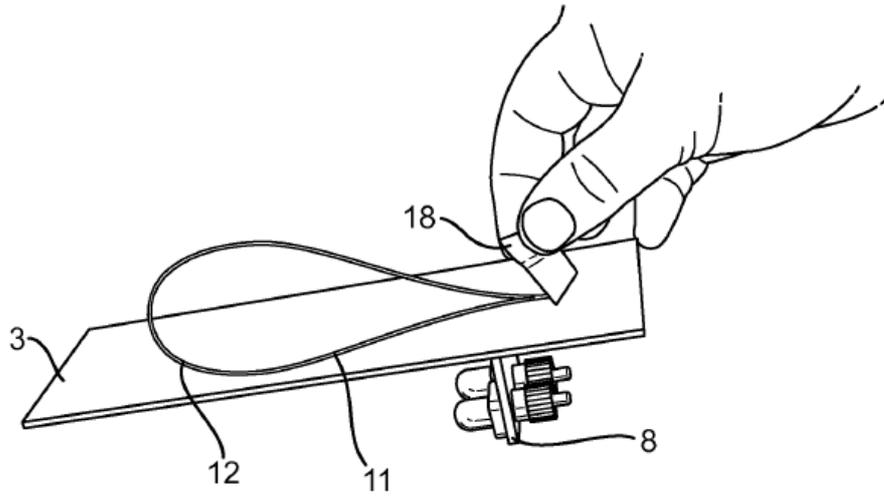


Fig. 4(a)

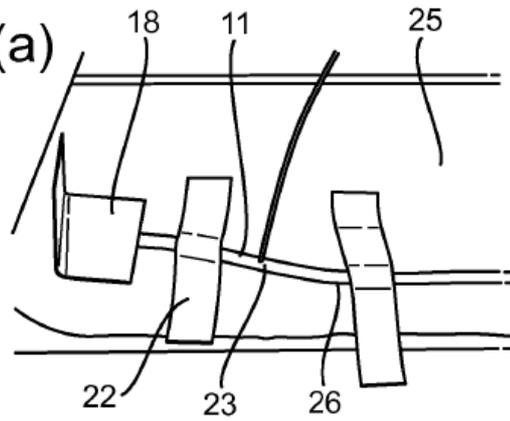


Fig. 4(b)

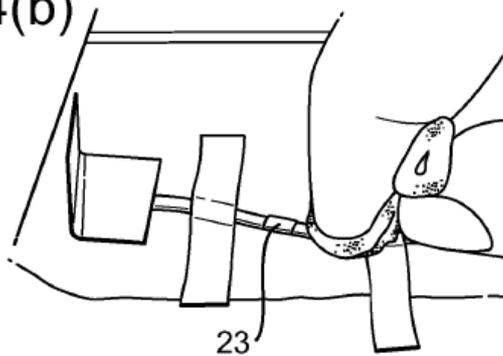


Fig. 5

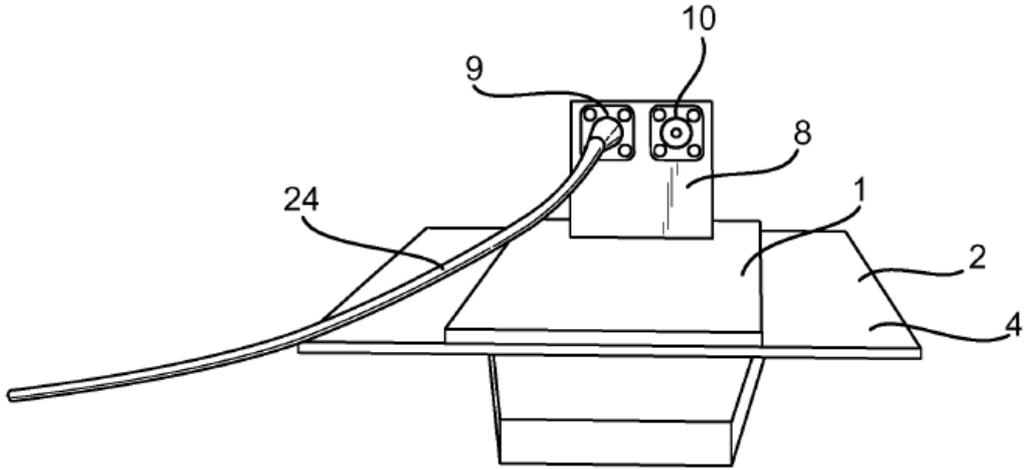


Fig. 6

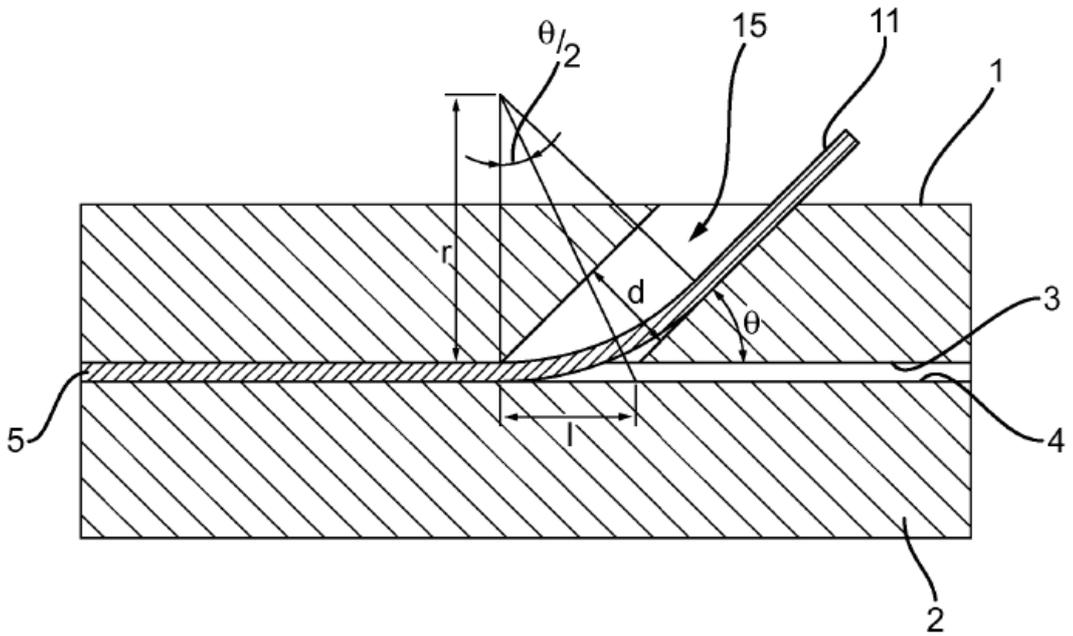


Fig. 7(a)

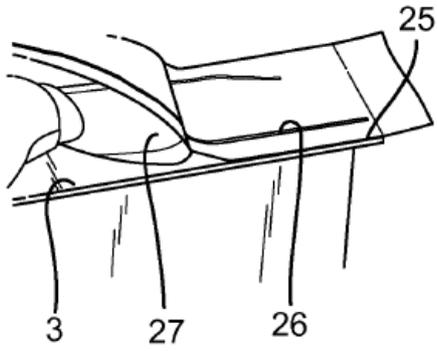


Fig. 7(b)

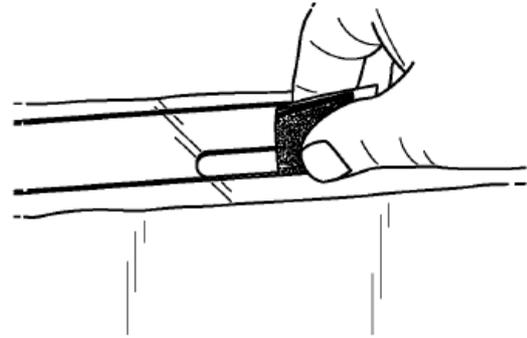


Fig. 8

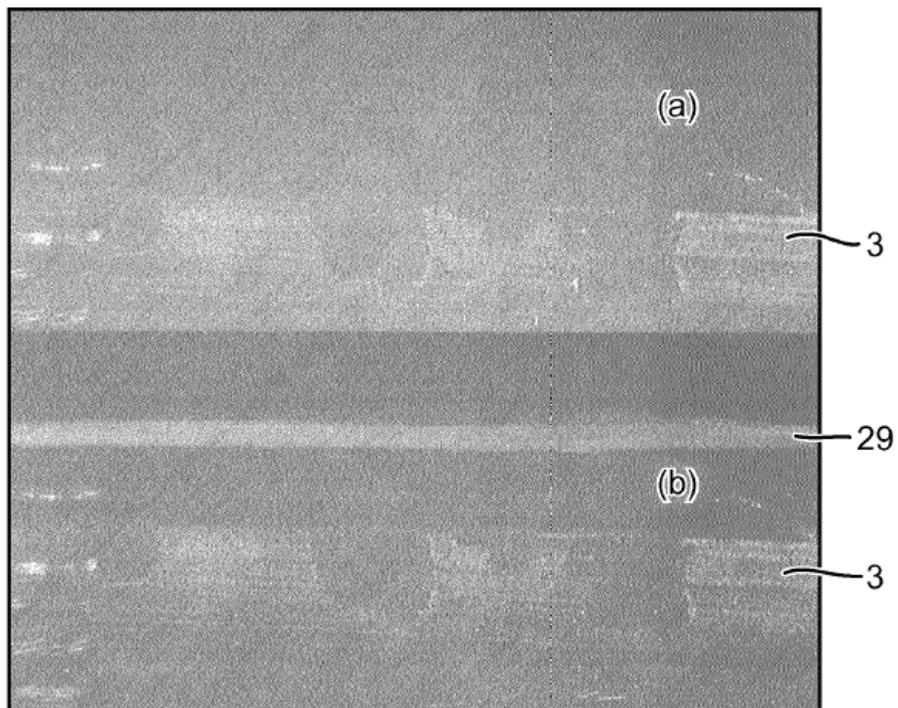


Fig. 9

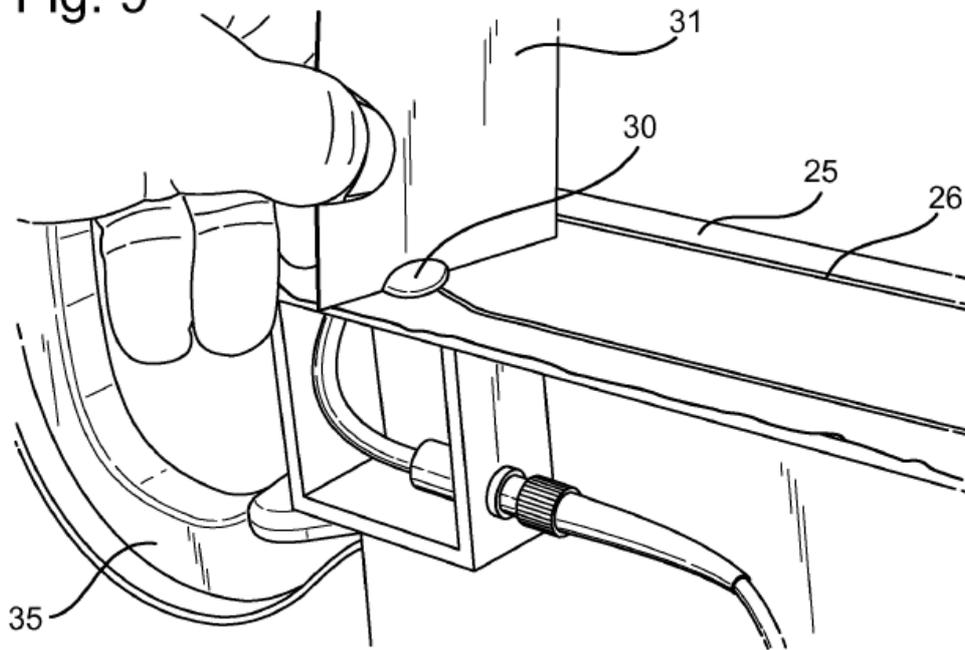


Fig. 10(a)

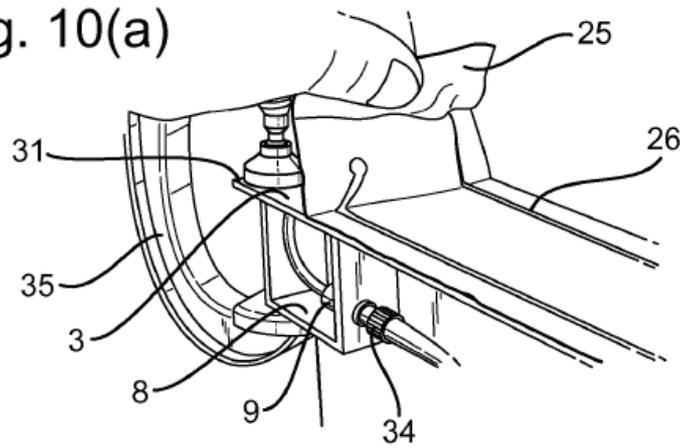


Fig. 10(b)

