

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 738 350**

51 Int. Cl.:

B23K 11/00	(2006.01) B23K 103/18	(2006.01)
B23K 11/11	(2006.01) B23K 35/30	(2006.01)
B23K 11/20	(2006.01) B23K 1/00	(2006.01)
B32B 15/01	(2006.01) B23K 35/02	(2006.01)
C22C 14/00	(2006.01) C22C 19/05	(2006.01)
C22C 21/00	(2006.01) C22C 19/07	(2006.01)
B23K 101/18	(2006.01) F01D 5/22	(2006.01)
B23K 103/08	(2006.01)	
B23K 103/10	(2006.01)	
B23K 103/14	(2006.01)	

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.10.2015** **E 15192236 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.06.2019** **EP 3025821**

54 Título: **Procedimiento de soldadura para el blindaje de la muesca en Z de álabes de TiAl**

30 Prioridad:

26.11.2014 DE 102014224156

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
22.01.2020

73 Titular/es:

**MTU AERO ENGINES AG (100.0%)
Dachauer Strasse 665
80995 München, DE**

72 Inventor/es:

**RICHTER, KARL-HERMANN y
HANRIEDER, HERBERT**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 738 350 T3

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

DESCRIPCIÓN

Procedimiento de soldadura para el blindaje de la muesca en Z de álabes de TiAl

Los trabajos que condujeron a esta invención fueron patrocinados según el acuerdo de subvención n.º CSJU-GAM-SAGE-2008-001 dentro del séptimo programa marco de la Unión Europea (FP7/2007-2013) para la iniciativa tecnológica conjunta "Clean Sky".

Antecedentes de la invención

Campo de la invención

La presente invención se refiere a un procedimiento para la disposición de un blindaje sobre un componente de TiAl de una turbomáquina, en particular una pieza del motor de TiAl, así como un componente correspondiente provisto del blindaje, por ejemplo un componente de motor, en particular un álabe de rotor de una turbina de baja presión.

Estado de la técnica

Los álabes de turbinas para turbinas de baja presión de motores de aviones pueden presentar bandas de cubierta que adyacentes entre sí se ajustan una contra otra. Las superficies laterales adyacentes están realizadas habitualmente en forma de Z y presentan zonas de contacto en las que las bandas de cubierta chocan directamente una contra otra para contribuir a la amortiguación de vibraciones. Estas superficies de contacto de las bandas de cubierta suelen estar provistas de un blindaje para mantener bajo el desgaste mecánico.

De acuerdo con el estado de técnica para este propósito son utilizadas aleaciones de Co-Cr, en particular el llamado Stellite (marca registrada de la empresa Deloro Stellite), que son aplicadas por ejemplo por soldadura TIG, de microplasma o láser o por otros procesos de soldadura por deposición. Si bien este tipo de blindaje es muy adecuado para aleaciones a base de níquel o superaleaciones, es problemático en el caso de álabes de turbina de aluminio de titanio (aleaciones de TiAl), ya que por la mezcla de TiAl con Stellite se producen fases quebradizas que pueden conducir a la formación de grietas.

Por esta razón, en los álabes de TiAl para turbinas de baja presión se utilizaron capas rociadas por plasma con aleación Co-Cr T-800 (marca registrada de la empresa Deloro Stellite). Sin embargo, estos recubrimientos o blindajes bajo ciertas circunstancias no cumplen los requisitos en las propiedades de adhesión.

Correspondientemente también fue propuesto (documento WO 2011/009430) para el blindaje de las superficies de contacto de bandas de cubierta de álabes de turbinas de baja presión de TiAl (las llamadas muescas en Z) aplicar piezas moldeadas de Stellite mediante soldadura. Aunque con ello ya se pueden lograr buenos resultados, todavía existe la necesidad de mejorar la unión del blindaje al componente de TiAl y proporcionar un procedimiento de fabricación del blindaje optimizado. Para completar hay que hacer referencia también al documento DE 10 2011 087158 A1.

Divulgación de la invención

Objeto de la invención

Por tanto, el objeto de la invención es evitar los inconvenientes del estado de la técnica y proporcionar un blindaje sobre un componente de TiAl, en particular un álabe de turbina de baja presión de TiAl, en el que el recubrimiento sea fácil de realizar y proporcione resultados fiables en cuanto a un blindaje de buena adhesión.

Solución técnica

Este objeto se logra mediante un procedimiento con las características de la reivindicación 1 y un componente con las características de la reivindicación 12. Realizaciones ventajosas son el contenido de las reivindicaciones dependientes.

Para llevar a cabo el objeto mencionado anteriormente se propone realizar el blindaje en un componente de TiAl con una pieza moldeada de blindaje que es aplicada sobre el componente de TiAl mediante soldadura, siendo utilizada como soldadura una aleación a base de níquel con la composición química consistente en 7,5 a 22,5 % en peso de Cr, 0,5 % a 7 % en peso de B y el resto níquel, así como impurezas inevitables. Se ha encontrado que una composición de soldadura de este tipo es ventajosa para una unión de soldadura estable y fiable.

En particular, la aleación a base de níquel que es utilizada como soldadura puede presentar una composición química con 10 a 20 % en peso, preferiblemente 12,5 a 17,5 % en peso, y lo más preferiblemente 15 % en peso, de Cr, así como 2 a 5 % en peso, en particular 3 a 4 % en peso, y lo más preferiblemente 3,5 % en peso, de B, y el resto de Ni e impurezas inevitables.

La pieza moldeada de blindaje puede estar formada por un material metálico, en particular se pueden usar aleaciones de materiales duros. Como material para el blindaje pueden considerarse aleaciones de Co-Cr, en particular

aleaciones a base de Co con una proporción de cromo de más del 25 % en peso y proporciones de W de 4 a 20 % en peso. Ejemplos de ello son en particular las aleaciones de Stellite de la empresa Deloro Stellite.

5 La soldadura puede disponerse como lámina de soldadura, de modo que en particular puede realizarse una adherencia de la lámina de soldadura sobre la pieza moldeada de blindaje antes de la colocación de la pieza moldeada de blindaje sobre el componente de TiAl. La adhesión de la lámina de soldadura a la pieza moldeada de blindaje se puede realizar mediante soldadura por puntos, soldadura por resistencia y/o pegado.

10 La pieza moldeada de blindaje puede tener una forma especial, lo que permite la soldadura segura y por toda la superficie de la pieza moldeada de blindaje al componente de TiAl. En particular, la pieza moldeada de blindaje puede tener una zona de superficie curvada convexa, de modo que la zona de superficie curvada convexa puede ser insertada en una zona de superficie curvada cóncava de una cavidad del componente de TiAl para por la realización complementaria de la pieza de superficie convexa de la pieza moldeada de blindaje y la superficie cóncava de la cavidad receptora del componente de TiAl poder realizar una conexión particularmente estable y segura de la pieza moldeada al componente de TiAl a través de una capa de soldadura.

15 Antes de la soldadura o colocación de la pieza moldeada de blindaje en el componente de TiAl, tanto el componente de TiAl en la zona del lugar de aplicación, como la pieza moldeada de blindaje, pueden ser tratadas superficialmente, en particular mediante chorro de partículas, preferiblemente partículas de SiC, de modo que se consiga una limpieza y compactación de las superficies. En lugar de tratar correspondientemente ambas superficies a unir, esto es, la superficie de la pieza moldeada de blindaje y la superficie del componente de TiAl, también se puede llevar a cabo un tratamiento superficial de una sola de las superficies.

20 Para garantizar una buena unión de soldadura, la pieza moldeada de blindaje puede ser fijada durante la soldadura, en particular con una varilla que retenga fijamente la pieza moldeada de blindaje en el componente de TiAl. En cuanto a la varilla puede tratarse de una varilla de cerámica, una varilla de vidrio o una varilla de grafito, siendo en particular ventajosa una varilla de grafito, porque debido a la buena conductividad térmica del grafito es posible un ajuste de temperatura uniforme sobre la pieza moldeada de blindaje durante la soldadura.

25 El proceso de soldadura en sí puede ser monitorizado por medio de un pirómetro y una cámara de imagen térmica, de modo que con el resultado de la monitorización es posible un control específico y/o regulación del proceso de soldadura. Cuando se usa un caldeo inductivo para la soldadura, con ayuda de los resultados de la monitorización del pirómetro y/o la cámara de imagen térmica puede ser realizado un control y/o regulación de la temperatura adecuados.

30 La soldadura se puede llevar a cabo a una temperatura de soldadura de 1050° C a 1130° C, preferiblemente a 1090° C, pudiendo situarse el tiempo de mantenimiento a la temperatura de soldadura en el intervalo de 10 s a 300 s.

Por un componente de TiAl se entiende en la presente invención un componente que se forma a partir de un material de TiAl, es decir, un material en el que como componente principal se incluye una composición de aleación de Ti y Al. En particular, se trata de aleaciones de TiAl que desarrollan fases intermetálicas en forma de aluminuros de titanio, tales como gamma-TiAl o α_2 Ti₃Al.

35 Breve descripción de las figuras.

Las figuras adjuntas muestran en una representación puramente esquemática en

Fig. 1: una vista en planta desde arriba de una banda de cubierta de un álabe de rotor de un motor de avión,

Fig. 2: una representación en perspectiva de una pieza moldeada de blindaje con lámina de soldadura adherida,

40 Fig. 3: en las imágenes parciales a) y b), un corte longitudinal (a) y una vista en planta desde arriba (b) sobre la pieza moldeada de blindaje de la Fig. 2 y en

Fig. 4: una vista lateral de una disposición durante la soldadura de la pieza moldeada de blindaje al componente de TiAl.

Ejemplo de realización

45 Otras ventajas, características y propiedades de la presente invención se harán evidentes en la siguiente descripción detallada de un ejemplo de realización. Sin embargo, la invención no se limita a este ejemplo de realización.

50 La Fig. 1 muestra una vista en planta desde arriba de una banda de cubierta 1 de un álabe de rotor, como puede ser empleada por ejemplo en una turbina de baja presión de un motor de avión. El álabe de rotor y la banda de cubierta 1 están hechos de una aleación de aluminuro de titanio de alta resistencia y que soporta alta temperatura, es decir, una aleación que está formada esencialmente por fases intermetálicas, tales como α_2 -Ti₃Al o γ -TiAl, y que aquí se designa en general como aleación de TiAl. La banda de cubierta 1 tiene una forma sustancialmente similar a una placa con dos labios de obturación o nervios de obturación 4, 5 exteriores distanciados entre sí, que se extienden en la dirección de rotación y dos superficies laterales 2 y 3 en forma de Z, que se ajustan contra los álabes de rotor o bandas de cubierta adyacentes. Las superficies laterales 2, 3 en forma de Z presentan, respectivamente, una superficie de

contacto 6, 7 para apoyarse contra álabes de rotor o bandas de cubierta adyacentes para la amortiguación de vibraciones. Para reducir el desgaste en las superficies de contacto 6, 7 estas están provistas, respectivamente, de un blindaje 8, 9.

5 Los blindajes 8, 9, que están previstos en las superficies de contacto 6, 7 de la banda de cubierta 1, están formados por piezas moldeadas de blindaje 10 (véanse las Fig. 2 y 3) que están soldadas a la banda de cubierta 1. Como se muestra en la figura 2 se emplea para la soldadura una lámina de soldadura 11 que está adherida a la pieza moldeada de blindaje 10. La adhesión de la lámina de soldadura se puede realizar mediante soldadura por puntos y, en particular, soldadura por resistencia o pegado. El adhesivo con el que se puede adherir la lámina de soldadura 11 a la pieza moldeada de blindaje 10 debería elegirse de modo que el adhesivo se evapore rápidamente en vacío ya a una temperatura por debajo de la temperatura de soldadura, de modo que el adhesivo no tenga efectos negativos en la fabricación de la capa de soldadura y no sea incorporado en la capa de soldadura.

El grosor de la lámina de soldadura 11 puede ser seleccionado en el intervalo de 25 μm a 100 μm , preferiblemente 50 μm .

15 La lámina de soldadura puede estar realizada sobresaliendo por la pieza moldeada de blindaje 10, como se muestra en la figura 2, y concretamente con un resalte de 0,1 mm a 1 mm con respecto a la anchura B de la pieza moldeada de blindaje 10 (véase la figura 3b) o con un resalte de 0,1 mm a 2 mm en la dirección longitudinal L (véase la figura 3a). Por el resalte de la lámina de soldadura 11 se asegura que se produzca un humedecimiento completo de la pieza moldeada de blindaje 10 y de la superficie de apoyo en la banda de cubierta 1, de modo que puede ser realizada una capa de soldadura por toda la superficie.

20 La pieza moldeada de blindaje 10 tiene esencialmente la forma básica de un paralelepípedo, en particular un ortoedro, en el que dos aristas que se extienden en la dirección de la anchura y diagonalmente opuestas están redondeadas y forman zonas de superficie curvada convexa 12, 13. Con una forma de este tipo, las piezas moldeadas de blindaje pueden colocarse particularmente bien en las cavidades 16 que pueden estar realizadas en la zona de la llamada muesca en Z (ranura en Z), como se muestra en la Fig. 4. Las cavidades 16 pueden tener una forma al menos parcialmente complementaria de la forma de las piezas moldeadas de blindaje 10, en particular una curvatura cóncava 17 que se corresponde con la curvatura convexa 12, 13 de la pieza moldeada de blindaje 10 en el borde redondeado, de modo que la pieza moldeada de blindaje está dispuesta con una superficie que se extiende continuamente en la banda de cubierta 1.

30 La curvatura convexa 12 de la pieza moldeada de blindaje 10 opuesta a la curvatura convexa, que está alojada en la curvatura cóncava de la banda de cubierta 1, permite por un lado un mejor apoyo en la banda de cubierta del álabe de rotor adyacente y, por otro lado, el uso universal de una pieza moldeada de blindaje 10 correspondiente, tanto en uno como en el otro lado de las correspondientes ranuras en Z de la banda de cubierta 1.

Como se muestra en la figura 3 con las imágenes parciales a) y b), las piezas moldeadas de blindaje 10 están definidas por una longitud L correspondiente, una altura H y una anchura B, que están adaptadas a las dimensiones correspondientes de las cavidades asociadas 16 en la banda de cubierta 1 de los álabes de rotor de TiAl.

35 Las cavidades 16 de la banda de cubierta 1 conformadas correspondientemente, así como las piezas moldeadas de blindaje 10 pueden ser tratadas superficialmente, en particular antes de la adherencia de lámina de soldadura 11 a la pieza moldeada de blindaje 10, como se muestra en la figura 2, de modo que se tiene una limpieza y preparación de la superficie respectiva para el proceso de soldadura posterior. Un pretratamiento superficial adecuado consiste, por ejemplo, en chorros de partículas sobre las superficies, por ejemplo partículas de SiC, para eliminar la suciedad correspondiente y/o compactar la superficie.

40 Después de la colocación de la lámina de soldadura 11 en la pieza moldeada de blindaje 10 y la disposición de la pieza moldeada de blindaje 10 así preparada en una cavidad 16 de la banda de cubierta 1, la pieza moldeada de blindaje 10 es fijada por medio de una varilla 14, de manera que durante el proceso de soldadura puede garantizarse una posición definida de la pieza moldeada de blindaje y una unión por toda la superficie de la pieza moldeada de blindaje 10 a la banda de cubierta 1.

45 La varilla 14 puede estar hecha de vidrio, cerámica o grafito y en particular estar formada de grafito prensado isostáticamente. Es preferible grafito o grafito prensado isostáticamente (isografito) porque este material presenta una alta conductividad térmica, de modo que durante el proceso de soldadura el calor puede ser disipado a través de la varilla 14 y, por tanto, se puede conseguir una distribución de temperatura uniforme sobre el material de base de TiAl de la banda de cubierta 1 y la pieza moldeada de blindaje 10.

50 Además de la fijación con la varilla 14 se garantiza una fijación fiable de la pieza moldeada de blindaje 10 en la cavidad 16 al disponer el componente de TiAl durante el proceso de soldadura inclinado de modo que la pieza moldeada de blindaje 10, y en particular su superficie convexa, sea presionada por la gravedad en la cavidad 16 y la curvatura cóncava 17. El ángulo de inclinación θ puede ser elegido, por ejemplo, en el intervalo de 5° a 30° con respecto a la horizontal.

55 La soldadura se realiza por medio de la lámina de soldadura 11 y un calentamiento inductivo de la lámina de soldadura 11 o de la soldadura, como está ilustrado en la figura 4 por la bobina 15. El proceso de soldadura tiene lugar en una

5 cámara de vacío (no mostrada) o bajo una atmósfera de gas de protección correspondiente. La temperatura de soldadura está entre 1050° C y 1130° C, preferiblemente en torno a 1090° C. El tiempo de soldadura o el tiempo de mantenimiento de la temperatura de soldadura se sitúa entre 10 segundos y 300 segundos, preferiblemente en el intervalo de 30 segundos. El enfriamiento a una temperatura en el intervalo de 700° C a 900° C se consigue con una velocidad de enfriamiento en el intervalo de 5 K/min a 100 K/min.

10 Para monitorizar la temperatura de soldadura y la velocidad de enfriamiento está previsto un pirómetro 18, como está representado en la figura 4, que influye en el funcionamiento de la bobina de inducción 15 a través de un dispositivo de control y/o regulación no representado, de modo que la temperatura de soldadura y las velocidades de enfriamiento estén en los intervalos deseados. Además, la fusión de la lámina de soldadura 11 puede ser monitorizada con una cámara de imagen térmica 19 para garantizar una conexión segura y estable de la pieza moldeada de blindaje 10 y la banda de cubierta 1 mediante un proceso de soldadura controlado y definido.

Por lo general, ya no es necesario un procesamiento posterior de la banda de cubierta 1 con la pieza moldeada de blindaje 10.

15 Como será evidente, el procedimiento propuesto puede usarse no solo para la fabricación de un blindaje de una muesca en Z en bandas de cubierta de álabes de rotor de TiAl, que ha sido descrito anteriormente en detalle, sino también para reparaciones de componentes de este tipo. Además, el procedimiento según la invención puede naturalmente usarse con otros componentes o para la fabricación y reparación de otros blindajes y/u otros componentes.

20 Aunque la presente invención ha sido descrita en detalle con referencia a los ejemplos de realización, es evidente para el experto que la invención no se limita a estos ejemplos de realización, sino que por el contrario son posibles múltiples modificaciones de forma que se omitan características individuales o se realicen combinaciones de otro tipo de las características presentadas sin apartarse del ámbito de protección de las reivindicaciones adjuntas. En particular, la presente invención comprende todas las combinaciones de todas las características individuales presentadas anteriormente.

25 **Lista de símbolos de referencia**

- 1 banda de cubierta
- 2, 3 superficies laterales
- 4, 5 labios de obturación
- 6, 7 superficies de contacto
- 30 8, 9 blindajes
- 10 pieza moldeada de blindaje
- 11 lámina de soldadura
- 12,13 superficies convexas
- 14 varilla
- 35 15 superficie de inducción
- 16 cavidad
- 17 zona de superficie cóncava
- 18 pirómetro
- 19 cámara de imagen térmica

40

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para la disposición de un blindaje (8,9) sobre un componente de TiAl (1) de una turbomáquina, en el que el blindaje es formado por una pieza moldeada de blindaje (10) que es aplicada por medio de soldadura sobre el componente de TiAl (1), caracterizado por que como soldadura es utilizada una aleación a base de níquel que presenta la composición química de 7,5 a 22,5 % en peso de Cr, 0,5 a 7 % en peso de B y el resto de Ni, así como impurezas inevitables.
- 10 2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que la soldadura está formada por una aleación a base de níquel con la composición química de 10 a 20 % en peso de Cr, en particular de 12,5 a 17,5 % en peso de Cr, preferiblemente 15 % en peso de Cr, de 2 a 5 % en peso de B, en particular de 3 a 4 % en peso de B, preferiblemente 3,5 % en peso de B y el resto de Ni.
3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que la pieza moldeada de blindaje (10) está formada por un material metálico.
- 15 4. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la pieza moldeada de blindaje (10) es formada de una aleación de Co-Cr, en particular una aleación a base de Co con una proporción de Cr de más del 25 % en peso.
- 20 5. Procedimiento según la reivindicación 4, caracterizado por que la aleación de Co-Cr es una aleación a base de Co con proporciones de Cr de más del 25 % en peso, que presenta tungsteno con una proporción de 4 a 20 % en peso, carbono con una proporción de 1 a 3 % en peso, silicio con una proporción de 0 a 1,5 % en peso, hierro con una proporción de 0 a 3 % en peso y níquel con una proporción de 0 a 3 % en peso.
- 25 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la soldadura es aplicada como una lámina de soldadura (11), en particular con exceso, sobre la pieza moldeada de blindaje (10), preferiblemente mediante soldadura por puntos y/o soldadura por resistencia y/o pegado.
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la pieza moldeada de blindaje (10) está realizada como paralelepípedo con dos aristas diagonalmente opuestas, que están redondeadas, de modo que una superficie tiene una curvatura convexa con un radio de curvatura, en el que la pieza moldeada de blindaje (10) está realizada en sección longitudinal como un paralelogramo, en el que los vértices opuestos están redondeados y forman un rectángulo en sección transversal.
- 30 8. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el componente de TiAl (1) está provisto de una cavidad (16) que es al menos parcialmente complementaria de la pieza moldeada de blindaje (10).
9. Procedimiento según la reivindicación 8, caracterizado por que el componente de TiAl (1) es tratado superficialmente al menos en la zona de la cavidad y/o la pieza moldeada de blindaje, antes de la aplicación de la pieza moldeada de blindaje en la cavidad, en particular con chorro de partículas, preferiblemente partículas de SiC.
- 35 10. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que durante la soldadura la pieza moldeada de blindaje (10) se sujeta con una varilla (14), en particular una varilla de cerámica o varilla de grafito o varilla de vidrio.
11. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el proceso de soldadura es monitorizado y/o controlado y/o regulado por medio de un pirómetro (18) y o una cámara de imagen térmica (19).
- 40 12. Componente de una turbomáquina con un blindaje (8,9) que es fabricado según una de las reivindicaciones anteriores.

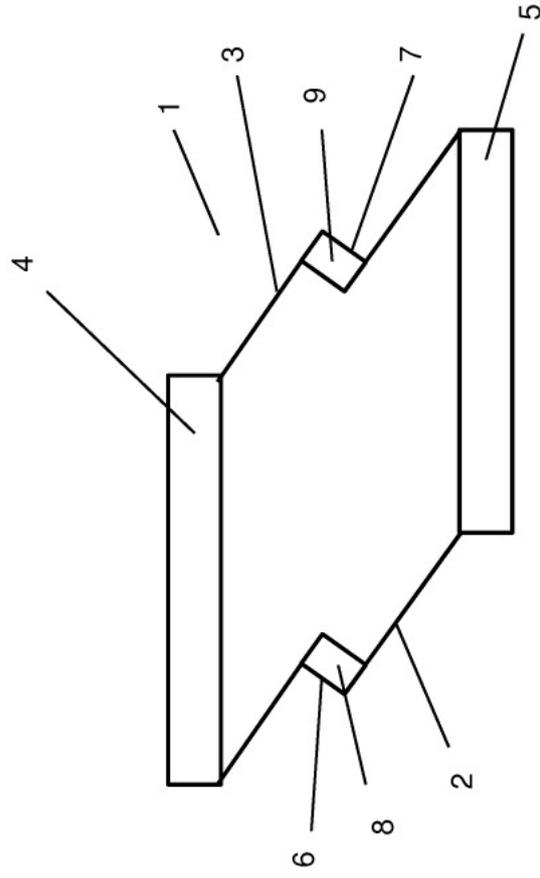


Fig. 1

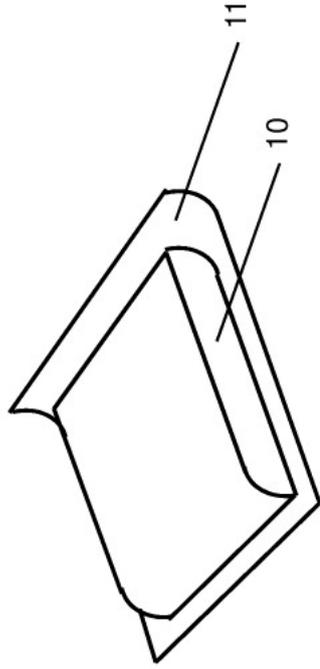


Fig. 2

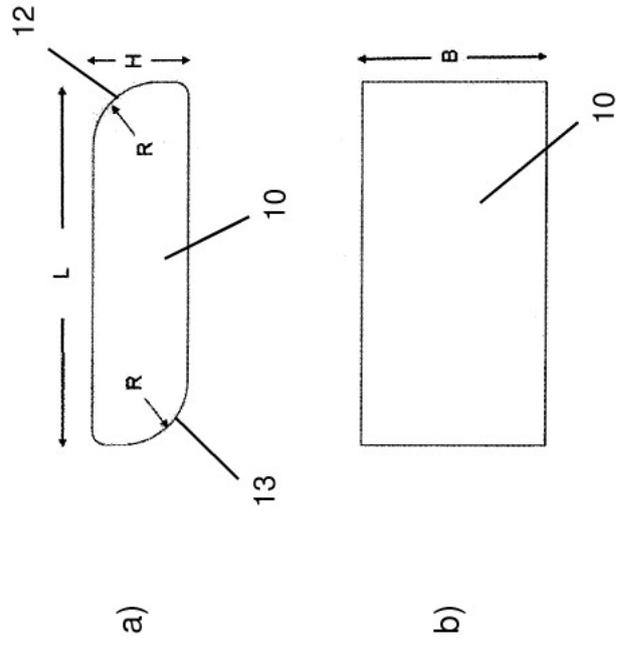


Fig. 3

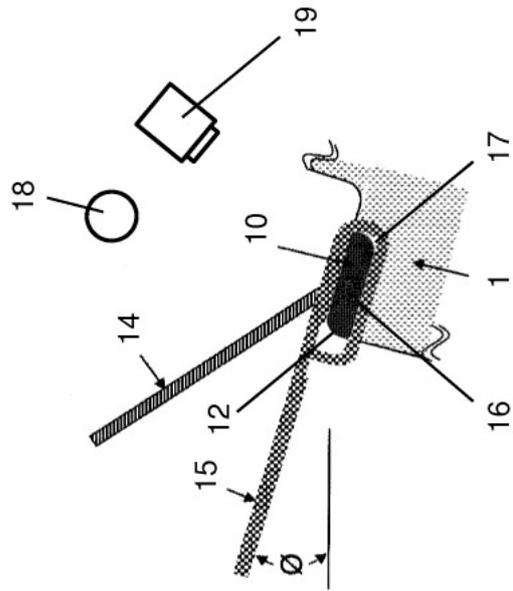


Fig. 4