



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 297 008**

51 Int. Cl.:
F16H 53/02 (2006.01)
B21D 26/02 (2006.01)
B21D 53/84 (2006.01)
B23P 11/00 (2006.01)
F01L 1/047 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **02776775 .5**
86 Fecha de presentación : **04.10.2002**
87 Número de publicación de la solicitud: **1434955**
87 Fecha de publicación de la solicitud: **07.07.2004**

54 Título: **Procedimiento para unir componentes con árboles huecos, preferiblemente para la fabricación de árboles de levas y árbol de levas fabricado según el mismo.**

30 Prioridad: **11.10.2001 DE 101 50 093**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.05.2008

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.05.2008

73 Titular/es: **Bodo Furchheim**
Otto-Thorner-Strasse 53
09127 Chemnitz, DE

72 Inventor/es: **Furchheim, Bodo**

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

ES 2 297 008 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).

ES 2 297 008 T3

DESCRIPCIÓN

Procedimiento para unir componentes con árboles huecos, preferiblemente para la fabricación de árboles de levas y árbol de levas fabricado según el mismo.

5 La invención se refiere a un procedimiento para unir componentes, especialmente anillos de levas individuales, con un árbol hueco a un árbol de levas, fabricado en el procedimiento de conformación por alta presión interna (procedimiento IHU, *Innenhochdruck*). La invención se refiere además a un árbol hueco, en el que se fijan componentes, preferiblemente anillos de levas, en arrastre de fuerza y en arrastre de forma. Un campo de aplicación preferido es la
10 fabricación de árboles de levas, especialmente para motores de automóviles.

Es conocido fabricar árboles de levas según el procedimiento IHU, insertándose en una herramienta IHU el árbol hueco y, sobre el mismo, componentes, que son anillos de levas y elementos de accionamiento, según su función. La presión interna generada hace que el árbol se extienda y por consiguiente se unen los componentes con el árbol en
15 arrastre de fuerza y en arrastre de forma (DE 199 09 184 A1; DE 199 32 810 A1). Los anillos de levas así como otros componentes se fabrican en un procedimiento separado y presentan las dimensiones y propiedades de material correspondientes al empleo posterior, es decir resistencia al desgaste. Se fijan del mismo modo también elementos de accionamiento, como por ejemplo ruedas dentadas. Mediante el proceso IHU el árbol se deforma primero de manera elástica, después de manera plástica, y los componentes se fijan y se sujetan de este modo de manera exacta. El docu-
20 mento JP 62-233562 da a conocer un procedimiento similar y forma el tipo genérico con respecto a los procedimientos según las reivindicaciones 1 a 3 y el árbol de levas según la reivindicación 9.

Sin embargo, mediante la presión interna se realiza también una deformación elástica del elemento que debe sujetarse, por ejemplo del árbol de levas. La deformación elástica del árbol de levas compensa las tolerancias de
25 fabricación entre el contorno exterior del anillo de levas y el contorno interior de la forma de levas de la herramienta IHU.

Este procedimiento de adecuar las propiedades del anillo de levas solamente a la función posterior, tiene la desventaja de que la deformación permisible del anillo de levas puede superarse y se produce una ruptura o un daño previo al
30 aparecer una grieta inicial que más adelante lleva a la ruptura al emplear el árbol de levas. Esto ocurre por ejemplo en el caso de que el anillo de levas haya sido tratado bajo calor de manera defectuosa. Por lo tanto existe el peligro de que el daño no ocurra hasta que el árbol de levas lleve ya mucho tiempo empleándose en el motor. Esto puede ocurrir del mismo modo también en ruedas dentadas aplicadas en el procedimiento IHU o en otros elementos de accionamiento. Se ha observado también que el peligro de ruptura elevado existe en los lugares del anillo de levas donde éste se carga
35 especialmente en el proceso IHU; se trata de la zona por delante y por detrás de la punta de leva, especialmente en las transiciones de radio y en la punta de leva.

La invención se basa en el objetivo de crear un procedimiento que une en un árbol hueco, aplicando el procedimiento IHU conocido, componentes, especialmente levas, en arrastre de fuerza y en arrastre de forma de tal manera,
40 que los anillos de levas presentan una expansión residual permisible de $\geq 0,5\%$ en la medida en que se necesita para compensar el alargamiento del anillo de levas y las tolerancias de fabricación en el anillo de levas y/o la herramienta debido a la presión interna. En este sentido debe evitarse que ocurra una ruptura o un daño previo que podría influir negativamente en el empleo posterior, especialmente en el funcionamiento continuo o de larga duración. El procedimiento nuevo debe ser una combinación de procedimientos conocidos en sí mismos que son económicos y
45 que requieren un despliegue reducido de aparatos. Otro objetivo de la invención es crear un árbol de levas barato, que presenta una fiabilidad alta y que es apto para el funcionamiento continuo en motores de automóviles. Debe fabricarse de material de calidad habitual. Deben fabricarse árboles de levas que apenas pueden causar daños secundarios en el motor.

Según la invención, el objetivo relativo al procedimiento para unir componentes con un árbol hueco, preferiblemente a un árbol de levas, se soluciona según las reivindicaciones 1, 2 o 3. Configuraciones ventajosas del procedimiento se describen en las reivindicaciones 4 a 8. El objetivo relativo al árbol de levas se soluciona mediante las características de la reivindicación 9; configuraciones adicionales se describen en las reivindicaciones 10 a 19.

Según la invención se aplica el procedimiento IHU conocido. En una primera etapa de procedimiento se fabrican los componentes, especialmente los anillos de levas, que deben unirse con el árbol en arrastre de fuerza y en arrastre de forma, en su forma (contorno) condicionada por la función. Para ello se utiliza un material que aún presenta una expansión residual permisible de $\geq 0,5\%$ tras el endurecimiento, es decir, debe presentar en estado endurecido en el
55 lado interior y exterior, a parte de su deformabilidad elástica, además una deformabilidad plástica permisible reducida. Lo más apto para ello son aceros poco aleados, por ejemplo acero para resortes (58 CrMo V4) que presenta tanto una expansión residual permisible tras el tratamiento bajo calor como una resistencia al desgaste muy buena en el funcionamiento continuo.
60

Estos anillos de levas prefabricados o también otros componentes se insertan en la herramienta IHU de manera adecuada a la función con el árbol hueco y en una segunda etapa de procedimiento se ensancha este árbol hueco
65 debido a la presión axial generada en el árbol; en este sentido se unen los anillos de levas y/u otros componentes con el árbol hueco en arrastre de fuerza y en arrastre de forma.

ES 2 297 008 T3

En una segunda forma de realización de la invención, los anillos de levas o componentes se someten, después de la fabricación adecuada a la función, es decir la generación del contorno exterior de la superficie de rodadura de la leva y del contorno interior, a un endurecimiento de la capa superficial. De esta manera, las zonas sometidas a esfuerzos de desgaste exteriores se endurecen y se vuelven elásticamente deformable y, en el lado del anillo de levas orientado al árbol, el contorno interior que se ensancha debido a la presión interna se mantiene blando en cierta medida, es decir plásticamente deformable. El endurecimiento en la capa superficial se realiza con una expansión residual permisible de $\geq 0,5\%$, por ejemplo mediante cementación, nitruración, endurecimiento por inducción o mediante el efecto de un haz portador de carga.

En otra forma de realización de la invención se combinan los dos procedimientos mencionados, fabricación de los anillos de levas de un acero que presenta las condiciones para obtener la expansión residual necesaria en estado endurecido, con el endurecimiento de los componentes o anillos de levas en conexión con el procedimiento IHU. En este sentido se realizan las primeras etapas de procedimiento correspondientes una tras otra, y después la segunda etapa de procedimiento.

Otra forma de realización de la invención consiste en que el anillo de levas está compuesto por dos materiales, es decir se aplica a un anillo interior de un material blando y plásticamente deformable, un anillo de un material rígido y elástico con una expansión residual permisible de $\geq 0,5\%$. Ambos anillos están unidos fijamente entre sí, lo que se realiza por ejemplo mediante introducción a presión o embutido en caliente. Por tanto, el anillo de levas consiste en cierto modo en dos zonas, como se consigue en la forma de realización descrita anteriormente mediante el endurecimiento en la capa superficial.

Además, esta solución puede realizarse en las variantes siguientes, siendo el grosor del anillo de levas no uniforme, es decir más grueso en la zona de la punta de la leva. De este modo, el grosor puede obtenerse en la zona de la punta de la leva porque el grosor del anillo interior es diferente, es decir es más grueso en la zona de la punta de la leva, y el anillo exterior presenta un grosor diferente, o porque el anillo interior tiene el mismo grosor y el anillo exterior presenta un grosor diferente. El anillo exterior es siempre rígido y resistente al desgaste.

También puede resultar ventajoso aplicar en todas las formas de realización de la invención en un árbol hueco un anillo simétrico redondo de un material blando, convenientemente como el del árbol hueco o incluso más blando todavía, del mismo grosor, y aplicar en éste el anillo de levas formado de manera adecuada a la función en su contorno, de manera que en el proceso IHU el anillo interior redondo se deforma junto con el árbol hueco hasta que se haya obtenido el contorno interior del anillo exterior, el anillo de levas. De este modo, mediante el proceso IHU se unen en arrastre de fuerza y en arrastre de forma el árbol hueco, el anillo redondo aplicado sobre el mismo y el anillo de levas que se encuentra por encima del mismo. El anillo exterior consiste en un material rígido, cuya expansión residual permisible es de $\geq 0,5\%$, a parte de su deformabilidad elástica debe presentar solamente una deformabilidad plástica permisible reducida. Sin embargo, es posible también endurecer en la capa superficial el anillo exterior.

Sorprendentemente se ha descubierto que los defectos en el estado de la técnica pueden eliminarse porque los anillos de levas fabricados o tratados según la invención presentan la propiedad de que, debido a la presión interna máxima, que aparece en el procedimiento IHU, los estados de tensión que se forman en el anillo de levas son más reducidos que en el caso de los anillos de levas completamente endurecidos conocidos o los que consisten en un material que presenta continuamente esta dureza.

En la fabricación de los anillos de levas se suprime el mecanismo de daño aún más mediante la selección correspondiente de material incluyendo el endurecimiento y el tratamiento bajo calor mediante endurecimiento en la capa superficial, en el que se producen adicionalmente esfuerzos residuales de presión en la capa endurecida; entonces los anillos de levas o también otros componentes fabricados según el procedimiento aguantan esfuerzos esencialmente más altos.

Es fundamental según la invención para todas las formas de realización del procedimiento que el anillo de levas presente en su grosor de material propiedades de material diferentes. La capa superior, que es la sometida a esfuerzo mecánicamente durante el funcionamiento, debe ser rígida y elásticamente deformable y la capa situada por debajo de la misma debe ser plástica y elásticamente deformable. Con esto se consigue que, incluso en el caso de daños, no puedan aparecer grietas continuas, sino solamente daños locales en casos excepcionales. Estos desprendimientos nunca pueden llevar a la destrucción súbita de un motor.

El árbol de levas fabricado según el procedimiento según la invención, que consiste en un árbol hueco ensanchado en el procedimiento IHU, en el que se aplican anillos de levas y también otros componentes como ruedas dentadas o elementos de acoplamiento o de accionamiento, está montado con los anillos de levas y también otros componentes en arrastre de fuerza y en arrastre de forma, consistiendo los anillos de levas en un material que, tras un endurecimiento, presenta en el caso de una superficie rígida y resistente al desgaste, aparte de la deformabilidad elástica, además una ligera deformabilidad plástica permisible.

En una segunda forma de realización, la superficie del anillo de levas está sometida a un endurecimiento en la capa superficial. De este modo, la capa superior es elásticamente deformable y la capa situada por debajo de la misma es plásticamente deformable. Ambas formas de realización con respecto a la fabricación del anillo de levas también pueden combinarse de manera ventajosa para obtener propiedades de uso todavía mejores.

ES 2 297 008 T3

Finalmente, otra forma de realización más consiste en que la capa superior del anillo de levas rígida y elásticamente deformable, que se genera según los procedimientos mencionados en primer lugar, se obtiene porque está compuesto por dos materiales, deformables de manera rígida-elástica y blanda-plástica. Esta unión de los dos anillos se realiza convenientemente antes de la inserción en una prensa IHU.

5

Una configuración ventajosa del árbol de levas consiste además en que el grosor de los anillos de levas es diferente, siendo la zona de la punta de la leva más gruesa. La zona del grosor de material tratada mediante endurecimiento en la capa superficial se queda igual con respecto a su grosor en el perímetro total del anillo de levas.

10 El procedimiento según la invención puede utilizarse también para otras aplicaciones o para la fabricación de otros productos, y concretamente siempre que deban fijarse en arrastre de fuerza y en arrastre de forma, en un tubo de pared delgada que no tiene que ser necesariamente redondo, componentes o elementos mediante un procedimiento IHU.

En un ejemplo de aplicación se describe un árbol de levas fabricado según la invención.

15

En el dibujo correspondiente muestran:

la figura 1, un corte transversal a través de un árbol de levas en la zona de una leva con el mismo grosor de pared,

20

la figura 2, un corte longitudinal a través de un árbol de levas,

la figura 3, un corte transversal a través de un árbol de levas en la zona de una leva de dos materiales y con un grosor de pared diferente.

25 En las figuras 1 y 2 se fabrican en un procedimiento mecánico conocido separado los anillos 1 de levas con su contorno condicionado por la función. Como material se utiliza 58 CrMoV6. A continuación, los anillos 1 de levas se someten a un endurecimiento en la capa superficial de manera conocida. Este proceso de endurecimiento se controla de tal manera que, en una profundidad T, se forma una capa 2 endurecida que es elásticamente deformable y que aún permite una deformación plástica reducida. La zona 3 que se encuentra por debajo de la capa 2 queda sin endurecer,
30 es decir, es deformable tanto plásticamente como elásticamente. El anillo 1 de levas se aplica en arrastre de fuerza y en arrastre de forma mediante el procedimiento IHU conocido en un árbol 4 hueco. El árbol 4 hueco, originariamente un tubo con simetría de rotación, consiste en un material que es plásticamente deformable.

35 La zona en la que tras el procedimiento según el estado de la técnica se produjeron defectos mediante la formación de grietas, se indica con el número 5 y se elimina mediante el procedimiento según la invención.

40 En la figura 3 los anillos 2 de levas consisten en un anillo 6 interior aplicado directamente sobre el árbol 4 hueco, que consiste en un material blando plásticamente deformable. En la zona de la punta 7 de la leva es esencialmente más grueso que en el resto de su zona. Sobre este anillo 6 está aplicado un anillo 8 existente del mismo grosor, de un material rígido elásticamente deformable. Su contorno exterior está configurado de manera correspondiente a la función.

45 Los dos anillos 6 y 8 se unen entre sí en arrastre de fuerza y de forma antes de la inserción en la herramienta IHU, por ejemplo mediante embutido en caliente.

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

5 1. Procedimiento para unir componentes con árboles huecos, preferiblemente para la fabricación de árboles de
levas, fabricándose en una primera etapa de procedimiento los componentes, especialmente anillos de levas, con su
contorno condicionado por la función, utilizándose para ello un material que puede endurecerse que presenta tras
el endurecimiento, aparte de su deformabilidad elástica, además una deformabilidad plástica permisible reducida,
10 insertándose estos componentes de manera adecuada a la función en una herramienta de conformación por alta presión
interna (IHU) junto con el árbol hueco que debe deformarse, y, en una segunda etapa de procedimiento, uniéndose los
componentes con el árbol hueco en arrastre de fuerza y en arrastre de forma mediante un procedimiento IHU mediante
el efecto de la presión interna, **caracterizado** porque el material que puede endurecerse presenta tras el endurecimiento
una expansión residual permisible de $\geq 0,5\%$.

15 2. Procedimiento para unir componentes con árboles huecos, preferiblemente para la fabricación de árboles de
levas, fabricándose en una primera etapa de procedimiento los componentes, especialmente anillos de levas, con su
contorno condicionado por la función, sometándose a continuación la superficie de los componentes, especialmente
la superficie de rodadura de las levas, a un endurecimiento en la capa superficial, insertándose estos componentes de
manera adecuada a la función en una herramienta IHU junto con el árbol hueco que debe deformarse, y en una segunda
20 etapa de procedimiento uniéndose los componentes con el árbol hueco en arrastre de fuerza y en arrastre de forma
mediante un procedimiento IHU mediante el efecto de la presión interna, **caracterizado** porque, tras el endurecimiento
en la capa superficial, la superficie de los componentes presenta una expansión residual permisible de $\geq 0,5\%$.

25 3. Procedimiento para unir componentes con árboles huecos, preferiblemente para la fabricación de árboles de
levas, fabricándose en una primera etapa de procedimiento los componentes, especialmente anillos de levas, a partir
de dos anillos individuales unidos entre sí en arrastre de fuerza y en arrastre de forma de material diferente, siendo
el del anillo exterior rígido y elásticamente deformable, y el del anillo interior blando y plásticamente deformable, y
con su contorno condicionado por la función, insertándose estos componentes de manera adecuada a la función en una
herramienta IHU junto con el árbol hueco que debe deformarse, y en una segunda etapa de procedimiento uniéndose
30 en arrastre de fuerza y en arrastre de forma los componentes con el árbol hueco mediante un procedimiento IHU
mediante el efecto de la presión interna, **caracterizado** porque el material del anillo exterior presenta una expansión
residual permisible de $\geq 0,5\%$.

35 4. Procedimiento para unir componentes con un árbol hueco según la reivindicación 1, **caracterizado** porque la
superficie de los componentes, especialmente la superficie de rodadura de las levas, se somete a un endurecimiento en
la capa superficial, y porque a continuación se realiza la segunda etapa de procedimiento.

40 5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 2 o 4, **caracterizado** porque el endurecimiento en la capa
superficial se realiza mediante endurecimiento por inducción, cementación, nitruración o mediante el efecto de un haz
portador de carga.

6. Procedimiento según la reivindicación 3, **caracterizado** porque el anillo interior es más grueso en la zona de la
punta de la leva y porque el anillo exterior presenta el mismo grosor.

45 7. Procedimiento según la reivindicación 3, **caracterizado** porque el anillo exterior es más grueso en la zona de la
punta de la leva y porque el anillo interior presenta el mismo grosor.

8. Procedimiento según las reivindicaciones 3, 6 o 7, **caracterizado** porque el anillo interior y el anillo exterior se
unen entre sí mediante embutido en caliente o mediante prensado.

50 9. Árbol de levas, fabricado según un procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, aplicándose en un
árbol (2) hueco componentes, especialmente anillos (1) de levas, que se fabrican en un procedimiento separado de
manera condicionada con respecto al contorno, en arrastre de fuerza y en arrastre de forma mediante un procedimiento
IHU, presentando los componentes, especialmente anillos (1) de levas, en su superficie una zona de grosor definido
55 que es rígida y elásticamente deformable y ligeramente plásticamente deformable, y siendo la zona situada por de-
bajo plásticamente deformable, **caracterizado** porque la zona de grosor presenta una expansión residual permisible
de $\geq 0,5\%$.

60 10. Árbol de levas según la reivindicación 9, **caracterizado** porque los anillos (1) de levas están endurecidos tras
la fabricación en su forma condicionada con respecto a la función.

11. Árbol de levas según la reivindicación 9, **caracterizado** porque los anillos (1) de levas están sometidos, tras la
fabricación en su forma condicionada con respecto a la función, a un endurecimiento en la capa superficial.

65 12. Árbol de levas según la reivindicación 9, **caracterizado** porque los anillos (1) de levas consisten en dos anillos
(6; 8) unidos entre sí en arrastre de fuerza y en arrastre de forma.

ES 2 297 008 T3

13. Árbol de levas según la reivindicación 12, **caracterizado** porque los anillos (6; 8) consisten en materiales diferentes, consistiendo el anillo (6) interior de un material blando plásticamente deformable y el anillo (8) exterior de un material rígido elástico.

5 14. Árbol de levas según las reivindicaciones 12 y 13, **caracterizado** porque el anillo (6) interior es más grueso en la zona de la punta (7) de la leva, y porque el anillo (8) exterior es igual con respecto a su grosor.

10 15. Árbol de levas según las reivindicaciones 12 y 13, **caracterizado** porque el anillo (8) exterior es más grueso en la zona de la punta (7) de la leva y porque el anillo (6) interior es igual con respecto a su grosor.

16. Árbol de levas según las reivindicaciones 9 a 11, **caracterizado** porque los anillos (1) de levas son diferentes con respecto a su grosor de pared, siendo más gruesa la zona de la punta (7) de la leva.

15 17. Árbol de levas según al menos una de las reivindicaciones 13 y 14, **caracterizado** porque el anillo (6) interior es solamente un segmento que llena el volumen entre el anillo (8) y el árbol (4) hueco en la zona de la punta (7) de la leva.

20 18. Árbol de levas según al menos una de las reivindicaciones 9 a 17, **caracterizado** porque en el árbol (4) hueco en la zona de un anillo (1) de leva está aplicado un anillo del mismo grosor de un material blando que es igual de blando o más blando que el del árbol (4) hueco, y porque sobre este anillo está aplicado el anillo (1) de levas que consiste en un material cuya superficie está sometida a un endurecimiento en la capa marginal o en un material rígido elástico, o en dos anillos (6; 8) de un material diferente que están unidos entre sí.

25 19. Árbol de levas según la reivindicación 9, **caracterizado** porque otros elementos son ruedas dentadas, ruedas de cadena o elementos funcionales de transmisión de fuerza similares, que desde la circunferencia de fondo hacia el interior tienen la capa elásticamente deformable en un grosor definido.

30

35

40

45

50

55

60

65

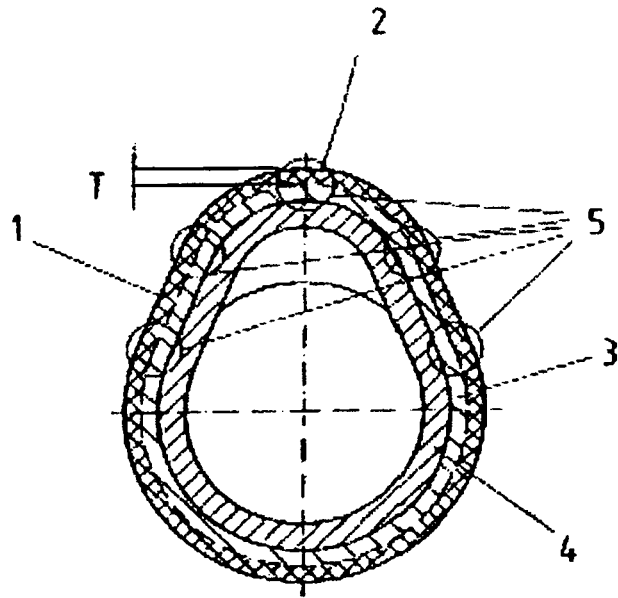


Fig. 1

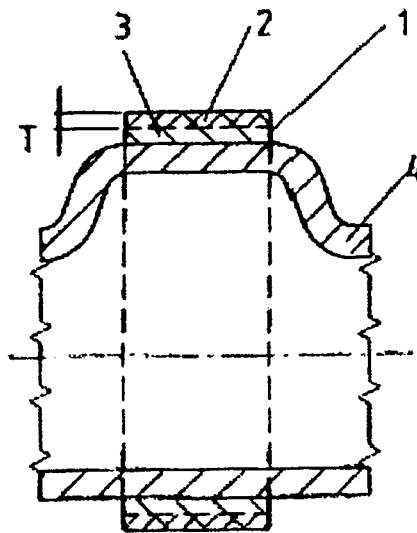


Fig. 2

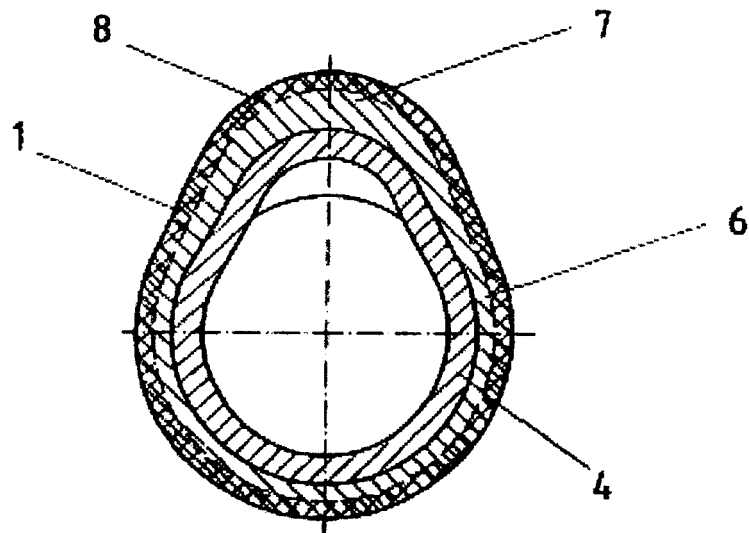


Fig. 3