



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 362 207**

51 Int. Cl.:
B23K 31/02 (2006.01)
F01L 1/00 (2006.01)
F16H 53/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **02737708 .4**
96 Fecha de presentación : **13.06.2002**
97 Número de publicación de la solicitud: **1395386**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **10.03.2004**

54 Título: **Árbol de levas fabricado mediante técnicas de soldadura, procedimientos para su fabricación así como levas requeridas para ello.**

30 Prioridad: **13.06.2001 CH 1073/01**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
29.06.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
29.06.2011

73 Titular/es: **Karl Merz**
Höhenweg 14
CH-5734 Reinach/Ag, CH

72 Inventor/es: **Merz, Karl**

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 362 207 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

Árbol de levas fabricado mediante técnicas de soldadura, procedimientos para su fabricación así como levas requeridas para ello.

ASPECTO TÉCNICO

5 La presente invención se refiere a un árbol de levas fabricado conforme al preámbulo de la reivindicación 1.

Un árbol de levas de esta clase se da a conocer en el documento DE 33 46 056.

La invención se refiere también a procedimientos de fabricación para un árbol de levas de este tipo así como a las levas requeridas para ello.

ESTADO DE LA TÉCNICA

10 En el estado de la técnica ya se han descrito repetidas veces árboles de levas fabricados, con levas fijadas sobre un árbol mediante técnicas de soldadura. Por los documentos US 4.983.797 A 1 así como por el DE 34 33 595 A1 se conoce también el empleo de un láser para la realización de la unión soldada. Los documentos citados parten aparentemente de que la soldadura no ofrece problemas importantes, y en cualquier caso no mencionan explícitamente tales problemas.

15 En la práctica se ha comprobado sin embargo que la soldadura no es tan fácil, debido a los materiales que se han de emplear para las levas, en general aceros templables de alto contenido en carbono, y que por lo tanto no se pueden realizar sin más unas uniones soldadas duraderas que satisfagan los requisitos de los motores de combustión interna. En consecuencia tampoco se han podido imponer hasta ahora las uniones soldadas para árboles de levas fabricados. Se están empleando todavía árboles de levas muy caros, fabricados de una sola pieza mediante técnica de forja u otros en los que las levas individuales van fijadas sobre un árbol mediante una unión positiva y por adherencia, mediante técnica
20 térmica y/o mediante el empleo del procedimiento de alta presión interna.

Por el documento DE 3743816 C2 se conoce una leva para un árbol de levas fabricado en el cual en el vértice de la leva va empotrado un postizo de metal duro que va unido con el restante material de la leva por soldadura blanda, y que en la zona del vértice de la leva soporta mejor una presión superficial más elevada. En cuanto a la fijación de las levas sobre el árbol no se dice nada.

25 EXPOSICIÓN DE LA INVENCION

El objetivo de la presente invención es describir cómo se puede conseguir de forma económica en un árbol de levas fabricado de la clase citada inicialmente una unión soldada que satisfaga las cargas permanentes que aparecen en la práctica.

30 Este objetivo se resuelve con respecto al árbol de levas de acuerdo con la invención aplicando las medidas identificadas en la reivindicación 1. La solución conforme a la invención consiste por lo tanto en el empleo de levas que estén compuestas por un mínimo de dos materiales diferentes, y para las cuales se emplea por lo menos en una zona afectada por la soldadura respectivamente un segundo acero de bajo contenido en carbono que pueda soldarse bien con el acero del árbol.

35 Los diferentes materiales de las levas se pueden unir entre sí mediante técnicas de soldadura blanda, plaquedo, acoplamiento positivo, acoplamiento por adherencia, acoplamiento positivo y por adherencia, pegado, remachado y/o mediante técnicas de soldadura, pero en especial técnicas de soldadura por resistencia empleando presión y/o técnicas de soldadura por fricción. En el caso de la soldadura por resistencia aplicando presión y/o la soldadura por fricción se puede impedir en particular la formación de micro grietas y/o macro grietas gracias a la presión aplicada.

40 De acuerdo con una primera forma de realización preferente, las levas presentan un núcleo que comprende la superficie de deslizamiento de los balancines, y que es de acero de alto contenido en carbono, que en dirección axial está dispuesto entre por lo menos dos elementos de forma anular y/o de sector anular, soldados al árbol, del segundo acero de bajo contenido en carbono.

45 A la inversa, las levas pueden presentar un núcleo soldado con el árbol, del segundo acero de bajo contenido en carbono, que en dirección axial está dispuesto entre dos elementos de forma anular que rodean la superficie de deslizamiento de los balancines, compuestos del acero de alto contenido en carbono.

De acuerdo con otra forma de realización, las levas también pueden presentar una estructura a base de por lo menos dos capas, presentando una capa exterior que comprende la superficie de deslizamiento de los balancines, de acero de alto contenido en carbono, así como por lo menos una capa interior soldada con el árbol, del segundo acero de bajo contenido en carbono.

Por último, también son posibles las formas de transición entre estas variantes.

Preferentemente, la parte o las partes de las levas del segundo acero de bajo contenido en carbono están soldadas con el árbol en todo su contorno. De este modo se consigue un alto grado de estabilidad de las levas.

5 De una forma especialmente económica se pueden fabricar las partes de las levas que forman o comprenden las superficies de deslizamiento de los balancines a partir de unas bandas perfiladas curvadas, en cuyo caso la o las bandas perfiladas quedan separadas del árbol preferentemente en la zona del vértice de las levas, con el fin de ahorrar peso y material. Los extremos que coinciden a tope de la o de las bandas perfiladas pueden estar soldados entre sí, en particular mediante una técnica de soldadura por resistencia con aplicación de presión. Pero también sería posible que los extremos que coinciden a tope únicamente estén unidos entre sí por medio de la o las partes de las levas del segundo acero de bajo contenido en carbono. En este caso puede ser especialmente ventajoso si los extremos que se tocan están realizados solapados entre sí en dirección periférica.

De acuerdo con otra forma de realización, las partes de las levas que forman o comprenden las superficies de deslizamiento de los balancines también pueden estar realizadas de una sola pieza, o rodeando el árbol por ejemplo ceñidos en todo su perímetro.

15 La aplicación de la soldadura para la fijación de las levas sobre el árbol se puede simplificar, previendo por lo menos en una de las zonas afectadas por la soldadura o en la o las partes del segundo acero de bajo contenido en carbono contiguo al árbol, un anillo de pie, realizando la soldadura a través de este anillo de pie.

20 El primer acero de bajo contenido en carbono utilizado para el árbol y/o el segundo acero de bajo contenido en carbono empleado para las levas debería presentar un contenido en carbono inferior al 0,5%. En cambio, para el acero de alto contenido en carbono empleado para la superficie de deslizamiento de los balancines sobre las levas, puede presentar un contenido en carbono superior al 0,5%, en particular sin embargo superior al 0,75%, para presentar unas propiedades buenas y suficientes de templabilidad.

En cuanto a la técnica de proceso, el problema antes citado se resuelve conforme a la invención mediante por lo menos uno de los procedimientos según las reivindicaciones 15 a 19.

25 En el procedimiento según la reivindicación 15, las superficies de deslizamiento de los balancines sobre las levas ya se templan antes del ensamblado hasta su así denominada dureza de reticulación (por ejemplo a 64 HR_c++) y adicionalmente eventualmente se revienen. De este modo se evita de modo ventajoso que resulte una carga térmica para la totalidad del árbol de levas que podría dar lugar a una distorsión del árbol.

30 Debido al bajo contenido en carbono del material de las levas del segundo acero de bajo contenido en carbono y del acero de bajo contenido en carbono del árbol se evita al soldarlos entre sí que se produzca un endurecimiento en la zona del cordón de soldadura o de la llamada zona de influencia térmica. Por este motivo tampoco se llega a producir un ensanchamiento del intersticio de junta, unido a la aparición de grietas finas. De acuerdo con la reivindicación 16, la soldadura se puede realizar por este motivo a la temperatura ambiente de las piezas que se han de soldar entre sí. No es necesario precalentar los árboles para evitar unas tensiones térmicas demasiado altas. Tampoco se precisa un calentamiento posterior del árbol de levas ensamblado con el fin de reducir una dureza excesiva de los cordones de soldadura, con lo cual se evita finalmente que se produzca una alteración de la dureza de las superficies de deslizamiento de los balancines sobre las levas que han sido templadas previamente. La soldadura de las levas se puede realizar de la forma descrita con un proceso seguro. No es necesario comprobar permanentemente la calidad del cordón de soldadura.

40 De acuerdo con la reivindicación 17, la soldadura para la fijación de las levas sobre el árbol se realiza mediante una técnica láser.

45 Debido a la buena soldabilidad del material de las levas del segundo acero de bajo contenido en carbono con el acero de bajo contenido en carbono del árbol se puede realizar la soldadura para la fijación de las levas sobre el árbol conforme al procedimiento de la reivindicación 18 con una velocidad de soldadura superior a 2 metros/segundo, en particular sin embargo superior a 4 metros/segundo. De este modo se pueden conseguir unas velocidades de fabricación altas, y aprovechar de forma óptima las caras instalaciones de los dispositivos de soldadura por láser.

50 De acuerdo con la reivindicación 19, en la fabricación de un árbol de levas conforme a la invención las levas se fijan previamente sobre el árbol antes de realizar su soldadura con el árbol, de tal modo que sus elementos del segundo acero de bajo contenido en carbono que se vayan a soldar con el árbol, se retacan con el árbol. Esto se puede realizar por ejemplo mediante una sencilla presión de una mordaza y facilita la subsiguiente soldadura durante la cual no es necesario sujetar expresamente las levas sobre el árbol, pudiéndose girar el árbol con las levas prefijadas bajo un chorro de soldadura de emplazamiento fijo.

De acuerdo con la reivindicación 20, también constituyen el objeto de la invención las levas individuales, tal como se

deduce su estructura de las reivindicaciones referidas al árbol de levas en su totalidad.

Debe considerarse como una ventaja general de la invención que el material para las levas se puede elegir prácticamente de modo libre y con independencia de la tecnología de soldadura de unión entre las levas y el árbol.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

- 5 La invención se trata de explicar a continuación con mayor detalle sirviéndose de ejemplos de realización, en combinación con el dibujo. En éste muestran:
- la Figura 1: en a) una primera forma de realización de una leva conforme a la invención en una vista frontal, y en b) la misma leva en sección (A-A);
- 10 la Figura 2: en a) en una sección longitudinal un tramo longitudinal de un árbol de levas conforme a la invención con una leva según la Figura 1, y en b) una sección (B-B) a través de este árbol de levas;
- la Figura 3: en una especie de ampliación de detalle de la Figura 2 a), una forma de realización especial de una leva conforme a la invención con un pie para soldadura;
- la Figura 4: diversas formas de núcleos para levas conformes a la invención;
- la Figura 5: en a), una leva hueca en una vista frontal, y en b) en sección (C-C);
- 15 la Figura 6: en a) – f) otras formas de realización de núcleos para levas conformes a la invención; y
- la Figura 7: en a) – g), sendas representaciones en sección y en detalle de otras formas de realización de levas según la invención.

VÍAS PARA LA REALIZACIÓN DE LA INVENCION

- 20 La leva 1 de la Figura 1 presenta un núcleo 3 que comprende una superficie de deslizamiento de balancín 2 y un núcleo 3 de un acero de alto contenido en carbono, que en dirección axial está dispuesto entre dos elementos de forma circular 4 de un acero de bajo contenido en carbono. Visto el núcleo por su perímetro, presenta un espesor δ esencialmente uniforme y correspondiente a la anchura b de los elementos de forma circular 4. Mediante el núcleo 3 se forma una elevación o vértice de la leva 5. A lo largo de la superficie de deslizamiento del balancín 2, el núcleo 3 está templado. La correspondiente zona de temple superficial está designada por 6.
- 25 Allí donde se solapan mutuamente, el núcleo 3 y los dos elementos de forma circular 4 están unidos entre sí mediante una soldadura por resistencia 7 realizada comprimiendo entre sí las piezas. Mediante esta clase de técnica de unión se pueden soldar entre sí los dos aceros diferentes, sin que se produzcan poros ni grietas.
- La Figura 2 muestra la leva 1 de la Figura 1, deslizada con su orificio pasante 8 sobre un árbol 9 de un acero de bajo contenido en carbono, y soldado con el árbol 9 para formar un árbol de levas 10, estando realizada la soldadura 11 en cada caso alrededor de todo el perímetro de 360° a lo largo del punto de unión entre los dos elementos de forma circular 4 y el árbol 9, en particular mediante una técnica de soldadura por láser. Al ser tanto el árbol 9 como los dos elementos de forma circular 4 de un acero de bajo contenido en carbono, se pueden soldar bien entre sí, incluso a la temperatura ambiente de las piezas, sin que se produzcan poros ni grietas.
- 30 El diámetro d del orificio pasante 8 de la leva 1, determinado entre otros por el diámetro interior de los elementos de forma circular 4, se corresponde con el diámetro exterior D del árbol 9, de modo que la leva 1 asienta sobre el árbol 9 esencialmente sin intersticio. Esto también es aplicable al núcleo 3, en la medida en que no sobresale del árbol 9 en la zona del vértice de la leva 5, formando una oquedad 12.
- La Figura 3 muestra en una especie de detalle ampliado de la Figura 2 a), una forma de realización especial de los dos elementos de forma circular 4, donde estos están dotados cada uno de una ranura de forma anular 13. Debido a la ranura de forma anular 13 se obtiene una especie de pie para la soldadura 14, a través del cual está realizada la soldadura 11 en la parte derecha de la Figura 3. Debido a la presencia del pie para la soldadura 14 se obtiene una sección de soldadura ventajosa y ancha entre los elementos de forma anular 4 y el árbol 9, que tiene gran firmeza y se puede someter a cargas elevadas. En la parte izquierda de la Figura 3 no se ha representado la soldadura 11 para dejar más visible el pie para la soldadura 14.
- 40 En la forma de realización antes descrita de la leva 1 según la Figura 1, el núcleo 3 presenta en todo su perímetro un espesor uniforme δ , con lo cual resulta en la zona del vértice de la leva 5 una separación o una oquedad 12 entre el núcleo 3 y el árbol 9. La Figura 4 muestra en a) otra vez el núcleo 3 en esta realización. Pero esta es solamente una de las posibilidades que resulta especialmente ventajosa si, tal como se describe a continuación con mayor detalle, el núcleo se

5 fabrica a partir de una banda perfilada, curvándola. El núcleo 3 podría presentar igualmente en la zona del vértice de la leva también un espesor mayor, tal como muestra la Figura 4 por ejemplo en b), donde el orificio pasante 8 es circular y se evita totalmente una oquedad 12. Se podría hablar aquí también de una leva de núcleo macizo. Se sobreentiende que la forma de realización de la Figura 4 b) presenta con respecto a la de la Figura 4 a) una mayor rigidez a la flexión en la zona del vértice de la leva 5. En cambio la forma de realización de la Figura 4 a) se caracteriza por un menor peso de la leva, un menor consumo de material, menor desequilibrio durante el giro, así como por unas posibilidades de fabricación más sencillas. La Figura 4 c) muestra una forma de transición entre las formas de realización de las Figuras 4 a) y 4 b). Allí el núcleo 3 está dotado en cada caso en la zona de transición con una oquedad 12, de unos regruesamientos 15 que se adaptan a la superficie del árbol y que para el vértice de la leva 5 presentan un cierto efecto de refuerzo. Un refuerzo comparable del vértice de la leva 5 lo provocan por otra parte también los dos elementos de forma anular 4, ya que estos están en contacto con el árbol en todo el perímetro. Este efecto de refuerzo adicional mediante los elementos de forma anular 4 es eventualmente suficiente para poder realizar en la práctica el núcleo 3 según la Figura 4 a).

15 Otra medida que incrementa aún más la rigidez del vértice de la leva 5 podría consistir en realizar los elementos de forma anular 4, en lugar de con forma circular dándoles una forma correspondiente a la forma de sección del núcleo macizo de la Figura 4 b), uniéndolos en todo su perímetro con un núcleo 3 según la Figura 4 a) tal como muestra la Figura 5 en a) y b). Entonces también el vértice de la leva 5 se apoyaría sobre el árbol a través de los dos elementos 4 formados de este modo que se pueden fabricar sin problemas mediante una técnica de troquelado, y quedaría estabilizado en sí mismo contra fuerzas transversales.

20 Tal como ya se ha mencionado, el núcleo de las levas 1 antes descritas se puede fabricar de forma sencilla curvando una o incluso varias bandas de perfil, que se cortan a longitud por ejemplo de una banda de mayor longitud. La Figura 6 muestra en a) una banda de perfil sencilla 20, y en b) el núcleo 21 para una leva 1 tal como se produce al curvar uniendo los dos extremos de la banda de perfil 20. A continuación los dos extremos se pueden unir entre sí cerrando de este modo el núcleo 21. Para ello vuelve a ser especialmente adecuada la soldadura por resistencia con aplicación de presión. Un cordón de soldadura que eventualmente se formase entonces se tendría que eliminar posteriormente.

25 La Figura 6 muestra en c) una banda de perfil 22 de un espesor no uniforme, a partir del cual y que curvando sus extremos permite fabricar el núcleo de leva 23 representado en d), y que se corresponde con el de la Figura 4 c).

30 La Figura 6 muestra en e) un núcleo de leva 24 que está compuesto de dos bandas de perfil curvadas cada una formando semicasquetes 25, 26. Los dos puntos de unión de los dos semicasquetes 25, 26 pueden estar también soldados entre sí. Esta forma de realización tiene la ventaja de que las bandas de perfil no se han de curvar tan fuertemente, y que por este motivo el material está expuesto a unas cargas menores. La Figura 6 muestra en f) cómo se puede fabricar a partir de dos semicasquetes 27, 28, por ejemplo también un núcleo macizo 29 según la Figura 4 b).

En todas las formas de realización de la Figura 6, los puntos de unión a lo largo del perímetro de la leva podrían estar situados también en otro lugar, en particular decalados siempre 180° o 90° , tal como resulta también de la comparación de las Figuras 6 e) y 6 f).

35 Al estar los puntos de unión de los núcleos de leva fabricados mediante una técnica de curvado según la Figura 6 mediante el añadido por ambos lados de los elementos de forma anular 4 que los puentean, se puede incluso renunciar a realizar una unión previa de los extremos de junta tal como se ha descrito anteriormente. Ahora bien, en este caso sería conveniente que los extremos de junta del núcleo solaparan ligeramente entre sí en dirección periférica (por ejemplo mediante un corte oblicuo). A la inversa sería posible utilizar en vez de elementos anulares cerrados 4 únicamente sectores anulares, y puentear por ejemplo sus puntos de unión mediante el núcleo.

40 La Figura 7 muestra en a) – g) otras formas de realización de levas según la invención.

45 En la variante de la Figura 7 a), un núcleo 30 de acero de alto contenido en carbono está flanqueado por ambos lados por unos elementos anulares 31 de acero de bajo contenido en carbono, con sección en forma de c, unidos con él mediante un acoplamiento positivo, así como por ejemplo mediante una técnica de soldadura por resistencia con aplicación de presión. En la variante de la Figura 7 b), la anchura b de dos elementos 33 de forma anular dispuestos a ambos lados de un núcleo 32 de un acero de alto contenido en carbono, está elegida con una dimensión menor que el espesor δ del núcleo 32, de modo que éste sobresale en dirección radial hacia el exterior sobre los elementos 33. En la variante de la Figura 7 c), las condiciones relativas a las anchuras b) o al espesor δ , están invertidas. También aquí se solapa el núcleo 34 y los elementos de forma anular 35 respectivamente en dirección axial. En la variante de la Figura 7 d), los elementos de forma anular 36 correspondientes a la Figura 7 b) están empotrados en unas ranuras laterales de un núcleo 37, o el núcleo 37 sobresale por ambos lados hacia el exterior por encima de los elementos 36 de forma anular, hasta sus caras frontales. Lo mismo es aplicable para la variante de la Figura 7 e), sólo que aquí los elementos de forma anular 38 tienen sección de forma triangular. En la forma de realización de la Figura 7 f) existe solamente un único elemento de forma anular 39 de acero de bajo contenido en carbono, que está situado enteramente debajo de un núcleo 40 de un acero de alto contenido en carbono. La leva obtiene de este modo una estructura en dos capas. En la forma de realización de la

Figura 7 g) las condiciones están finalmente invertidas por cuanto aquí a ambos lados de un núcleo 41 de un acero de bajo contenido en carbono están dispuestos dos elementos de forma anular 42 de un acero de alto contenido en carbono. En este caso la soldadura con el árbol del árbol de levas tendría que realizarse por ejemplo a través del núcleo 41.

5 En todos los ejemplos de realización antes descritos, se podrían emplear para la unión de las piezas de acero de alto contenido en carbono por una parte y del acero de bajo contenido en carbono por otra, no sólo la citada soldadura por resistencia con aplicación de presión sino también otras técnicas de unión, entre ellas procedimientos de técnica de soldadura blanda, plaquado, acoplamiento positivo, acoplamiento de fricción, acoplamiento positivo y de fricción, pegado, remachado y/o de técnica de soldadura por fricción.

REIVINDICACIONES

1.- Árbol de levas fabricado con varias levas fijadas sobre un árbol cada una mediante por lo menos una soldadura, siendo el árbol de un primer acero de bajo contenido en carbono, y en el que una zona de las levas que presenta una superficie de deslizamiento de los balancines templada o templable es de un acero de alto contenido en carbono,

caracterizado porque

5 las levas propiamente dichas están compuestas de dos materiales diferentes, concretamente el acero de alto contenido en carbono y un segundo acero de bajo contenido en carbono que puede soldarse bien con el acero del árbol, empleándose el segundo acero de bajo contenido en carbono por lo menos en una zona afectada por la soldadura.

2.- Árbol de levas según la reivindicación 1,

caracterizado porque

10 los distintos materiales de las levas están unidos entre sí mediante una técnica de soldadura blanda, plaqueado, con acoplamiento positivo, acoplamiento de fuerza, acoplamiento positivo y de fuerza, pegado, remachado y/o mediante una técnica de soldadura, en particular una técnica de soldadura por resistencia con aplicación de presión y/o una técnica de soldadura por fricción.

3.- Árbol de levas según una de las reivindicaciones 1 o 2,

caracterizado porque

15 las levas presentan un núcleo del acero de alto contenido en carbono que comprende la superficie de deslizamiento de los balancines, que está dispuesto en dirección axial entre por lo menos dos elementos del segundo acero de bajo contenido en carbono, de forma anular y/o de segmento anular, soldados con el árbol.

4.- Árbol de levas según una de las reivindicaciones 1 a 3,

caracterizado porque

20 las levas tienen una estructura de por lo menos dos capas, siendo una capa exterior que comprende la superficie de deslizamiento de los balancines, del acero de alto contenido en carbono, y por lo menos una capa interior soldada con el árbol, del segundo acero de bajo contenido en carbono.

5.- Árbol de levas según la reivindicación 1 o 4,

caracterizado porque

25 las levas presentan un núcleo del segundo acero de bajo contenido en carbono, soldado con el árbol, que en dirección axial está situado entre dos elementos de forma anular que rodean la superficie de deslizamiento de los balancines, y son de acero de alto contenido en carbono.

6.- Árbol de levas según una de las reivindicaciones 1 a 5,

caracterizado porque

30 la o las partes de las levas del segundo acero de bajo contenido en carbono están soldadas con el árbol en todo su perímetro.

7.- Árbol de levas según una de las reivindicaciones 1 a 6,

caracterizado porque

35 las partes de las levas que forman o comprenden las superficies de deslizamiento de los balancines están fabricadas cada una de por lo menos una banda perfilada curvada, donde la o las bandas perfiladas están separadas del árbol preferentemente en la zona del vértice de las levas.

8.- Árbol de levas según la reivindicación 7,

caracterizado porque

40 los extremos de la o de las bandas de perfil que coinciden a tope, están soldadas entre sí, en particular mediante una técnica de soldadura por resistencia con aplicación de presión.

9.- Árbol de levas según la reivindicación 7,

caracterizado porque

los extremos de la o de las bandas de perfil que se unen a tope están unidas entre sí únicamente por medio de la o las partes de las levas del segundo acero de bajo contenido en carbono.

5 10.- Árbol de levas según una de las reivindicaciones 7 a 9,

caracterizado porque

los extremos de la o de las bandas perfiladas que coinciden a tope están realizados solapándose entre sí en dirección periférica.

11.- Árbol de levas según una de las reivindicaciones 1 a 6,

10 **caracterizado porque**

la o las partes de las levas que forman las superficies de deslizamiento de los balancines son de una sola pieza, rodeando preferentemente el árbol de forma ceñida en todo su perímetro.

12.- Árbol de levas según una de las reivindicaciones 1 a 11,

caracterizado porque

15 por lo menos en una zona afectada por la soldadura está previsto en la o en las partes del segundo acero de bajo contenido en carbono contiguas al árbol, un anillo de pie, realizándose la soldadura a través de este anillo de pie.

13.- Árbol de levas según una de las reivindicaciones 1 a 12,

caracterizado porque

20 el primer acero de bajo contenido en carbono empleado para el árbol y/o el segundo acero de bajo contenido en carbono empleado para las levas presenta un contenido en carbono inferior al 0,5%.

14.- Árbol de levas según una de las reivindicaciones 1 a 13,

caracterizado porque

el acero de alto contenido en carbono empleado para la superficie de deslizamiento de los balancines en las levas presenta un contenido en carbono superior al 0,5%, pero en particular superior al 0,75%.

25 15.- Procedimiento para la fabricación de un árbol de levas según una de las reivindicaciones 1 a 14,

caracterizado porque

las levas se templan antes del ensamblado y adicionalmente eventualmente se revienen.

16.- Procedimiento para la fabricación de un árbol de levas según una de las reivindicaciones 1 a 14,

caracterizado porque

30 la soldadura para la fijación de las levas sobre el árbol se realiza estando las piezas que se van a soldar entre sí a temperatura ambiente.

17.- Procedimiento para la fabricación de un árbol de levas según una de las reivindicaciones 1 a 14,

caracterizado porque

la soldadura para la fijación de las levas sobre el árbol se realiza mediante una técnica de láser.

35 18.- Procedimiento para la fabricación de un árbol de levas según la reivindicación 15 para la fabricación de un árbol de levas según una de las reivindicaciones 1 a 14,

caracterizado porque

la soldadura para la fijación de las levas sobre el árbol se realiza con una velocidad de soldadura superior a 2 m/s, pero en particular superior a 4 m/s.

19.- Procedimiento para la fabricación de un árbol de levas según una de las reivindicaciones 1 a 14,

caracterizado porque

antes de soldar las levas con el árbol, se fijan previamente sobre el árbol de modo que sus elementos del segundo acero de bajo contenido en carbono que se han de soldar con el árbol, se retacan con el árbol.

5 20.- Levas tal como están definidas en una de las reivindicaciones 1 a 14.

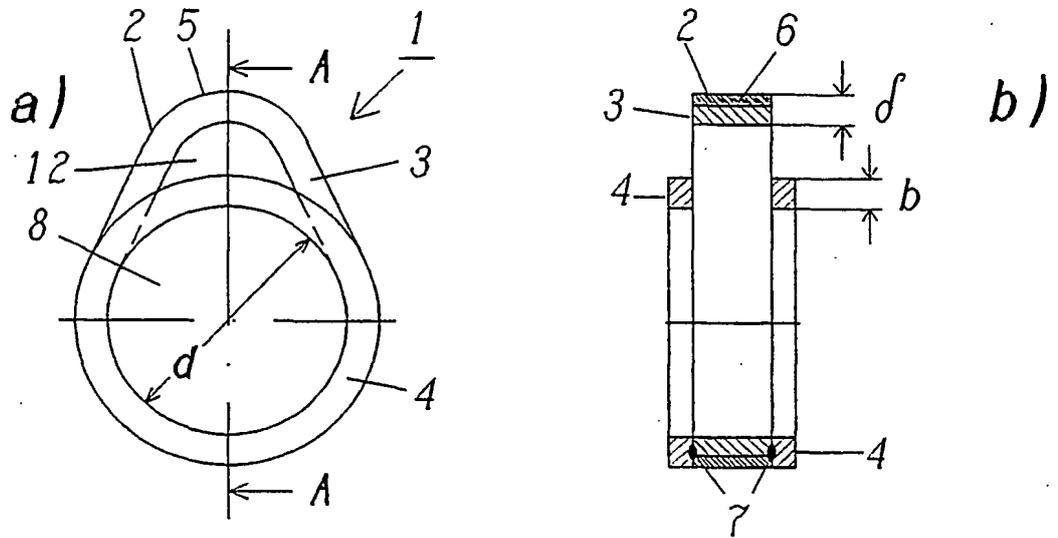


Fig. 1

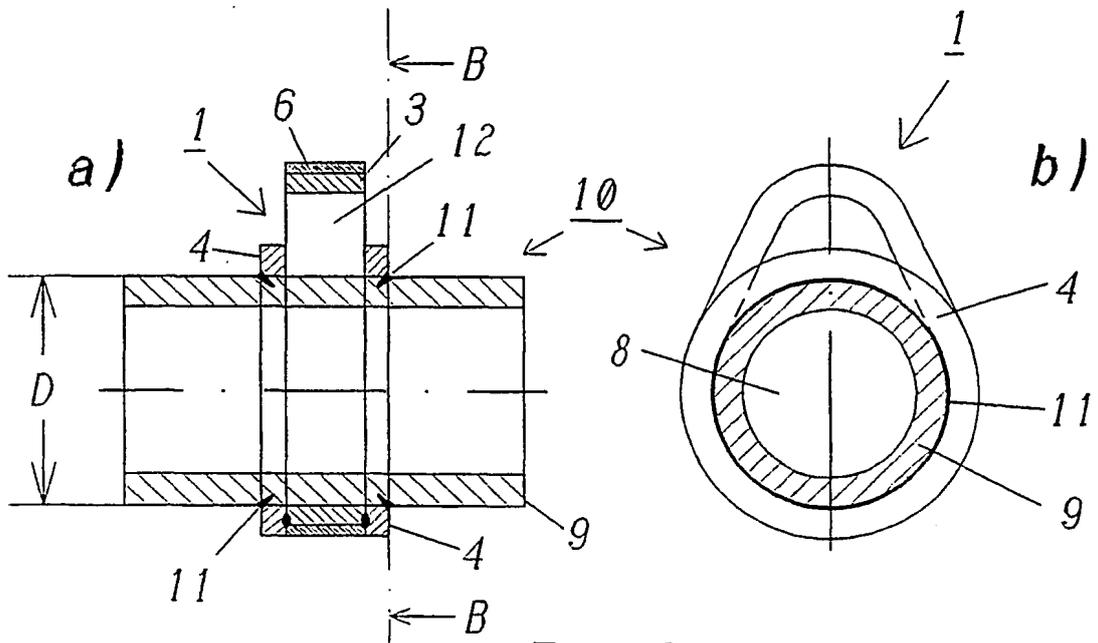


Fig. 2

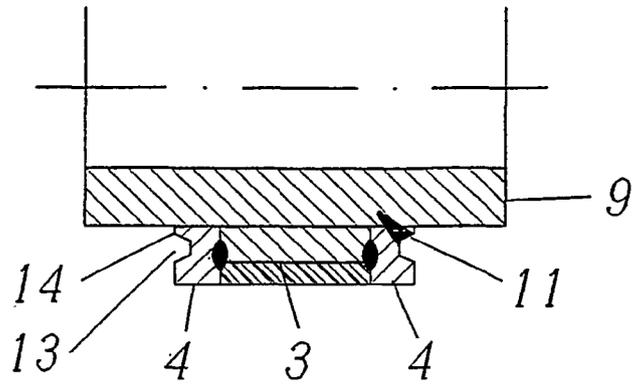


Fig. 3

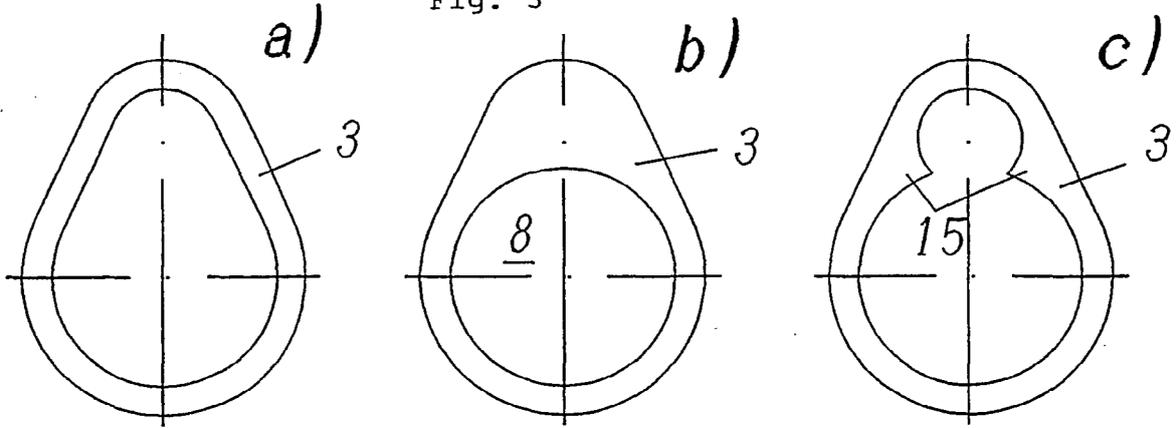


Fig. 4

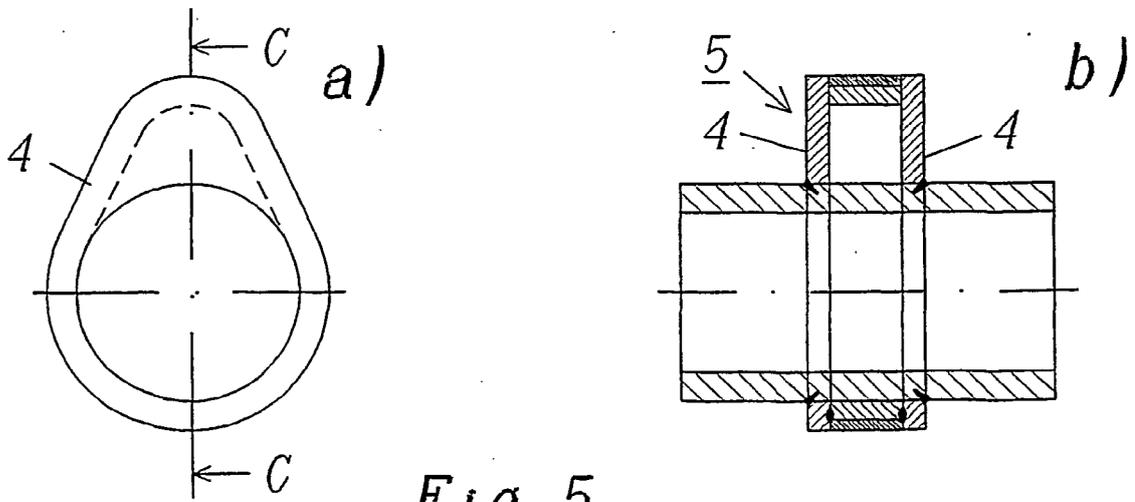


Fig. 5

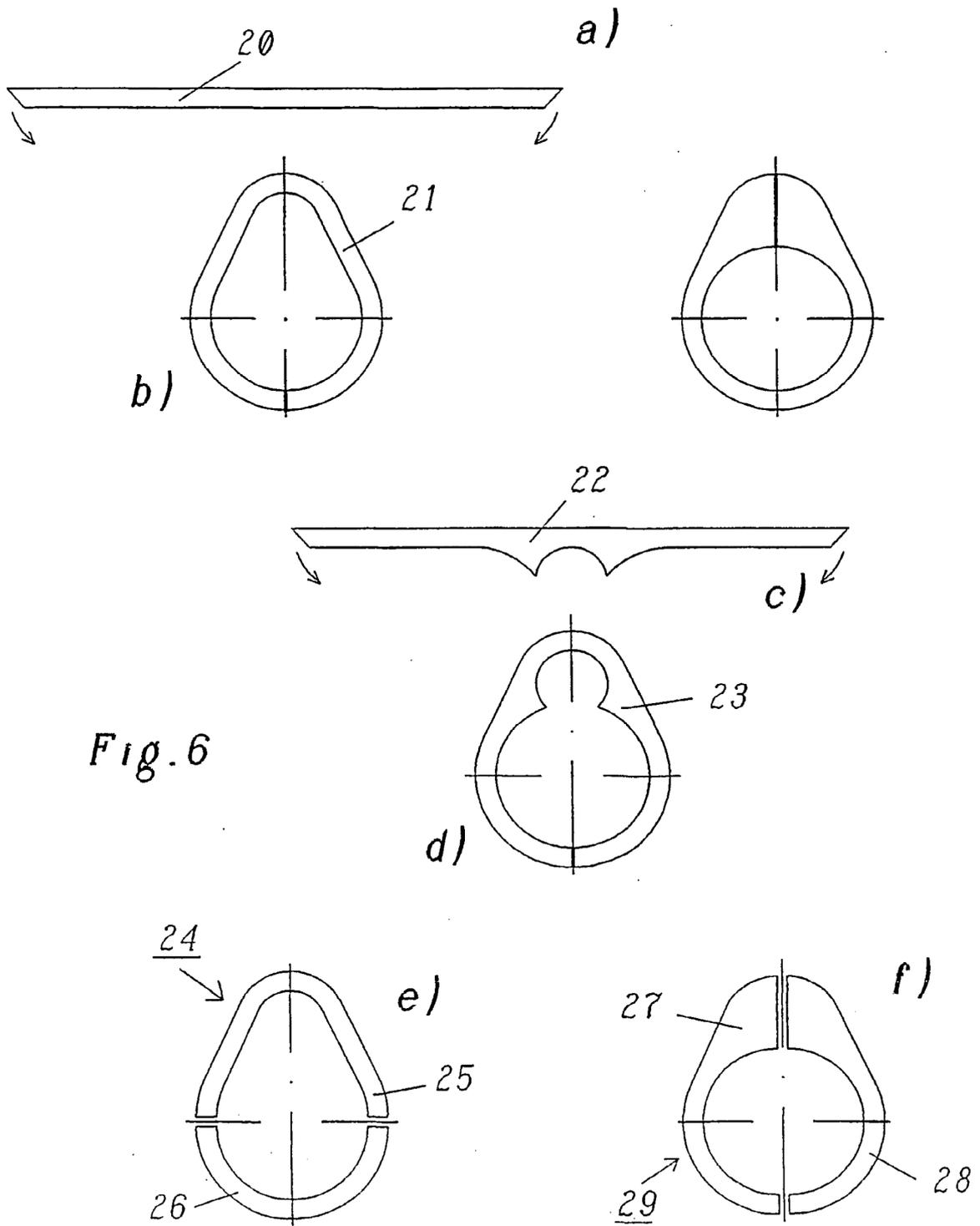


Fig. 6

