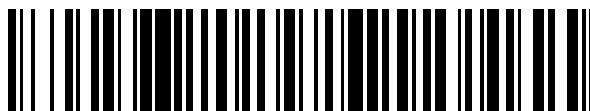


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 550 056**

51 Int. Cl.:

B22F 5/08 (2006.01)

B22F 7/08 (2006.01)

B22F 7/02 (2006.01)

C22C 21/02 (2006.01)

C22C 21/10 (2006.01)

C22C 21/14 (2006.01)

C22C 21/16 (2006.01)

F16H 55/06 (2006.01)

B23P 15/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.08.2011** **E 11177278 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.09.2015** **EP 2418034**

54 Título: **Compuesto sinterizado de rueda dentada y procedimiento para su fabricación**

30 Prioridad:

11.08.2010 DE 102010034014

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

04.11.2015

73 Titular/es:

**SCHWÄBISCHE HÜTTENWERKE AUTOMOTIVE
GMBH (100.0%)**

**Wilhelmstrasse 67
73433 Aalen-Wasseraalfingen, DE**

72 Inventor/es:

**BÖLSTLER, ALFRED y
DR. POHL, ANGELIKA**

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 550 056 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

Compuesto sinterizado de rueda dentada y procedimiento para su fabricación

La invención se refiere a un procedimiento para la fabricación de un cuerpo de rotación que incluye procedimientos de la metalurgia del polvo, a un compuesto sinterizado y a la utilización del compuesto sinterizado en un regulador de la aleta giratoria para la regulación de la posición angular giratoria de un árbol de control de la válvula con relación a un árbol de cigüeñal de un motor de combustión interna. El procedimiento es especialmente adecuado para la fabricación del compuesto sinterizado.

De acuerdo con la metalurgia del polvo, se pueden fabricar también componentes con geometría compleja, cuando los componentes están compuestos de cuerpos de partida prensados por separado y los cuerpos de partida son unidos fijamente entre sí por unión del material de forma duradera a través de sinterización común. Así, por ejemplo, se conoce a partir del documento EP 1 923 155 B1 un procedimiento para la fabricación de piezas de máquinas sinterizadas juntas, en el que un elemento interior cilíndrico y un elemento exterior en forma de barra son prensados individualmente, respectivamente, a partir de un polvo de una aleación a base de hierro y son sinterizados entre sí para formar un compuesto sólido. El elemento interior cilíndrico se forma con racores, que penetran axialmente en escotaduras del elemento exterior en forma de disco. Los racores se forman durante el prensado con una sobremedida radial, de manera que penetran con ajuste a presión en la escotadura respectiva y de esta manera se conectan en sus superficies circunferencias de manera continua fijamente con el elemento exterior en forma de disco durante la sinterización común. Enseñanzas comparables se contienen en los documentos DE 197 52 380 A1 y DE 10 2008 028 640 A1, que describen de la misma manera la sinterización conjunta de piezas brutas prensadas formadas por separado a partir de un polvo de una aleación a base de hierro. También de acuerdo con el estado de la técnica, la combinación de las piezas brutas prensadas bajo ajuste de presión radial es condición previa para la creación del compuesto sinterizado. El prensado de los cuerpos de partida o bien cuerpos de partida sobre ajuste a presión presupone una formación exacta, de tolerancia estrecha de los cuerpos de partida. También el posicionamiento de las piezas brutas prensadas a sinterizar entre sí en el ajuste a presión respectivo está unido con gasto y cuesta tiempo.

El documento WO 2008/004362 se refiere a un cuerpo de rotación, con una carcasa con una cubierta. La carcasa y la cubierta están formadas de fundición de aluminio y a continuación son sinterizadas juntas en lados frontales. El documento US 7.748.118 B3 se refiere a una rueda hueca de un primer polvo de aluminio con un inserto con un dentado interior, que está formado a partir de un segundo polvo de aluminio diferente del primero a través de prensado. El inserto se introduce totalmente en la rueda hueca, de manera que todo el lado exterior del inserto se apoya en el lado interior de la rueda hueca. La rueda hueca y el inserto se conectan entre sí en esta posición a través de sinterización. El documento El 1 126 040 A1 se refiere a un componente, que colabora con una contra parte de fricción sobre una superficie deslizante. El componente se fabrica a partir de una aleación de aluminio-silicio-cobre-magnesio a través de sinterización.

Un cometido de la invención es simplificar la fabricación de un compuesto sinterizado de cuerpos de partida formados por separado y de esta manera prestar una contribución a los costes de fabricación.

La invención parte del procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 para la fabricación según la metalurgia del polvo de un cuerpo de rotación, en el que al menos dos cuerpos de partida, a continuación un primer cuerpo de partida y un segundo cuerpo de partida, son prensados, respectivamente, de polvo metálico separados uno del otro, se yuxtaponen en contacto axial con superficies frontales con respecto a un eje longitudinal del cuerpo de rotación y se sinterizan fijamente entre sí de manera duradera a través de sinterización común. En aplicaciones del procedimiento, también sólo uno de los cuerpos de partida, por ejemplo el primer cuerpo de partida se puede prensar a partir del polvo metálico, mientras que el otro cuerpo de partida se forma de otra manera. La formación del otro cuerpo de partida incluye una fundición de este cuerpo de partida a partir de una colada a base de metal. El otro cuerpo de partida se puede formar directamente como pieza fundida, es decir, a través de la fundición de forma próxima al contorno final, pero se puede formar después de la fundición también a través de un tratamiento térmico o mecánico, en particular una transformación y, dado el caso, un procesamiento mecánico, como por ejemplo una mecanización por arranque de virutas. De esta manera se puede obtener especialmente a partir de un producto semiacabado, por ejemplo a partir de un producto semiacabado en forma de chapa o en forma de placa, por medio de un procedimiento de separación.

De acuerdo con la invención, los cuerpos de partida no son prensados o bien fundidos, sin embargo, a partir de un polvo metálico, cuya base es hierro, sino a partir de un polvo metálico o una colada de metal a base de aluminio. De acuerdo con lo que precede, esto significa que al menos uno de los cuerpos de partida es prensado a partir de polvo metálico a base de aluminio y el otro cuerpo de partida o bien es prensado de la misma manera a partir de un polvo metálico a base de aluminio o es fabricado bajo la inclusión de un procedimiento de fundición. La composición del material de aluminio es en ambos cuerpos de partida con preferencia la misma, al menos son los materiales de aluminio, si fuesen diferentes están adaptados entre sí hasta el punto de que durante la sinterización común aparece en la zona de la junta de los cuerpos de partida una unión sinterizada suficientemente fija. El polvo puede ser

especialmente un polvo de una única aleación de base de aluminio, también se puede tratar de una mezcla de polvo de diferentes aleaciones a base de aluminio o se puede tratar de un polvo mezclado totalmente diferente, cuya base es, sin embargo, en cualquier caso aluminio. Condicionado por el material, los cuerpos de partida durante la sinterización común se sinterizan conjuntamente en las superficies frontales posicionados en contacto axial, siendo sinterizados en este sentido. Los cuerpos de partida, en la medida en que son formados a través de prensado de acuerdo con la metalurgia del polvo, son sinterizados durante la sinterización común como tales y son sinterizados juntos en sus superficies frontales que entran en contacto entre sí, de manera que se obtiene un único cuerpo sinterizado más allá de las superficies frontales, un compuesto sinterizado.

El compuesto sinterizado presenta sobre toda su longitud una microtextura homogénea correspondiente, una textura sinterizada, también en la zona de unión más allá de las superficies frontales sinterizadas entre sí, aunque la zona de unión sinterizada junta se puede identificar todavía con el microscopio. De esta manera, el cuerpo compuesto puede presentar en todos los lugares, también axialmente más allá de la zona de unión, la misma microtextura. Pero en la zona de unión, también pueden estar presentes localmente lugares, en los que los cuerpos de partida no están totalmente sinterizados entre sí. Pero la unión es de manera más ventajosa al menos tan fija como las uniones habituales en el estado de la técnica, solamente en unión positiva o en unión por aplicación de fuerza. En el caso de que uno de los cuerpos de partida haya sido fabricado bajo la inclusión de un procedimiento de fundición, se aplican las explicaciones anteriores con respecto a un compuesto sinterizado de este tipo solamente para el cuerpo de partida formado de acuerdo con la metalurgia del polvo y la zona de unión. Más allá de la zona de unión, la textura sinterizada de uno de los cuerpos de partida pasa a la textura fundida del otro cuerpo de partida. La unión sinterizada generada en la zona de las superficies frontales es suficiente para garantizar la conexión por unión del material suficientemente fija para el uso del cuerpo de rotación de los componentes formados por separado del compuesto sinterizado o bien del cuerpo de rotación. Entonces se puede prescindir de una unión bajo ajuste prensado radial. De manera correspondiente se simplifican el moldeo a presión o el moldeo de otra manera y el posicionamiento de los cuerpos de partida a sinterizar entre sí. Además, se puede reducir el peso, por ejemplo, frente a un cuerpo de rotación de acero. Con la reducción del peso va implicada una disminución del momento de inercia. Como consecuencia, se pueden alcanzar rendimientos más altos. Además, son ventajosas la resistencia a la corrosión y la conductividad térmica de materiales de aluminio.

El polvo a base de aluminio es de acuerdo con su composición con preferencia un material sinterizado, una aleación sinterizada de aluminio. Si en el polvo se trata de una mezcla de diferentes aleaciones a base de aluminio o de un polvo mezclado de otra manera, entonces la mezcla es de acuerdo con su composición química con preferencia una aleación sinterizada de aluminio. El material sinterizado contiene en formas de realización preferidas silicio, cobre, magnesio o cinc, o bien solamente uno sólo de estos elementos o con preferencia una combinación de dos, tres o de todos los cuatro elementos. Así, por ejemplo, el material sinterizado puede ser, por ejemplo, una aleación de Al-Si-Cu-Mg o puede comprender como polvo un polvo que está constituido por una aleación de este tipo. En lugar o en común con silicio, la aleación puede contener también cinc. También puede estar contenido estaño. Se prefieren aleaciones que están constituidas por las siguientes porciones de aleación con relación a la masa: silicio = 0,5 – 16 %, cobre = 0,5 – 5 %, cinc = 0 – 7,0 %, magnesio = 0 – 6 %, de manera todavía más preferida: silicio = 10 – 15 %, cobre = 1 – 3 %, magnesio = 0 – 1 %, estaño = 0 – 0,5 %. También en estas indicaciones se aplica que solamente uno o cualquier combinación de estos implicados en la aleación, que se puede formar a partir de los intervalos puede estar contenido en el material de aluminio. Una aleación ventajosa de aluminio-silicio-cobre-magnesio puede presentar especialmente una porción de silicio del 14 %, una porción de cobre del 3 % y una porción de magnesio de 0,6 % o una porción de silicio de 14 %, una porción de cobre de 2,5 % y una porción de magnesio de 0,5 %, respectivamente, con relación al peso total de la aleación respectiva. El resto de la aleación de aluminio respectiva, aparte de las impurezas inevitables, está formado por el elemento aluminio. En el caso de que uno de los cuerpos de partida no se forme de acuerdo con la metalurgia de polvo, las explicaciones anteriores se aplican de la misma manera al menos con respecto a los implicados preferidos en la aleación del aluminio. Así, por ejemplo, el cuerpo de partida fabricado a partir de tal material de aluminio puede contener especialmente silicio o cinc para la elevación de la actividad de sinterización.

Puesto que la invención no requiere una sinterización conjunta de los cuerpos de partida en superficies que apuntan transversalmente al eje longitudinal del cuerpo de rotación, los cuerpos de partida pueden estar formados de tal manera que en contacto axial de sus superficies de unión, a saber, las superficies frontales, transversalmente al eje longitudinal solamente son móviles entre sí contra una fuerza de fricción que actúa en las superficies frontales, incluso en principio en cualquier dirección que apunta transversalmente al eje longitudinal. Las superficies frontales pueden ser sencillamente planas. Pero también pueden estar adaptadas entre sí o bien pueden estar arqueadas de manera adaptada. Los cuerpos de partida pueden estar en contacto entre sí, en efecto, en el estado posicionado para la sinterización común, también en superficies que apuntan transversalmente al eje longitudinal, para la realización del procedimiento de acuerdo con la invención, en particular para la resistencia de la unión, pero tal contacto no es necesario, como se ha dicho. En particular, con respecto a una dirección que apunta transversalmente al eje longitudinal, no es necesario ningún ajuste de presión, aunque tampoco debe excluirse. En formas de realización preferidas, los cuerpos de partida contactan entre sí en el estado posicionado relativamente entre sí solamente con superficies frontales planas, en las que se sinterizan entre sí a través de la sinterización

común.

Para facilitar el posicionamiento, dentro de las superficies frontales pueden estar formados elementos de posicionamiento, es decir, al menos un elemento de posicionamiento por cada cuerpo de partida, con preferencia al menos dos elementos de posicionamiento por cuerpo de partida. El o los posicionamientos del primer cuerpo de partida y el o los posicionamientos del segundo cuerpo de partida pueden colaborar durante el posicionamiento como elementos de centrado, para fijar los cuerpos de partida transversalmente al eje longitudinal relativamente entre sí. Tales elementos de posicionamientos pueden encajar directamente unos dentro de los otros, colaborando los elementos de posicionamiento como casquillo y conector. En una modificación, el primer cuerpo de partida y también el segundo cuerpo de partida pueden presentar, respectivamente, al menos una cavidad y un elemento de posicionamiento adicional puede encajar actuando como conector en ambas cavidades. Todavía en una variante, los elementos de posicionamiento de los cuerpos de partida pueden colaborar con uno o varios elementos de posicionamiento de una instalación de posicionamiento. Así, por ejemplo, el primer cuerpo de partida y el segundo cuerpo de partida pueden presentar, por ejemplo, respectivamente, al menos un taladro, que están alineados axialmente en el estado posicionado. Una instalación de posicionamiento puede presentar de manera correspondiente un pasador de posicionamiento o bulón de posicionamiento adecuado, que penetra en el estado posicionado a través del taladro de uno de los cuerpos de partida y se proyecta en el interior del taladro asociado del otro cuerpo de partida o también lo atraviesa. Tal elemento de posicionamiento externo de una instalación de posicionamiento no participa con preferencia en la reacción de sinterización. Pero también puede estar constituido de un material, que se disuelve durante el proceso de sinterización.

De acuerdo con la invención, los cuerpos de sinterización durante la sinterización común están desprendidos uno del otro, de manera que en el contacto axial de las superficies frontales solamente actúa el peso del cuerpo de partida colocado encima. No es necesaria una herramienta de sujeción, aunque no debe excluirse la utilización de una herramienta de este tipo. En formas de realización preferida, la sinterización común tiene lugar, sin embargo, en el contacto de presión floja de los cuerpos de partida, siendo generada la fuerza de presión axial solamente a través del propio peso del cuerpo de partida que está dispuesto encima. En el caso de utilización de polvos a base de hierro, en estas circunstancias no tendría lugar una sinterización conjunta, en cualquier caso no con la resistencia necesaria para una unión de transmisión del par de torsión de los cuerpos de partida. Es responsable una actividad de sinterización comparativamente más elevada del material de aluminio, que se puede elevar a través de la adición de silicio o de cinc. La palabra "o" se entiende aquí como también por lo demás en la invención en el sentido de "o inclusivo", por lo tanto, comprende el significado de "o bien... o" y que tiene también el significado de "y", en tanto que a partir de la relación concreta en cada caso no resulte exclusivamente sólo uno de estos dos significados. Con respecto a la adición de silicio o cinc, esto significa que el material de aluminio en una primera variante de estos dos elementos puede contener solamente silicio, en una segunda variante puede contener solamente cinc y en una tercera variante puede contener tanto silicio como también cinc.

La invención es especialmente adecuada también para la sinterización conjunta de cuerpos de partida formados por prensado, que experimentan en virtud de las diferencias de formación durante la sinterización común modificaciones de la forma, cuya medida se diferencia en una extensión considerable. Las diferencias en la modificación de la forma de los cuerpos de partidas a conectar entre sí son previsibles cuando la distribución de la masa del primer cuerpo de partida se diferencia de la distribución de la masa del segundo cuerpo de partida transversalmente al eje longitudinal en una medida considerable. Éste es el caso, por ejemplo, cuando el primer cuerpo de partida es prensado como estructura de casquillo con una pared de casquillo fina en la dirección circunferencial, al menos por secciones, en comparación con su radio exterior y el segundo cuerpo de partida es prensado como estructura en forma de disco. Así, por ejemplo, el segundo cuerpo de partida puede estar formado especialmente como disco anular con una anchura del anillo medida radialmente que es mayor que el espesor de la pared del casquillo del primer cuerpo de partida. En tales circunstancias, el primer cuerpo de partida experimenta durante la sinterización una modificación de la forma relativa mayor en dirección radial que el segundo cuerpo de partida. La diferencia con respecto a la modificación de la forma se amplifica todavía cuando la estructura de casquillo tiene una longitud axial mayor que la estructura de disco. En el caso de cuerpos verdes huecos como por ejemplo estructuras de casquillo y estructuras de anillo, la modificación relativa de la forma, es decir, la diferencia entre el estado sólo prensado y el estado sinterizado acabado, conocido también como contracción, es tan mayor cuanto menor es la relación del volumen exterior con respecto al volumen interior de la estructura hueca respectiva. Más allá de esta medida más bien global de la relación del volumen, interesa, como se ha mencionado anteriormente, la distribución de la masa en dirección radial y también la distribución de la masa en dirección circunferencial, refiriéndose las indicaciones de la dirección al eje longitudinal. Por lo tanto, cuanto menor es la relación entre el volumen exterior y el volumen interior y cuanto más se modifica, es decir, cuanto más brusca es la distribución de las masas en dirección radial o en dirección circunferencial, tanto mayor es la modificación relativa de la forma durante la sinterización.

Un compuesto sinterizado fabricado a partir de cuerpos de partida del tipo explicado es también como tal objeto de la invención. Tal compuesto sinterizado puede presentar especialmente una sección axial plana en forma de disco, obtenida a través de la sinterización común del segundo cuerpo de partida y otra sección axial, colocada axialmente en esta sección, obtenida a través de la sinterización común del primer cuerpo de partida, que es axialmente más larga y al menos por secciones radialmente más fina sobre su circunferencia que la sección axial en forma de disco.

La distribución axial es con preferencia tal que el primer cuerpo de partida solamente forma dicha estructura de casquillo y el segundo cuerpo de partida solamente forma la estructura de disco. Si no se obtiene uno de los cuerpos de partida a través de formación por prensado, sino de acuerdo con la técnica de formación con tratamiento o mecanización opcional siguiente, entonces se trata con preferencia del segundo cuerpo de partida, que forma la sección axial plana en forma de disco. Este cuerpo de partida se puede obtener de una manera más ventajosa a partir de una chapa de aluminio o, dado el caso, a partir de un producto semiacabado de aluminio en forma de disco. Pero en principio en su lugar también el otro cuerpo de partida se puede obtener a partir de un producto semiacabado de este tipo o puede estar presente directamente como pieza fundida.

En formas de realización preferidas, las secciones axiales del compuesto sinterizado, obtenidas en cada caso a partir de los cuerpos de partida presentan sobre su longitud axial, respectivamente, al menos esencialmente una sección trasversal constante, por lo tanto, vistas sobre su longitud axial respectiva, no presentan ninguna variación de la sección transversal esencial para la formación presada o sinterización. Tal forma cilíndrica simplifica la formación prensada del cuerpo de partida respectivo, que se puede formar axialmente, en la dirección de la prensa sin saltos del diámetro. A través de secciones transversales que no varían axialmente se pueden dominar también más fácilmente las modificaciones de la forma que aparecen durante la sinterización común de cuerpos de partida formados de acuerdo con la metalurgia del polvo. De la constancia de la sección transversal se exceptúan, sin embargo, los elementos de posicionamiento, por ejemplo salientes y cavidades que colaboran con ellos para el posicionamiento, en el caso de que se forme, en general, uno de los cuerpos de partida con un elemento de posicionamiento que se proyecta hacia abajo o hacia dentro.

Para reducir las modificaciones de la forma que se provocan a través de la sinterización, los cuerpos de partida prensado de polvo se pueden pre-sinterizar por debajo de una temperatura de sinterización necesaria para la sinterización propiamente dicha. La temperatura de sinterización de materiales de aluminio sinterizado está en el intervalo entre 500 y 650°C y se ajusta de manera adaptada al material de sinterización seleccionado en concreto. La pre-sinterización opcional tiene lugar a temperatura correspondientemente más baja, de manera más conveniente a una temperatura de pre-sinterización adaptada en función del material sinterizado, seleccionada a partir de la zona de 300 a 500 °C. A través de la pre-sinterización se pueden hacer crecer los cuerpos de partida. La pre-sinterización se puede realizar también sólo para fines de crecimiento. Con la pre-sinterización va implicada una cierta compactación, puesto que las partículas de polvo se cuecen entre sí ya en una cierta medida.

El primero o segundo cuerpos de sinterización pueden ser procesados mecánicamente después de la extracción bien lanzamiento desde la prensa de polvo y a continuación pueden ser posicionados para la sinterización común. Entre el procesamiento mecánico y la sinterización común se pueden pre-sinterizar los cuerpos de partida o con preferencia sólo, respectivamente, uno de los cuerpos de partida del compuesto sinterizado a crear, como se ha indicado anteriormente. En una variante del procedimiento tiene lugar un procesamiento mecánico adicionalmente o con preferencia ya después de la pre-sinterización opcional en el cuerpo de partida pre-sinterizado. El primero o el segundo cuerpos de partida se pueden calibrar individualmente después de la pre-sinterización o, dado el caso, después de un procesamiento mecánico opcional. El cuerpo de partida individual o el compuesto sinterizado se pueden someter a uno o varios procesamiento mecánicos, por ejemplo a un procesamiento por arranque de virutas o procesamiento de rectificación, para perforar tal vez uno o varios taladros, para crear una superficie especialmente lisa o uno o varios elementos funcionales en el cuerpo de partida individual, con preferencia el cuerpo de partida presinterizado, o en el compuesto sinterizado.

En formas de realización preferidas, en las que el primero y el segundo cuerpos de partida son prensados a partir de polvo y la modificación de la forma relativa en uno de los cuerpos de partida, en virtud de la forma, es mayor que en el otro, se pre-sinteriza solamente en cada caso este cuerpo de partida, mientras que el otro es sometido en el estado prensado sin pre-sinterización a la sinterización común. En los casos descritos anteriormente, en los que el primer cuerpo de partida había experimentado durante la sinterización directamente a partir del estado prensado la máxima modificación relativa de la forma, es pre-sinterizado con preferencia, respectivamente, sólo el primer cuerpo de partida de cada compuesto sinterizado.

Por lo que se refiere al compuesto sinterizado como tal, la invención se refiere especialmente a un compuesto sinterizado, que presenta una rueda hueca con al menos una aleta y un disco de accionamiento colocado axialmente en la rueda hueca y conectado de forma resistente al giro con la rueda hueca. El primer cuerpo de partida puede formar en el compuesto sinterizado la rueda hueca y el segundo cuerpo de partida puede formar el disco de accionamiento. La rueda hueca puede estar formada especialmente como la estructura de casquillo explicada anteriormente y el disco de accionamiento puede estar formado especialmente como la estructura de disco mencionada anteriormente. La rueda hueca y el disco de accionamiento son prensados por separado uno del otro con preferencia, respectivamente, a partir de un polvo metálico a base de aluminio, con preferencia del tipo descrito, y son unidos entre sí de forma resistencia al giro por medio de sinterización común en el sentido explicado, de manera que en el uso del compuesto sinterizado, los pares de torsión introducidos en el disco de accionamiento son transmitidos a través de la unión sinterizada sobre la rueda hueca. La rueda hueca presenta una pared que se extiende alrededor del eje longitudinal mencionado con respecto al cuerpo de rotación y presenta la al menos una aleta, que se proyecta transversalmente al eje longitudinal, con preferencia hacia dentro, desde la pared. De manera

más conveniente, varias de tales aletas se proyectan desde la pared de la rueda hueca, estando dispuesta la pluralidad de aletas con preferencia, vistas sobre la periferia, distribuidas de una manera uniforme alrededor del eje longitudinal.

5 El disco de accionamiento puede servir en una máquina o componente de máquina que comprende el compuesto sinterizado como polea de correa en una transmisión por correa, o bien como polea de correa de fricción o con preferencia como polea de correa dentada, como rueda de cadenas de una transmisión de cadena o como rueda dentada de una transmisión de ruda dentada, en particular de un engranaje de rueda dentada recta. El disco de accionamiento presenta en formas de realización preferidas, que circulan alrededor de un eje longitudinal, un dentado, con preferencia un dentado exterior.

10 Un compuesto sinterizado el tipo acorde con la invención se puede utilizar como estator para la fabricación de un regulador de aletas de articulación para la regulación de la posición angular giratoria de un árbol de control de válvula, por ejemplo de un árbol de levas, con relación a un árbol de cigüeñal de un motor de combustión interna. Como estator se designa aquella parte del regulador de aletas de articulación, que es accionada en relación angular giratoria fija con respecto al árbol de cigüeñal y que arrastra sobre un rotor del regulador de aletas de articulación
15 sobre el árbol de control de la válvula. El rotor es giratorio en vaivén con relación al estator alrededor del eje longitudinal dentro de un ángulo de articulación limitado y de esta manera la posición del ángulo de giro del árbol de control de la válvula es regulable con respecto al árbol del cigüeñal. El estator puede estar acoplado mecánicamente por medio de su disco de accionamiento con el árbol del cigüeñal, en particular a través de una transmisión de cadena o transmisión de correa dentada. Se describen reguladores de aletas de articulación del tipo al que se refiere
20 la invención, por ejemplo, en los documentos DE 10 2007 020 431 B y DE 10 2009 024 482. Los estatores de los reguladores de aletas de articulación conocidos están compuestos por varias partes formadas separadas unas de las otras, que están unidas entre sí en unión positiva o por aplicación de fuerza o a través de soldadura por unión del material. Las partes unidas de tales estatores son fabricadas individualmente, en efecto, también ya según la metalurgia del polvo, pero hasta ahora de manera convencional, por ejemplo, a través de unión por prensado, unión atornillada o soldadura. Sin embargo, a partir del estado de la técnica no se deduce una confluencia de las funciones
25 de un disco de accionamiento que puede ser activado externamente, por ejemplo de un árbol de cigüeñal y de una rueda de aletas o bien rueda hueca de aletas que se acciona internamente con relación al regulador de aletas de articulación.

30 Las características preferidas de la invención se describen también en las reivindicaciones dependientes y sus combinaciones.

A continuación se explican ejemplos de realización de la invención con la ayuda de las figuras. Las características publicadas en los ejemplos de realización forman en cada caso individualmente y en cualquier combinación los objetos de las reivindicaciones y también las configuraciones explicadas anteriormente. En este caso:

La figura 1 muestra un compuesto sinterizado de un primer ejemplo de realización en una vista en perspectiva.

35 La figura 2 muestra un compuesto sinterizado del primer ejemplo de realización en otra vista en perspectiva.

La figura 3 muestra un compuesto sinterizado de un segundo ejemplo de realización en una vista en perspectiva.

La figura 4 muestra un compuesto sinterizado del segundo ejemplo de realización en otra vista en perspectiva.

La figura 5 muestra un primer cuerpo de partida formado a través de prensado para el compuesto sinterizado del primer ejemplo de realización.

40 La figura 6 muestra un segundo cuerpo de partida formado a través de prensado para el compuesto sinterizado del primer ejemplo de realización.

La figura 7 muestra una primera zona de la textura de un compuesto sinterizado de acuerdo con la invención.

La figura 8 muestra una segunda zona de la textura del compuesto sinterizado de la figura 7.

45 La figura 9 muestra un regulador de aletas de articulación con el compuesto sinterizado del segundo ejemplo de realización, y

La figura 10 muestra un regulador de aletas de articulación con el compuesto sinterizado del primer ejemplo de realización.

50 La figura 1 muestra un cuerpo de rotación de un primer ejemplo de realización en una vista en perspectiva sobre uno de los dos lados frontales axiales del cuerpo de rotación, y la figura 2 muestra el mismo cuerpo de rotación en una vista en perspectiva sobre el lado frontal opuesto. El cuerpo de rotación es un cuerpo compuesto fabricado de acuerdo con la metalurgia del polvo, un compuesto sinterizado. Presenta dos secciones axiales 1 y 5 formadas separadas una de la otra, que están sinterizadas adyacentes con lados frontales 4 y 6 dirigidos entre sí, es decir,

que están sinterizadas entre sí. Las superficies frontales 4 y 6 sinterizadas juntas forman una zona de unión interior del cuerpo de rotación.

La primera sección axial forma una rueda hueca 1 con una pared de rueda hueca 2 circundante alrededor de un eje longitudinal central L y varias mordazas o aletas 3 que se proyectan desde la pared de la rueda hueca 2 hacia dentro en dirección al eje longitudinal central L. Las aletas 3 están distribuidas en dirección circunferencial, por ejemplo a distancias angulares iguales alrededor del eje longitudinal L. La pared de la rueda hueca 2 presenta entre aletas 3 adyacentes en dirección circunferencial, medido en dirección radial, un espesor reducido en comparación con un diámetro exterior de la pared del espacio hueco 2, de manera ejemplar el diámetro exterior de la pared del espacio hueco 2 es muchas veces mayor que su espesor.

La segunda sección axial 5 es una estructura de disco, en la que se puede introducir para un accionamiento de rotación del cuerpo de rotación un par motor externo y que se designa, por lo tanto, a continuación también como disco de accionamiento 5. El disco de accionamiento 5 es, por ejemplo, una rueda de cadenas. La rueda de aletas o rueda hueca 1 y el disco de accionamiento 5 están sinterizados entre sí en las superficies frontales internas 4 y 6 para el compuesto sinterizado 1, 5, en la superficie frontal 4 de la rueda hueca 1 y en la superficie frontal 6 asociada axialmente opuesta del disco de accionamiento 5 y de esta manera están unidos entre sí de forma duradera por unión del material. Esta unión sinterizada, que está constituida por las superficies frontales 4 y 6, es con preferencia uniforme sobre toda la periferia del compuesto sinterizado 1, 5. De manera más ventajosa, existe tanto en las secciones circunferenciales, en las que están formadas las aletas 3 como también en las secciones intermedias, en las que la rueda hueca 1 solamente presenta la pared de la rueda hueca 2 comparativamente fina. La rueda hueca 1 y el disco de accionamiento 5 están sinterizados, en general, de una manera uniforme entre sí tanto sobre toda la periferia como también en dirección axial en contacto axial, con lo que se obtiene una superficie de unión que corresponde en la mayor medida posible a la geometría de estos componentes. En modificaciones, dentro de las superficies adyacentes entre sí pueden estar formadas también zonas superficiales, en la que la rueda hueca 1 y el disco de accionamiento 5 no están sinterizados entre sí. Para la transmisión del par de torsión es ventajosa, sin embargo, una sinterización en la superficie más grande posible dentro de los límites predeterminados por las geometrías.

El disco de accionamiento 5 está formado adaptado sobre su periferia interior adaptado a la periferia interior de la rueda hueca, la rueda hueca 1 y el disco de accionamiento 5 presentan el mismo contorno interior. El disco de accionamiento 5 presenta de manera correspondiente unas proyecciones inferiores 8 que están adaptadas de manera correspondiente a las aletas 3 en la sección transversal y que se proyectan hacia dentro, en dirección a la zona central y se solapan con las aletas 3. El disco de accionamiento 5 se proyecta hacia fuera sobre toda su periferia más allá de la rueda hueca 1 y presenta en la zona en proyección un dentado exterior de forma circundante.

El disco de accionamiento 5 es al menos esencialmente un disco axialmente plano con la misma sección transversal al menos esencialmente sobre toda su extensión axial. El disco de accionamiento 5 es un disco anular con las secciones anulares adaptadas al contorno de las aletas 3 y con secciones circulares que permanecen libres en medio en la dirección circunferencial. La rueda hueca 1 presenta una extensión axial mayor en comparación con el disco de accionamiento 5, que está formada como una estructura de casquillo axialmente corta. El contorno exterior forma un círculo alrededor del eje longitudinal L. El contorno interior se compone del contorno de las aletas 3 y de secciones circulares dispuestas en medio. La rueda hueca 1 presenta de la misma manera en dirección longitudinal al menos esencialmente en general la misma sección transversal. Las aletas 3 y las secciones circunferenciales del disco de accionamiento 5 que las solapan son atravesadas por taladros axiales 7, que sirven para el montaje del cuerpo de rotación.

Para la fabricación del compuesto sinterizado 1, 5 se prensan la rueda hueca y el disco de accionamiento 5, respectivamente, por separado a partir de un polvo metálico en una prensa de polvo. En el polvo metálico se trata de un aluminio sinterizado, por ejemplo de una aleación de aluminio sinterizado en forma de polvo o una mezcla de polvo, que corresponde en su composición general a una aleación de aluminio sinterizado. Los cuerpos de partida o piezas brutas verdes obtenidas a través de moldes de prensado de forma próxima al contorno final, opcionalmente pre-sinterizados después del prensado, a saber, un primer cuerpo de partida 1 que se corresponde con la rueda hueca y un segundo cuerpo de partida 5 que se corresponde con el disco de accionamiento 5, se colocan adyacentes entre sí con sus superficies frontales 4 y 6 todavía libres en este instante, como se deduce a partir de las figuras 1 y 2 para el compuesto 1, 5 y se sinterizan a una temperatura de sinterización T_s seleccionada de forma adecuada en común en el estado adyacentes entre sí, de manera que se sinterizan, en general, de una manera uniforme entre sí sobre las superficies frontales 4 y 6 adyacentes entre sí en el contacto axial. Los taladros 7 se pueden mecanizar en el compuesto sinterizado 1, 5 obtenido de esta manera o con preferencia se pueden formar en los cuerpos de partida 1 y 5, especialmente se pueden formar ya durante el prensado de los cuerpos de partida 1 y 5.

Una formación de los taladros 7 ya en los cuerpos de formación 1 y 5 tiene la ventaja de que los taladros 7 pueden servir durante la yuxtaposición para la sinterización común para el posicionamiento y la fijación floja de los cuerpos de partida 1 y 5, insertando a través de uno o con preferencia de varios de los taladros 7 uno o en cada caso un

pasador o bulón de ajuste que sirve como elemento de posicionamiento. Así, por ejemplo, una instalación de posicionamiento que sirve para el posicionamiento para la sinterización puede presentar tales elementos de posicionamiento, y los cuerpos de partida 1 y 5 que deben sinterizarse entre sí se pueden acoplar sobre el o los elementos de posicionamiento de la instalación de posicionamiento con sus taladros 7. En lugar de utilizar tales taladros 7 como elementos de posicionamiento o también adicionalmente a ellos se puede crear en las superficies frontales 4 y 6 durante el prensado de los cuerpos de partida 1 y 5 o a través de un procesamiento mecánico opcional, respectivamente, al menos un elemento de posicionamiento, a saber, al menos un elemento de posicionamiento de la rueda hueca 1 y al menos un elemento de posicionamiento del disco de accionamiento 5. Uno de los elementos de posicionamiento que colaboran durante la unión puede ser una cavidad y el otro puede ser una proyección correspondiente. Pero el elemento de posicionamiento y su contra elemento de posicionamiento se pueden formar ambos como cavidades y se puede insertar un elemento de posicionamiento adicional, que encaja en el estado posicionado en las cavidades axialmente opuestas entre sí. Tal elemento de posicionamiento adicional está formado con preferencia de un material, que se sinteriza durante la sinterización común con el cuerpo de partida de la rueda hueca 1 y el cuerpo de partida del disco de accionamiento 5. Con preferencia, tal elemento adicional está fabricado de la misma manera de un material a base de aluminio.

Las figuras 3 y 4 muestran un cuerpo de rotación de un segundo ejemplo de realización, que está formado de la misma manera como compuesto sinterizado de una rueda hueca 1 y un disco de accionamiento 10. La rueda hueca 1 corresponde a la del primer ejemplo de realización. El disco de accionamiento 10 corresponde en partes amplias al disco de accionamiento 5 del primer ejemplo de realización, pero se diferencia de éste con respecto a su zona radialmente interior. Mientras que el disco de accionamiento 5 está formado adaptado con su contorno interior al contorno interior de la rueda hueca 1, el disco de accionamiento 10 forma una especie de tapa o fondo del cuerpo de rotación del segundo ejemplo de realización. En virtud de esta diferencia de forma, el cuerpo de rotación del segundo ejemplo de realización presenta esencialmente la forma de una cazoleta con un fondo de cazoleta formado por el disco de accionamiento 10 y con una pared de cazoleta formada por la rueda hueca 1 y que se proyecta axialmente desde la rueda hueca 1. El disco de accionamiento 10 se extiende radialmente hacia dentro, en dirección al eje longitudinal central L, visto sobre toda su periferia, sobre la pared del espacio hueco 2, por ejemplo también más allá de las aletas 3. En el centro del disco de accionamiento 10 permanece un taladro de paso redondo central, es decir, que el contorno interiores de forma ejemplar redondo circular. Aparte de las diferencias mencionadas con relación a la forma del disco de accionamiento 10 y que se deducen a partir de las figuras, el cuerpo de rotación del segundo ejemplo de realización corresponde al del primer ejemplo de realización en todos los aspectos, en particular en lo que se refiera al material sinterizado y a la unión sinterizada en las superficies frontales 4 y 11 que contactan axialmente entre sí durante la sinterización común, de manera que la superficie frontal 11 se diferencia de la superficie frontal 6 del primer ejemplo de realización solamente radialmente hacia dentro fuera de la zona de sinterización. Las superficies de unión propiamente dichas son iguales que en el primer ejemplo de realización.

Las figuras 5 y 6 muestran los cuerpos de partida 1 y 5 después de la formación en la prensa, es decir, antes de la unión. Los cuerpos de partida 1 y 5 son prensados en una forma tal que corresponden después de la sinterización común y después de la retracción implicada con ello al contorno final del compuesto sinterizado 1, 5 que debe crearse. Los cuerpos de partida 1 y 5 son prensados con preferencia a partir del mismo material sinterizado, un polvo de aluminio sinterizado, en la forma que se deduce a partir de las figuras 5 y 6. Después del desmoldeo y de la extracción fuera del útil de prensa respectivo, se pueden repasar mecánicamente, por ejemplo para eliminar una capa de prensado que se forma durante el prensado.

Los cuerpos de partida 1 y 5 son posicionados relativamente entre sí para la sinterización común, de manera que se apoyan axialmente con las superficies frontales 4 y 6, sus superficies de unión. Las superficies frontales 4 y 6 son superficies de unión planas, que apuntan radialmente hacia el eje longitudinal L del cuerpo de partida 1 y 5 respectivo. Estas superficies de unión 4 y 6 solamente son atravesadas por los taladros de paso 7. En el estado adyacente entre sí, uno de los cuerpos de partida 1 y 5 descansa, especialmente por la fuerza de la gravedad, es decir, por su propio peso sobre el otro de los cuerpos de partida 1 y 5.

Los cuerpos de partida 1 y 5 sin sinterizados en común con sus superficies frontales 4 y 6 adyacentes entre sí en un horno de sinterización a temperatura de sinterización T_s . La temperatura de sinterización T_s se selecciona adaptada al material sinterizado y está en el material sinterizado utilizado de acuerdo con la invención, el aluminio sinterizado, en el intervalo entre 500 °C y 650 °C. Los cuerpos de partida 1 y 5 se sinterizan en este caso de una manera uniforme sobre las superficies de contacto o bien superficies de unión en el lado frontal y forman en el compuesto sinterizado 1, 5 obtenido de esta manera, su zona de unión interna. En virtud del material sinterizado seleccionado es suficiente que los cuerpos de partida 1 y 5 se coloquen adyacentes o dicho con más precisión superpuestos durante la sinterización en contacto de presión floja, solamente en virtud del propio peso de un cuerpo sinterizado 1 ó 5 colocado encima.

Para posicionar los cuerpos de partida 1 y 5 para la sinterización relativamente entre sí, se puede utilizar una instalación de posicionamiento. Las parejas a sinterizar entre sí formadas, respectivamente, por un cuerpo de partida 1 y un cuerpo de partida 5 pueden descansar sobre un lado superior de la instalación de posicionamiento, de manera que unos elementos de posicionamiento que se proyectan desde el lado superior de la instalación de

posicionamiento penetran en el interior de los taladros 7 de los dos cuerpos de partida 1 y 5 y de esta manera posicionan los cuerpos de partida relativamente entre sí. En el caso de que los taladros 7 no estén presentes o dado el caso, también adicionalmente en las superficies frontales 4 y 6 pueden estar formados unos salientes y cavidades de posicionamiento, que pueden posicionar directamente en colaboración los cuerpos de partida 1 y 5 relativamente entre sí. De manera más conveniente, cada uno de los cuerpos de partida 1 y 5 presenta al menos dos elementos de posicionamiento de este tipo. En lugar de elementos de posicionamiento que colabora directamente, también en cada una de las superficies frontales 4 y 6 puede estar formada, respectivamente, al menos una cavidad de posicionamiento, en la que encaja para el posicionamiento un elemento de posicionamiento adicional.

El cuerpo de partida 5 que forma en el compuesto sinterizado 1, 5 el disco de accionamiento 5 es geométricamente más compacto que el cuerpo de partida 1, en particular debido a la pared comparativamente fina del casquillo o bien de la rueda hueca 2 entre las aletas 3. El cuerpo de partida 1 presenta en dirección radial y también en dirección circumferencial una distribución más irregular de las masas que el cuerpo de partida 5. En virtud de estas diferencias de forma es previsible que el cuerpo de partida 1 experimente durante la sinterización común una modificación de la forma relativa mayor que el cuerpo de partida 5, si los cuerpos de partida 1 y 3 prensados y opcionalmente repasados mecánicamente fuesen sinterizados a la temperatura de sinterización T_s . Como modificación de la forma o retracción en el cuerpo de partida respectivo 1 y 2 se entiende la diferencia en la forma entre el estado sólo prensado y el estado sinterizado acabado.

En una variante del procedimiento, se pre-sinteriza el cuerpo de partida 1 antes de la sinterización común a una temperatura por debajo de la temperatura de sinterización T_s . La temperatura de pre-sinterización se selecciona de acuerdo con el material sinterizado a partir del intervalo entre 300°C y 500°C. A través de la pre-sinterización crece también de manera más ventajosa el cuerpo de partida 1. En la variante del procedimiento, como se describe anteriormente para la variante básica, se colocan las parejas a sinterizar entre sí de cuerpos de partida 1 y 5, se sinteriza en común, respectivamente, un cuerpo de partida 1 pre-sinterizado y un cuerpo de partida 5 presente todavía con la textura de prensa y de esta manera se sinterizan en común sobre las superficies frontales 4 y 6 adyacentes entre sí. El cuerpo de partida 1 se puede calibrar individualmente después de la pre-sinterización. En una modificación, el cuerpo de partida 5 puede ser pre-sinterizado, como se ha descrito anteriormente, y opcionalmente puede ser calibrado en el estado pre-sinterizado. El cuerpo de partida 1 ó 5 pre-sinterizado se puede procesar antes o después de una calibración individual opcional también individualmente de otra manera, si fuese necesario un procesamiento mecánico.

Todavía en otra variante del procedimiento, el cuerpo de partida 1 o el cuerpo de partida 5 se pueden sinterizar individualmente de forma acabada antes de la sinterización común a temperatura de sinterización T_s . El cuerpo de partida 1 ó 5 respectivo no participa en la sinterización común, por lo tanto, ya como pieza bruta verde sólo prensada u opcionalmente pre-sinterizada, sino como cuerpo sinterizado de partida acabado.

Después de la sinterización común, el compuesto sinterizado 1, 5, a saber, las secciones axiales 1 sinterizadas en sí y sinterizadas entre sí, obtenidas a partir de los cuerpos de partida 1 y 5, puede ser mecanizado posteriormente o mecanizado adicionalmente, si fuera necesaria una mecanización posterior o una mecanización adicional.

La fabricación del compuesto sinterizado 1, 10 del segundo ejemplo de realización corresponde a la del primer ejemplo de realización tanto en la realización de la variante básica como también en las variantes del procedimiento con cuerpos e partida 1 pre-sinterizados o sinterizados acabados o cuerpos de partida 10 pre-sinterizados o sinterizados acabados.

Las figuras 7 y 8 son micrografías longitudinales, que muestran la microtextura del compuesto sinterizado del primer ejemplo de realización en la zona de la junta en diferentes lugares en dirección radial del compuesto sinterizado. En la zona de la micrografía de la figura 7, no se puede reconocer la zona e la junta en la ampliación representa, el compuesto sinterizado presenta en esta sección parcial más allá de la zona de la junta, en general, una textura sinterizada uniforme. En la sección parcial mostrada en la figura 8 de la zona de la textura, ésta se puede reconocer por secciones y se identifica con flechas laterales. Sin embargo, ha tenido lugar una sinterización también en esta sección parcial, solamente permanecen puntos locales de una sinterización no totalmente completa, lo que se puede tolerar, sin embargo, con respecto a la resistencia del compuesto sinterizado, también con respecto a la resistencia de larga duración. Si no se hubieran sinterizado los dos cuerpos de partida 1 y 5 entre sí, sino que se han atornillado entre sí, por ejemplo, de manera convencional, la unión no sería tampoco en general igual sobre toda la zona de unión, sino que presentarían lugares de resistencia más alta y más baja. Para el compuesto sinterizado del segundo ejemplo de realización ha resultado en ensayos una microtextura comparable.

En la figura 9 se representa un árbol de levas N de un motor de combustión interna con un regulador de las aletas de articulación, que está montado en un extremo axial sobre el árbol de levas N. El árbol de levas N sirve de manera conocida para el control de válvulas del motor de combustión interna. El regulador de las aletas de articulación comprende un estator, que es accionado de forma giratoria en relación fija del ángulo de giro por un árbol de cigüeñal del motor de combustión interna, y un rotor 15, que está conectado fijo contra giro con el árbol de leva N por medio de un elemento de activación 16 y está acoplado para el accionamiento giratorio común con el estator. El

rotor 15 es giratorio en vaivén dentro del acoplamiento con relación al estator alrededor del eje longitudinal L común con el árbol de levas N sobre una zona limitada del ángulo de giro. La posición del ángulo de giro del árbol de levas N se puede regular de manera correspondiente a esta zona el ángulo de giro con relación a la posición del ángulo de giro del árbol de cigüeñal.

- 5 El estator comprende el compuesto sinterizado 1, 10 o bien los cuerpos de rotación 1, 10 del segundo ejemplo de realización y una tapa 14, que está conectada de forma fija contra giro con el compuesto sinterizado 1, 10, por medio de varios elementos de fijación 13. De forma ejemplar, se trata de una unión atornillada. Los elementos de fijación 13 atraviesan los taladros 7 y apéndices de taladros formados de manera correspondiente en la tapa 14.

- 10 El rotor 15 presenta aletas distribuidas alrededor del eje longitudinal L del árbol de levas N, que colaboran con las aletas 3 del compuesto sinterizado 3, 10, que se proyectan desde una zona central del rotor 15 hacia fuera. El estator 1, 10, 14 forma una carcasa hermética a fluido para el rotor 15. Entre el estator 1, 10, 14 y el rotor 15 están formadas de manera conocida cámaras de fluido a presión, que son activadas de manera igualmente conocida, alrededor de la posición relativa del ángulo de giro entre el estator 1, 10, 14 y el rotor 15 y como consecuencia alrededor de la posición del ángulo de giro entre el árbol de cigüeñal y el árbol de levas N en adaptación al estado de funcionamiento del motor de combustión interna.

- 15 Para el compuesto sinterizado 1, 10 las superficies frontales 4 y 11 presentes antes de la sinterización conjunta, que forman ahora la zona de unión del compuesto sinterizado 1, 10 de una sola pieza, se indican con línea de trazos. El compuesto sinterizado 1, 10 forma con su disco de accionamiento 10, como se ha mencionado, una de las dos tapas de la carcasa del estator 1, 10, 14, con lo que se puede reducir el número de las partes que deben unirse entre sí para formar el estator.

- 20 La figura 10 muestra un árbol de levas N con un regulador de las aletas de articulación, cuyo estator está formado con el compuesto sinterizado 1, 5 del primer ejemplo de realización. El compuesto sinterizado 1, 5 forma en virtud de la forma del disco de accionamiento 5 solamente una pieza media de la carcasa del regulador que rodea el rotor 15 en la periferia exterior. Para completar la carcasa formada por el estator es necesaria, por lo tanto, una tapa 12 adicional, que está dispuesta opuesta axialmente a la tapa 14 sobre el otro lado del rotor 15. Las dos tapas 12 y 14 están conectadas entre sí de forma fija contra giro y hermética a fluido por medio del compuesto sinterizado 1, 5 dispuesto axialmente en medio, como en el ejemplo de realización de la figura 9 por medio de elementos de fijación 13, de forma ejemplar por medio de elementos roscados, que atraviesan los taladros 7 del compuesto sinterizado 1, 5 y penetran, respectivamente, en el interior de apéndices de taladros de las tapas 12 y 14, para fijar las dos tapas 12 y 14 axialmente contra el compuesto sinterizado 1, 5. También para el compuesto sinterizado 1, 5 se indica su zona de junta interior por medio de una línea de trazos para las superiores frontales 4 y 6 anteriores. En realidad, sin embargo, el compuesto sinterizado 1, 5 es de una sola pieza, como se ha descrito.

- 30 La tabla siguiente contiene aleaciones de aluminio, con la que se han realizado ensayos con éxito. Las aleaciones son ejemplares, deben entenderse sólo representativas de otras. Se indican solamente los acompañantes de la aleación el aluminio. El aluminio representa en cada caso el resto de las aleaciones. Las aleaciones 1 y 3 contienen, respectivamente, silicio, no en último término también debido a la elevación de la actividad de sinterización para la sinterización, mientras que la aleación 4 contiene en su lugar cinc. El cinc y el silicio pueden ser también en común ingredientes de materiales utilizados a base de aluminio.

	Aleación 1 [% en masa]	Aleación 2 [% en masa]	Aleación 3 [% en masa]	Aleación 4 [% en masa]
Si	9,0 – 12,0	14,0 – 16,0	0,5 – 0,8	-
Cu	1,5 – 2,0	2,4 – 2,8	4,3 – 4,7	1,5 – 2,0
Mg	0,3 – 0,6	0,6 – 0,8	0,4 – 0,6	2,2 – 2,8
Zn	-	-	-	6,0 – 7,0
Sn	-	-	-	0,1 – 0,3

- 40 En la matriz siguiente se agrupan combinaciones de cuerpos de partida que pueden ser sinterizados entre sí para formar el compuesto sinterizado, por ejemplo cuerpos de partida 1 y 5 o cuerpos de partida 1 y 10. Las combinaciones preferidas se realzan por medio de cruces. Las combinaciones no provistas con una cruz son, sin embargo, de la misma manera objeto de la invención. Como se puede deducir a partir de la matriz, de la manera de

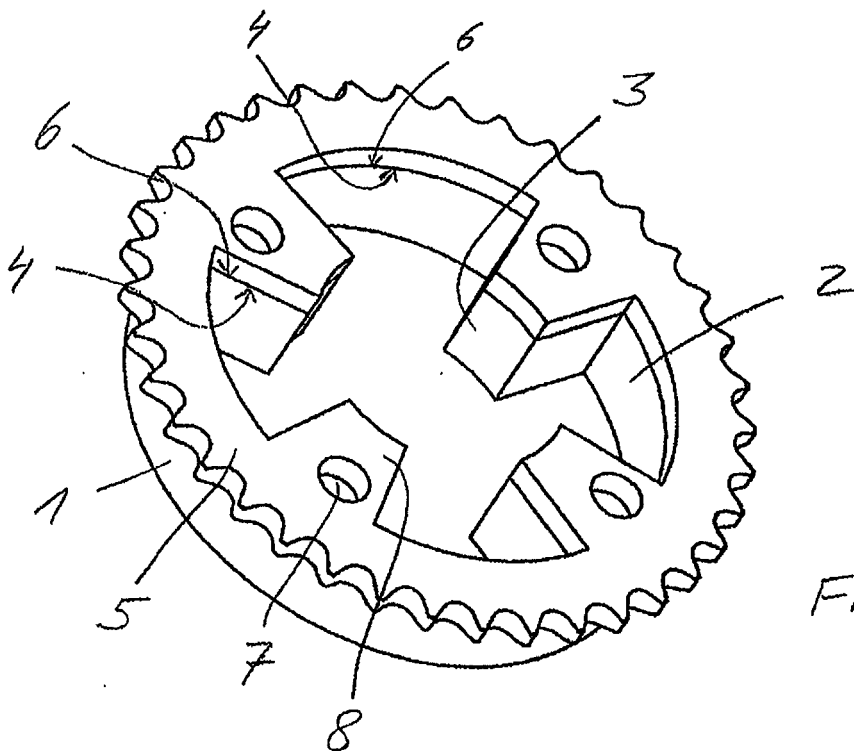
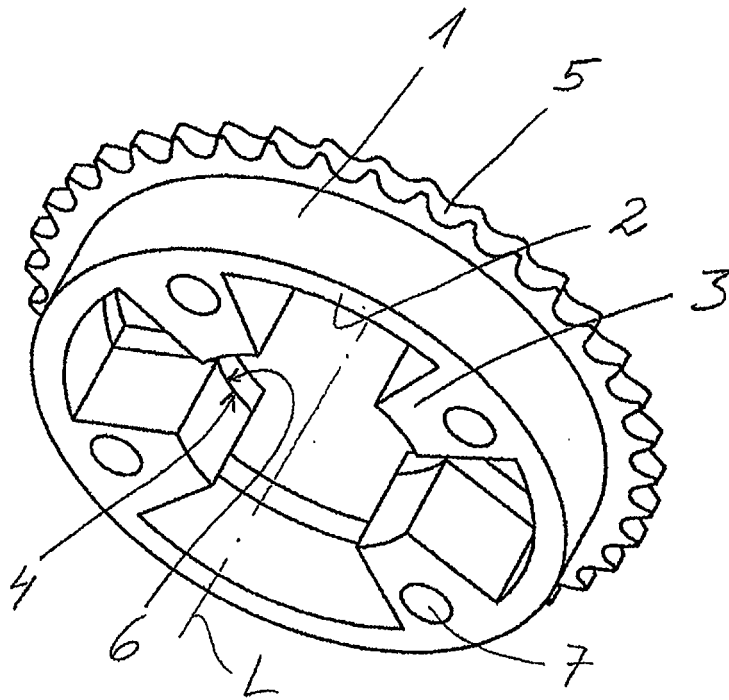
acuerdo con la invención, se pueden sinterizar entre sí no sólo piezas brutas verdes en el estado sólo prensado o en el estado pre-sinterizado, sino por ejemplo también una pieza bruta verde sólo prensada, dado el caso mecanizada individualmente y un cuerpo de partida sinterizado acabado, dado el caso un cuerpo de partida procesado mecánicamente, o también una pieza bruta verde sólo prensada o pre-sinterizada con un cuerpo de partida no fabricado de acuerdo con la metalurgia del polvo a partir de un material de aluminio. Tal pieza de aluminio no fabricada de acuerdo con la metalurgia del polvo puede ser, por ejemplo, una pieza de chapa o pieza fundida a partir de un material de aluminio. De esta manera, se ha comprobado en ensayos que un cuerpo de partida sólo prensado, un cuerpo de partida pre-sinterizado o también un cuerpo de partida sinterizado acabado y una pieza de chapa, respectivamente, de un material de aluminio, se pueden sinterizar entre sí en calidad suficiente. Durante la sinterización de piezas brutas verdes sólo prensadas y también pre-sinterizadas así como cuerpos de partida sinterizados acabados, respectivamente, con una pieza fundida de un material de aluminio resultaron compuestos sinterizados igualmente con resistencia suficiente. Cuando se indica "procesado" con respecto al cuerpo de partida respectivo, se puede tratar de una elaboración mecánica, por ejemplo un taladrado, fresado u otra mecanización por arranque de virutas o mecanización de separación, de un prensado posterior, una calibración o un tratamiento térmico, así como de una combinación de dos o más de estos procedimientos de mecanización. Una calibración se realiza con preferencia sólo en cuerpos de partida pre-sinterizados o sinterizados acabados.

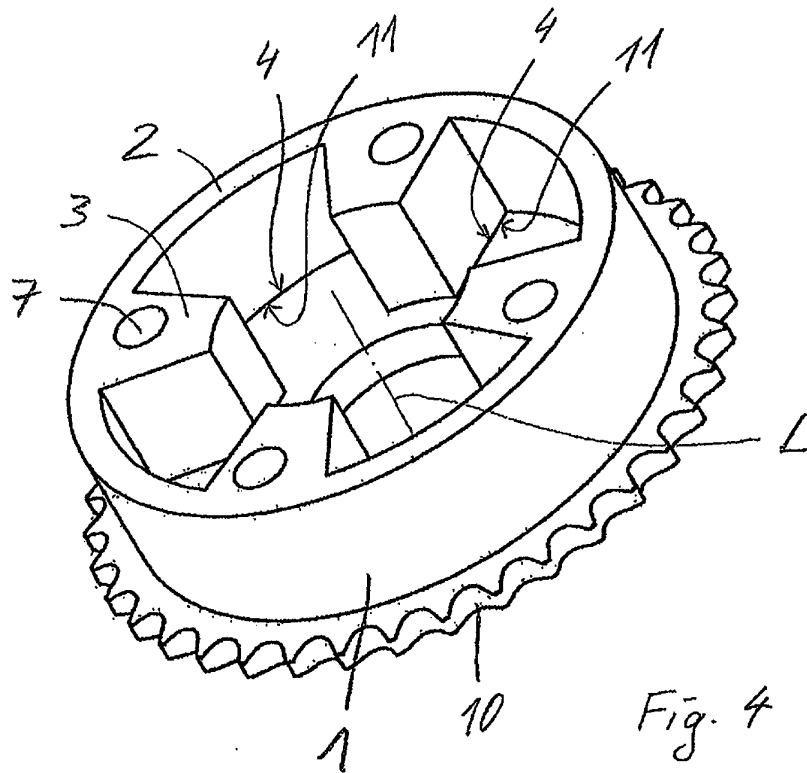
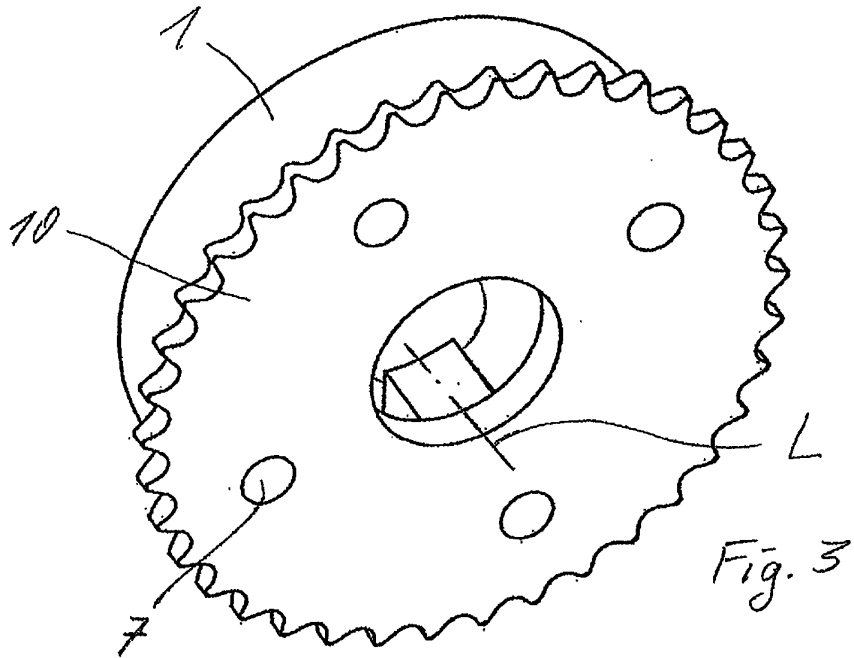
Cuerpo de partida Cuerpo de partida	Prensado	Prensado y elaborado	Pre- sinterizado	Pre-sinterizado y elaborado	Sinterizado acabado	Sinterizado acabado y elaborado	No fabricado según la metalurgia del polvo, p.e. cuerpo fundido, chapa
Prensado	x	x	x	x	x	x	x
Prensado y elaborado	x			x			
Pre-sinterizado	x			x			
Presinterizado y elaborado	x	x	x	x	x	x	x
Sinterizado acabado	x			x			
Sinterizado acabado y elaborado	x			x			
No fabricado según la metalurgia del polvo, p.e. cuerpo fundido, chapa	x			x			

REIVINDICACIONES

- 1.- Procedimiento para la fabricación según la metalurgia del polvo de un cuerpo de rotación, en el que
 - a) se prensa un primer cuerpo de partida (1) de polvo metálico,
 - b) se forma un segundo cuerpo de partida (5; 10) separado del primer cuerpo de partida (1) de metal,
 - 5 c) los cuerpos de partida (1, 5; 1, 10) se colocan adyacentes entre sí con superficies frontales (4, 6; 4, 11) con respecto a un eje longitudinal (L) del cuerpo de rotación en contacto axial,
 - d) y a través de sinterización común se sinterizan fijamente entre sí de forma duradera,
 - e) siendo prensado el primer cuerpo de partida (1) a partir de un polvo a base de aluminio y siendo formado el segundo cuerpo de partida (5; 10) a partir de un material de aluminio
 - 10 f) y los cuerpos de partida (1, 5; 1, 10) son sinterizados entre sí en las superficies frontales (4, 5; 4, 11),
 - g) en el que uno de los cuerpos de partida (1, 5; 1, 10) es colocado para la sinterización común sobre el otro y durante la sinterización es presionado con su propio peso contra el otro de los cuerpos de partida (1, 5; 1, 10).
- 15 2.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación anterior, en el que el segundo cuerpo de partida (5; 10) se forma de la misma manera de acuerdo con la metalurgia del polvo, a saber, a partir de un polvo a base de aluminio, o se obtiene a través de fundición de una colada a base de aluminio directamente como pieza fundida o a través de un tratamiento térmico o mecánico realizado después de la fundición o se obtiene una mecanización, seleccionando el material de aluminio del primer cuerpo de partida (1) y el material de aluminio del segundo cuerpo de partida (5; 10) de manera adaptada entre sí para la sinterización, con preferencia al menos son esencialmente iguales.
- 20 3.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que el primer cuerpo de partida (1) es prensado como estructura de casquillo con una pared de casquillo (2) que se extiende alrededor del eje longitudinal (L), que es fino en comparación con un radio exterior de la pared del casquillo (2), y el segundo cuerpo de partida (5; 10) y el segundo cuerpo de partida (5; 10) es prensado como estructura de disco o se forma bajo la inclusión de un procedimiento de fundición o en el que el primer cuerpo de partida (1) es prensado como la estructura de disco y el
- 25 segundo cuerpo de partida es prensado como la estructura de casquillo o se forma bajo la inclusión de un procedimiento de fundición.
- 4.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 3, en el que el primer cuerpo de partida (1) es prensado con al menos aleta (3) que se proyecta desde la pared del casquillo (2) de la estructura de casquillo desde un anillo de la estructura de disco radia dentro o hacia fuera.
- 30 5.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que para la fabricación de una rueda de aletas con disco de accionamiento colocado axialmente el primer cuerpo de partida (1) es prensado como la rueda de aletas con al menos una aleta (3) que se proyecta hacia dentro o hacia fuera y el segundo cuerpo de partida (5; 10) es prensado como disco de accionamiento o se forma bajo la inclusión de un procedimiento de fundición, o en el que el primer cuerpo de partida es prensado como el disco de accionamiento y el segundo cuerpo
- 35 de partida es prensado como la rueda de aletas o se forma bajo la inclusión de un procedimiento de fundición.
- 6.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que
 - los cuerpos de partida (1, 5) solamente son sinterizados entre sí en las superficies frontales (4, 6; 4, 11), y/o
 - las superficies frontales (4, 6; 4, 11) son planas.
- 40 7.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que al menos uno de los cuerpos de partida (1, 5; 1, 10) es pre-sinterizado antes de la sinterización común por debajo de una temperatura de sinterización (T_s) necesaria para la sinterización y se crece durante la pre-sinterización, siendo pre-sinterizado en el procedimiento, por ejemplo, solamente uno sólo de los cuerpos de partida (1, 5; 1, 10).
- 45 8.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que una capa de prensado presente después del prensado es retirada desde al menos uno de los cuerpos de partida (1, 5; 1, 10) antes de la yuxtaposición.
- 9.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que al menos uno de los cuerpos de partida (1, 5; 1, 10), con preferencia tanto el primer cuerpo de partida (1) como también el segundo cuerpo de partida (5; 10), son calibrados antes de la sinterización común.

- 10.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que los cuerpos de partida (1, 5; 1, 10) están formados, respectivamente, con al menos un elemento de posicionamiento (7) y en el que durante la yuxtaposición relativamente entre sí se posicionan relativamente entre sí por medio de los elementos de posicionamiento (7) que colaboran en este caso, en el que el al menos un elemento de posicionamiento (7) del primer cuerpo de partida (1) y el al menos un elemento de posicionamiento (7) del segundo cuerpo de partida (5; 10) engranan directamente entre sí durante el posicionamiento o con un elemento de posicionamiento de una instalación de posicionamiento externo o un elemento de posicionamiento interno insertado para el compuesto en un engrane que posiciona los cuerpos de partida (1, 5; 1, 10) relativamente entre sí.
- 11.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que los cuerpos de partida (1, 5; 1, 10) están formados, respectivamente, con al menos un taladro axial (7) y se colocan adyacentes entre sí para la sinterización común, de tal manera que el al menos un taladro (7) del primer cuerpo de partida (1) y el al menos un taladro (7) del segundo cuerpo de partida (5; 10) desembocan alineados uno dentro del otro, en el que los taladros (7) durante la yuxtaposición de los cuerpos de partida (1, 5; 1, 10) se utilizan con preferencia como elementos de posicionamiento para la yuxtaposición en posición exacta, siendo llevados los taladros (7) a alineación axial exacta durante la yuxtaposición a través de la inserción de un elemento de posicionamiento extendido axialmente o siendo mantenidos en alineación axial exacta.
- 12.- Compuesto sinterizado, fabricado por medio de un procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, comprendiendo el compuesto sinterizado:
- a) una rueda hueca (1) con un eje longitudinal central (L) y con al menos una aleta (3) que se proyecta en una dirección transversalmente al eje longitudinal (L),
 - b) y un disco de accionamiento (5; 10) colocado axialmente en la rueda hueca (1) y conectado rígido contra giro con la rueda hueca (1);
 - c) en el que la rueda hueca (1) y el disco de accionamiento (5; 10) se forman, respectivamente, por separado a partir de un material a base de aluminio,
 - d) en superficies frontales (4, 6; 4, 11) dirigidas axialmente una hacia la otra están sinterizados entre sí y de esta manera están unidos de forma rígida a rotación,
 - e) y al menos uno de la rueda hueca (1) y el disco de accionamiento (5; 10) está prensado a partir de un polvo a base de aluminio.
- 13.- Compuesto sinterizado de acuerdo con la reivindicación anterior, en el que la rueda hueca (1) o el disco de accionamiento (5; 10) presenta o presentan al menos esencialmente en general la misma sección transversal sobre su longitud o su longitud axial.
- 14.- Compuesto sinterizado de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el compuesto sinterizado (1, 10) está configurado en forma de cazoleta y la rueda hueca (1) forma una pared de cazoleta (2) que se extiende alrededor del eje longitudinal (L) y el disco de accionamiento (10) forma un fondo de cazoleta.
- 15.- Estator para un regulador de la aleta de articulación para la regulación de la posición del ángulo de giro de un árbol de control de la válvula (N) con relación a un árbol de cigüeñal de un motor de combustión interna, en el que el regulador de la aleta de articulación comprende un estator (1, 5, 12, 14; 1, 10, 14) acoplable para un accionamiento giratorio con el árbol de cigüeñal y un rotor (15) accionable por el estator y acoplable con el árbol de control de la válvula (N) y el estator comprende un compuesto sinterizado (1, 5; 1, 10) de acuerdo con una de las reivindicaciones 12 a 14.





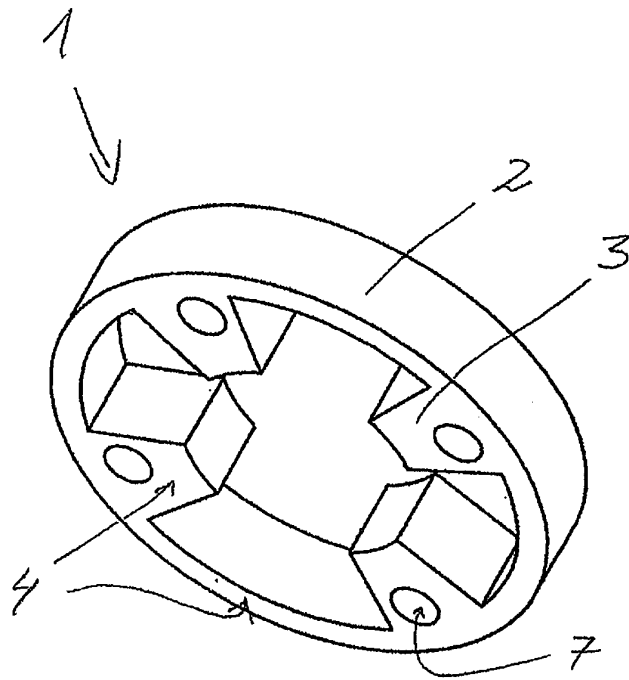


Fig. 5

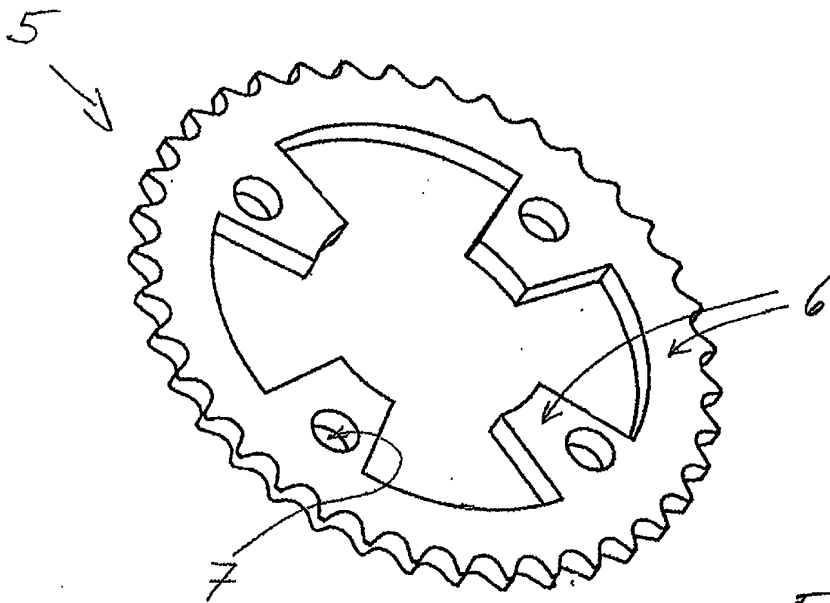


Fig. 6

Fig. 7

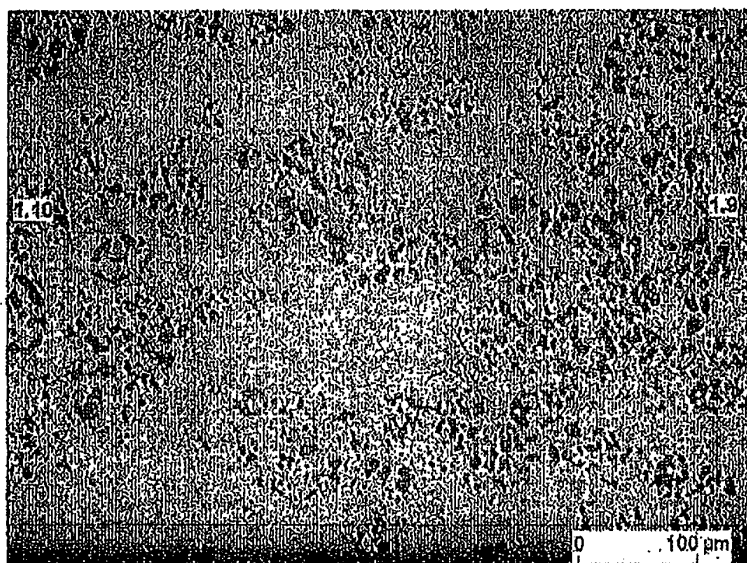


Fig. 8

