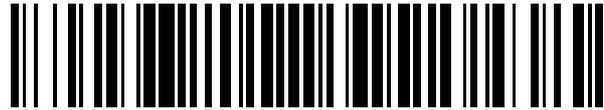


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 523 540**

51 Int. Cl.:

B22F 3/02

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.11.2005 E 05806302 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.08.2014 EP 1829633**

54 Título: **Procedimiento de producción de producto sinterizado a partir de polvo**

30 Prioridad:

21.12.2004 JP 2004370220

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

27.11.2014

73 Titular/es:

**DIAMET CORPORATION (100.0%)
1-1, KOGANE-CHO 3-CHOME
HIGASHI-KU, NIIGATA-SHI, NIIGATA, JP**

72 Inventor/es:

**KAWASE, KINYA y
NAKAI, TAKASHI**

74 Agente/Representante:

FÚSTER OLAGUIBEL, Gustavo Nicolás

ES 2 523 540 T3

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

DESCRIPCIÓN

Procedimiento de producción de producto sinterizado a partir de polvo

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere a un procedimiento de producción de un producto sinterizado a partir de polvo.

10 **Técnica anterior**

10 Como un ejemplo de este tipo de procedimientos, en el pasado se conocía ampliamente un procedimiento de
 15 solidificación de un material en polvo (por ejemplo, el Documento de Patente 1) en el que se añade una cantidad
 predeterminada de agua a polvos metálicos o similares y, a continuación, se mezclaba la mezcla íntegra, se cargaba
 20 en un molde dotado de un medio de ventilación de vapor, y se sometía a un moldeo por presión a una temperatura baja
 de 100 °C o inferior a fin de aumentar la densidad aparente a baja presión cuando se inmovilizan estas clases de
 materiales en polvo. También se conocía ampliamente que un procedimiento de producción de un compactado
 sinterizado a partir de aluminio aleado (por ejemplo, el Documento de Patente 2) en el que un polvo rápidamente
 25 solidificado que contiene un aluminio aleado se mezcla con un polvo lubricante con un punto de fusión en el intervalo
 de 100 a 300 °C para obtener un polvo mezclado. En este procedimiento, el polvo mezclado se calienta a la
 temperatura más alta que el punto de fusión del polvo lubricante y, a continuación, se prensa para obtener un
 compactado de polvo. El compactado de polvo se sinteriza posteriormente a fin de obtener tanto un compactado de
 polvo de densidad alta como un compactado sinterizado con menor variación dimensional que el compactado de polvo.
 Otro procedimiento conocido es un procedimiento de producción de un material sinterizado de densidad alta en el que
 30 los polvos en bruto, tales como polvo de acero o similares, se calientan a una temperatura en el intervalo de 350 a
 650 °C en una atmósfera no oxidativa que no afecte a la fluidez de los polvos. Los polvos se cargan en un molde
 revestido con un lubricante precalentado de 150 a 450 °C y se someten a compresión y a un moldeo en templado para
 moldear un compactado de polvo. El compactado de polvo se calienta posteriormente y se sinteriza a fin de obtener un
 componente sinterizado de densidad alta basándose en que la compresibilidad de los polvos mejora de forma brusca a
 una temperatura de aproximadamente 350 °C independientemente de si los polvos son polvos de hierro puro o polvos
 de acero aleado.

Adicionalmente, se ha conocido ampliamente un procedimiento de moldeo por compresión de un polvo para
 pulvimetalurgia (Documento de Patente 4) en el que un polvo para pulvimetalurgia al que se le ha incorporado un
 35 lubricante se carga en un molde cuya superficie de una pared interna está revestida con el lubricante y, a continuación,
 el polvo se somete a moldeo por compresión en una atmósfera caliente o templada ajustando el contenido de
 lubricante en el polvo para pulvimetalurgia al 0,20 % en masa o menos (el 0 % en masa no está incluido en este
 intervalo) por masa total de polvo a fin de incrementar la densidad de moldeo cuando un polvo de hierro o un polvo de
 hierro aleado se somete a moldeo por compresión.

40 En caso de cargar un polvo en bruto para pulvimetalurgia en un molde y moldear un compactado aplicando presión en
 una atmósfera templada a fin de incrementar la fluidez del polvo en bruto cuando se carga el polvo en bruto en el molde
 y a fin de incrementar la compresibilidad del compactado incrementando la lubricidad entre los polvos en bruto y entre
 el polvo en bruto y el molde cuando se moldea el compactado mediante aplicación de presión, en general, se ha estado
 usando como materia en bruto para pulvimetalurgia un polvo en bruto para un moldeo en templado en el que se mezcla
 45 estearato de litio como lubricante. No obstante, en caso de que el estearato de litio se mezcle en el polvo en bruto, se
 plantea un problema en tanto que la fluidez del polvo en bruto realmente se deteriora cuando se calienta el polvo en
 bruto a 150 °C o por encima aunque el punto de fusión del estearato de litio sea aproximadamente 220 °C.
 Adicionalmente, se plantea un problema en tanto que no se pueden obtener lubricidad y compresibilidad suficientes
 mediante el uso de estearato de litio.

50 Como se da a conocer en el Documento de Patente 5, se ha sabido que la fluidez del polvo en bruto se mejora
 mediante la adición de una cantidad muy pequeña de sal metálica de ácido graso con un diámetro de partícula
 pequeño, es decir, el diámetro de partícula promedio con respecto al polvo es 4 µm o inferior. No obstante, también
 existen puntos débiles en tanto que no se puede obtener la lubricidad mediante la adición de una cantidad muy
 55 pequeña de sal metálica de ácido graso cuando se lleva a cabo el moldeo por presión, y la fluidez se deteriora
 realmente cuando se añade la cantidad suficiente de la misma para obtener lubricidad general. Adicionalmente, se
 plantea un problema en tanto que el coste de producción de una sal metálica de ácido graso con un diámetro de
 partícula pequeño es más caro que el coste de producción de una sal metálica de ácido graso general, lo que no es
 económico.

60 Como se da a conocer en el Documento de Patente 6, se ha sabido que se usa un lubricante que contiene un
 componente con un punto de fusión bajo que es menor que la temperatura para el moldeo por presión. No obstante, se
 plantea un problema en tanto que la fluidez del polvo en bruto no se puede obtener en un grado suficiente cuando el
 lubricante que contiene un componente lubricativo con un punto de fusión bajo se calienta hasta la temperatura de
 65 moldeo en templado.

Para moldear un compactado de polvo como se menciona anteriormente, un polvo para pulvimetalurgia al que le se ha incorporado un lubricante sólido en dicho polvo en bruto se carga en un molde mediante el uso de un dispositivo de alimentación de polvo. A continuación, el polvo para pulvimetalurgia cargado en el molde se compacta, el compactado de polvo se extrae fuera del molde, y el polvo para pulvimetalurgia se carga de nuevo en el molde del que se extrajo el compactado de polvo. Estas etapas se llevan a cabo sucesivamente hasta moldear continuamente el compactado de polvo. El dispositivo de alimentación de polvo está dotado de una tolva y un alimentador conectado a un conducto de alimentación (por ejemplo, el Documento de Patente 7).

Como se menciona anteriormente y de acuerdo con las técnicas relacionadas descritas en los Documentos de Patente 1 a 6, se lleva a cabo un moldeo en templado calentando el polvo para pulvimetalurgia antes de que se cargue en el molde o calentando el molde en el que se carga el polvo para pulvimetalurgia.

Documento de Patente 1: Solicitud de Patente Japonesa no Examinada, Primera Publicación n.º S63-72802
 Documento de Patente 2: Solicitud de Patente Japonesa no Examinada, Primera Publicación n.º S61-136602
 Documento de Patente 3: Solicitud de Patente Japonesa no Examinada, Primera Publicación n.º S58 - 71302
 Documento de Patente 4: Solicitud de Patente Japonesa no Examinada, Primera Publicación n.º 2000-199002
 Documento de Patente 5: Solicitud de Patente Japonesa no Examinada, Primera Publicación n.º 2000-273502
 Documento de Patente 6: Solicitud de Patente Japonesa no Examinada, Primera Publicación n.º 2001-294902
 Documento de Patente 7: Solicitud de Patente Japonesa no Examinada, Primera Publicación n.º 2003-191095

El documento EP 1 199 124 da a conocer un procedimiento por el que un troquel se llena de un polvo mezclado a base de hierro y, posteriormente, se ejerce presión de compactación a una temperatura predeterminada. En compactación ordinaria, el troquel se usa sin precalentar a temperatura ordinaria y, en compactación en templado, después de precalentar a una temperatura predeterminada. El preámbulo de la reivindicación 1 está basado en este documento.

Y. OZAKI, S. UNAMI AND S. UENOSONO: "Pre-mixed Partially Alloyed Iron Powder for Warm Compaction: KIP Clean Mix HW Series" KAWASAKI STEEL TECHNICAL REPORT, n.º 47, diciembre 2002 (2002-12), páginas 48-54, XP002537823. Este documento da a conocer una premezcla de hierro "Clean Mix HW Series" diseñada para la compactación en templado mediante la incorporación de "KW-was". Se afirma que KW-was ha logrado las características del polvo (caudal de flujo y densidad aparente) estables en un intervalo de temperatura amplio desde temperatura ambiente hasta 423 K. Supuestamente, debido a esta estabilidad, la HW Series no requiere el control rígido de la temperatura del polvo en el proceso de compactación de producción en serie. También se descubrió a partir de un estudio sobre el proceso de compactación que KW-way promovía la reorganización de las partículas durante la compactación y daba una densidad en verde mayor de 7,3 mg/m³, presentando estructura porosa homogénea en tamaño y forma. La estructura homogénea de los compactados en verde se describe como el resultado de la mejora de la resistencia mecánica de compactados sinterizados y tratados térmicamente.

THOMAS Y ET AL: "INFLUENCE OF TEMPERATURE ON PROPERTIES OF LITHIUM STEARATE LUBRICANT" METAL POWDER REPORT, MPR PUBLISHING SERVICES, SHREWSBURY, RU, vol. 1, n.º 3, 1 enero de 1997 (1997-01-01), páginas 4-23, XP008028769 ISSN: 0026-0657. Este documento da a conocer que durante la compactación de partes de polvo metálico, la temperatura del troquel se incrementa generalmente debido a la fricción de las partes en las paredes del troquel. Este aumento de la temperatura puede afectar a las propiedades del lubricante usado en la mezcla de polvo y, por tanto, afectar a la eyección y, por ende, al acabado superficial de la pieza. Es más, la reciente introducción de compactación en templado ha puesto de manifiesto una necesidad de un mejor entendimiento del comportamiento y propiedades del lubricante a medida que se aumenta la temperatura de compactación.

Las propiedades físicas, químicas, reológicas y de lubricación del estearato de litio se han evaluado en función de la temperatura. Se llevaron a cabo pruebas tanto en estearato de litio puro como en polvos de acero atomizado con agua añadidos a estearato de litio. Se usaron calorimetría diferencial de barrido y espectroscopía infrarroja de reflectancia difusa para analizar el efecto de la temperatura sobre las transformaciones polimorfas. Se establecieron correlaciones entre las diferentes estructuras cristalinas y las características reológicas y de lubricación del lubricante a diferentes temperaturas de compactación.

Divulgación de la invención

Problemas que debe solucionar la invención

Como se ha mencionado anteriormente, en el caso de calentar un polvo para pulvimetalurgia antes de cargarse en un molde, dado que el lubricante se reblandece incluso cuando el polvo se calienta a la temperatura del punto de fusión del lubricante o por debajo, el polvo se endurece en un conducto de alimentación o un alimentador, causando, por consiguiente, un fallo en la carga. Adicionalmente, en el caso de no calentar el polvo para pulvimetalurgia, se plantea un problema en tanto que un producto sinterizado puede ser irregular en términos de calidad debido a una variación en la temperatura, es decir, un incremento en la temperatura debido al moldeo continuo y una disminución de la

temperatura del molde cuando se detiene el funcionamiento de un dispositivo de moldeo debido a un fallo en el dispositivo o una pausa durante la actividad.

5 Por lo tanto, es un objeto de la invención proporcionar un procedimiento de producción de un producto sinterizado a partir de polvo que permita la producción de un producto sinterizado a partir de polvo de calidad estable.

Medios para solucionar el problema

10 Los inventores llevaron a cabo un experimento en el que un polvo para pulvimetalurgia al que se le había incorporado un lubricante sólido a un polvo en bruto del mismo se calentó en un molde para moldear un compactado de polvo. El compactado de polvo se sinterizó, y se descubrió que la irregularidad en la densidad de un producto sinterizado a partir de polvo era mayor cuando la temperatura del molde se encontraba por debajo del punto de ebullición del agua y la irregularidad en el peso del producto sinterizado a partir de polvo era mayor cuando la temperatura del molde se encontraba por encima del punto de fusión del lubricante sólido. Por tanto, se concibió la presente invención.

15 La invención de acuerdo con la reivindicación 1 se refiere a un procedimiento de producción de un producto sinterizado a partir de polvo y el procedimiento incluye una etapa de carga de cargar en un molde un polvo para pulvimetalurgia que tiene polvos en bruto y un lubricante sólido incorporado al mismo; una etapa de moldeo del compactado de polvo de compactar el polvo para pulvimetalurgia cargado en el molde y de moldear un compactado de polvo; y una etapa de liberación del compactado de polvo de extraer el compactado de polvo fuera del molde; moldear continuamente el compactado de polvo; y sinterizar el compactado de polvo, en el que la temperatura del molde se ajusta en un valor en el intervalo de desde el punto de ebullición del agua hasta el punto de fusión del lubricante sólido. La temperatura del polvo para pulvimetalurgia se mantiene en el punto de ebullición del agua o por debajo enfriando el polvo antes de cargarlo.

25 La invención de acuerdo con la reivindicación 2 se refiere al procedimiento de producción anterior en el que el polvo en bruto es uno de entre un polvo de hierro, un polvo de hierro aleado, y un polvo mezclado que contiene el polvo de hierro y el polvo de hierro aleado como componentes principales, el lubricante sólido es un ácido graso hidroxilado y la temperatura del molde se encuentra en el intervalo de 101 a 190 grados C.

30 La invención de acuerdo con la reivindicación 3 se refiere al procedimiento de producción en el que la temperatura del molde se mantiene prácticamente regular dentro del intervalo desde una temperatura de ajuste de 20 °C mediante el calentamiento y enfriamiento del molde en la etapa de moldeo del compactado de polvo.

35 La temperatura del polvo para pulvimetalurgia se mantiene en el punto de ebullición del agua o por debajo mediante el enfriamiento del polvo antes de cargarse.

Efectos de la invención

40 De acuerdo con la constitución de la reivindicación 1, es posible reducir la irregularidad en la densidad de un compactado de polvo ajustando la temperatura de un molde en un valor en el intervalo de desde el punto de ebullición del agua hasta el punto de fusión del lubricante sólido. Por lo tanto, un producto sinterizado en que el compactado de polvo se sinteriza es sustancialmente regular en resistencia y densidad.

45 De acuerdo con la constitución de la reivindicación 2, es posible obtener un producto sinterizado que sea sustancialmente regular en resistencia y densidad cuando se usa como polvo en bruto un polvo de hierro, un polvo de hierro aleado, o una mezcla de polvo que contiene el polvo de hierro y el polvo de hierro aleado como componentes principales, particularmente, es posible obtener lubricidad y compresibilidad excelentes en un moldeo por compresión, mayores que en el caso en el que se usa el estearato de litio conocido.

50 De acuerdo con la constitución de la reivindicación 3, es posible obtener un producto sinterizado que sea regular en resistencia y densidad.

Breve descripción de los dibujos

55 [Fig. 1] La fig. 1 es un dibujo en sección transversal de una primera etapa que ilustra el procedimiento 1.
 [Fig. 2] La fig. 2 es un dibujo en sección transversal de una segunda etapa que ilustra el procedimiento 1.
 [Fig. 3] La fig. 3 es un gráfico que muestra la dependencia de la temperatura de una resistencia a la deformación que ilustra el procedimiento 1.
 60 [Fig. 4] La fig. 4 es un gráfico de temperatura y densidad aparente que ilustra el procedimiento 1.
 [Fig. 5] La fig. 5 es un gráfico de temperatura y fluidez que ilustra el procedimiento 1.
 [Fig. 6] La fig. 6 es un dibujo en sección transversal que ilustra una realización de la invención.

Breve descripción de los símbolos de referencia:

65

2: TROQUEL
 6: POLVO DE HIERRO PURO (POLVO EN BRUTO)
 8: LUBRICANTE
 10: COMPACTADO DE POLVO

5

Mejor modo de llevar a cabo la invención

Una realización preferente de acuerdo con la presente invención se describirá en detalle con referencia a los dibujos adjuntos. La realización descrita a continuación no limita el contenido de la presente invención descrito en las reivindicaciones. Además, puede que no se considere que las constituciones íntegras descritas a continuación sean requisitos necesarios de la presente invención. En la realización, se puede obtener un nuevo procedimiento de producción de un producto sinterizado a partir de polvo mediante el empleo de un procedimiento diferente de producción de un producto sinterizado a partir de polvo, y se describirá el procedimiento de producción de un producto sinterizado a partir de polvo.

15

Procedimiento 1:

En adelante, se describirá el procedimiento 1 con referencia a las figs. 1 a 6. En primer lugar, se describirá un procedimiento de producción con referencia a las figs. 1 y 2. En los dibujos, el número de referencia 2 es un troquel que funciona sustancialmente a modo de molde que tiene un orificio 3 pasante en la línea del eje Y; un punzón inferior 4 colocado en el orificio 3 pasante está dispuesto debajo del troquel 2 para oscilar verticalmente; y un punzón superior 5 colocado en el orificio 3 pasante está dispuesto encima del troquel 2 para oscilar verticalmente.

20

25

Como se menciona anteriormente, un molde 1 incluye el troquel 2, el punzón superior 5 y el punzón inferior 4.

En el troquel 2 está provisto un medio 7 de calentamiento tal como un calentador eléctrico que calienta el troquel 2 y un polvo 6 de hierro puro que es un polvo en bruto descrito más adelante almacenado en el troquel 2.

30

35

40

En un alimentador 9 en el que el polvo en bruto se alimenta desde un tubo 9A flexible al mismo en el aire y el polvo se hace deslizar sobre la superficie superior del troquel 2 y se hace caer el polvo en bruto almacenado en el mismo al interior del orificio 3 pasante, se almacena una mezcla del polvo 6 de hierro puro y un lubricante 8 sólido, que se encuentra a temperatura ambiente (20 °C) o a una temperatura ligeramente superior que la temperatura ambiente a causa del calor remanente en el medio 7 de calentamiento. A medida que el alimentador 9 se desplaza hacia delante, la mezcla del polvo 6 y el lubricante 8 sólido se deja caer y se almacena en el orificio 3 pasante en un estado donde el punzón inferior 4 ha sido previamente encajado (etapa de carga). Un ejemplo del lubricante 8 sólido incluye hidroxistearato (más concretamente, 12-hidroxistearato de litio). La proporción de mezcla del polvo 6 de hierro puro y del lubricante 7 sólido es de 100 a 1. En este momento, la superficie interna del orificio 3 pasante se calienta mediante el medio 7 de calentamiento hasta 150 °C, que es una temperatura en el intervalo por debajo del punto de fusión del lubricante sólido. Consecuentemente, los polvos 6 y el lubricante 8 sólido, que se encuentran en los lados de la superficie interna y la línea del eje Y, se calientan a 150 °C. El polvo 6 del polvo en bruto puede ser uno de entre un polvo de hierro, un polvo de hierro aleado, y una mezcla de polvo que contiene uno o ambos del polvo de hierro y/o del polvo de hierro aleado como componentes principales.

45

Un medio 11 de alimentación de polvo está constituido por el alimentador 9, el tubo 9A flexible y una tolva (no mostrada) conectada con un lado de anclaje del borde del tubo 9A flexible. La mezcla del polvo 6 y el lubricante 8 sólido se almacenan dentro de la tolva.

50

55

A continuación, el polvo 6 de hierro puro se somete a un moldeo por compresión para formar un compactado 10 de polvo colocando el punzón superior 5 en el orificio 3 pasante (etapa de moldeo del compactado de polvo). Según un mecanismo de moldeo por compresión, el polvo 6 almacenado en el orificio 3 pasante se reorganiza en una primera etapa. En este punto, dado que el polvo 6 y el lubricante 8 sólido se calientan, el lubricante 9 sólido se mezcla en los polvos 6 y, por tanto, alcanza un estado donde la propiedad de carga del mismo se incrementa en comparación con un estado de reorganización a temperatura ambiente en el que un compactado de polvo se forma a temperatura ambiente incluso si la proporción del mismo fuera la misma. Como se ha mencionado anteriormente, después de la primera etapa en la que el polvo 9 se reorganiza, como segunda etapa se presiona el punzón superior 5 a través del orificio 3 pasante y el polvo 6 se deforma plásticamente. Como resultado, se forma un compactado 10 de polvo en forma de anillo. Entonces, el punzón superior 5 se eyecta hacia arriba y se eleva el punzón inferior 4, extrayendo el compactado 10 de polvo fuera del orificio 3 pasante (etapa de liberación del compactado de polvo).

60

65

Como se menciona anteriormente, en las etapas de producción del compactado 10 de polvo, se carga en el molde 1 un polvo para pulvimetalurgia que tiene el polvo 6 del polvo en bruto en el que se ha incorporado el lubricante 8 sólido (etapa de carga), se comprime el polvo para pulvimetalurgia cargado en el molde 1 para moldear el compactado 10 de polvo (etapa de moldeo del compactado de polvo), se extrae el compactado 10 de polvo fuera del molde 1 (etapa de liberación del compactado de polvo), se lleva a cabo con éxito la etapa de cargar nuevamente el polvo para pulvimetalurgia en el molde 1 tras la etapa de liberación del compactado de polvo para formar continuamente el

compactado 10 de polvo

5 Como se menciona anteriormente, en las etapas de producción del compactado 10 de polvo, el polvo para pulvimetalurgia que tiene el polvo 6 del polvo en bruto al que se ha incorporado el lubricante 8 sólido no se calienta antes de cargarse, salvo por el calor que recibe del molde 1. Cuando el polvo para pulvimetalurgia, cuya temperatura es inferior que la temperatura del molde 1, se carga en el molde 1 la temperatura del molde 1 (la temperatura de la superficie interna del troquel 2 y de la superficie superior del punzón inferior 4) fluctúa. No obstante, la temperatura del molde se mantiene a la temperatura en el intervalo de ± 20 °C desde 150 °C, que es la temperatura de ajuste en este procedimiento, controlando la temperatura de calentamiento del medio 7 de calentamiento mediante el uso de un sensor de temperatura, que no se muestra, en el troquel 2. El sensor de temperatura controla la temperatura del medio 7 de calentamiento en el momento de cargar el polvo para pulvimetalurgia, o enfría el troquel 2 con agua. La temperatura de la superficie interna del troquel 2 se detecta mediante el sensor de temperatura.

15 El compactado 10 de polvo obtenido mediante las etapas de producción del compactado de polvo se sinteriza en una atmósfera gaseosa predeterminada.

20 La fig. 3 muestra la dependencia de la temperatura frente al límite elástico de un hierro puro (Fe). Se puede entender que el límite elástico de un producto sinterizado generalmente se vuelve más regular a partir del extremo de 100 °C, se obtiene un límite elástico sustancialmente regular en la temperatura del molde 1 en el intervalo de desde 100 °C a 200 °C, y el límite elástico se incrementa por debajo de 100 °C y disminuye por encima de 200 °C. La fig. 4 es un gráfico de la temperatura y densidad aparente. La densidad aparente cambia extremadamente a partir del extremo de 100 °C y se puede obtener una densidad aparente sustancialmente regular en el intervalo de desde 100 °C a 200 °C. La densidad aparente se incrementa a partir del extremo de 100 °C, pero se hace regular en el intervalo de 101 °C a 250 °C. En este intervalo es donde la resistencia (límite elástico) y la densidad aparente se vuelven más estables con respecto a la temperatura. Un producto sinterizado que es sustancialmente regular en resistencia y densidad se puede obtener calentando el molde 1 a la temperatura en el intervalo de desde 101 °C a 190 °C. Este intervalo de desde 101 °C a 190 °C es el intervalo de temperatura comprendido entre el punto de ebullición del agua y el punto de fusión del lubricante sólido. La fig. 5 es un gráfico de temperatura y fluidez. La fluidez generalmente se incrementa conforme a un incremento en la temperatura, pero los polvos no fluyen por encima de 200 °C.

30 A continuación, se describirá en detalle un ejemplo adecuado del lubricante 8 sólido usado en la invención.

35 De acuerdo con el lubricante 8 sólido descrito a continuación, no se deteriora la fluidez del polvo en bruto cuando el polvo se calienta a 150 °C o más, y es posible obtener lubricidad y compresibilidad excelentes en un moldeo por compresión, mayores que en el caso en el que se usó el estearato de litio conocido. El 12-hidroxiestearato de litio con un diámetro de partícula promedio de 5 μm a 100 μm se puede producir fácilmente según un procedimiento de hacer reaccionar directamente 12-hidroxiestearato derivado de aceite de ricino, que es barato, y un compuesto de litio, y es muy económico. Por lo tanto, resulta ventajoso en tanto que el coste de producción puede reducirse.

40 El polvo para pulvimetalurgia contiene una sal de ácido graso hidroxilado con un diámetro de partícula promedio de 5 μm a 100 μm . Aquí, el diámetro de partícula promedio significa un diámetro de partícula medido de acuerdo con un procedimiento conocido, tal como un procedimiento de microscopia, un procedimiento de precipitación, un procedimiento de dispersión por difracción láser, un procedimiento láser Doppler, o similares.

45 Siempre que el diámetro de partícula promedio de la sal de ácido graso hidroxilado sea inferior a 5 μm se deteriora la fluidez del polvo en bruto cuando el ácido graso hidroxilado se añade al polvo en una cantidad que permite obtener lubricidad general del polvo en bruto. Consecuentemente, no es preferente que el diámetro de partícula promedio de la sal de ácido graso hidroxilado sea inferior a 5 μm .

50 Para producir una sal de ácido graso hidroxilado que tenga un pequeño diámetro pequeño inferior a 5 μm del diámetro de partícula promedio en relación con la fluidez, en general, se usa generalmente un procedimiento de hacer reaccionar una sal metálica alcalina de ácido graso hidroxilado y una sal metálica inorgánica en una forma húmeda. No obstante, dado que el material de partida soluble en agua es una sal de sodio o sal de potasio del ácido graso hidroxilado, no se puede producir la sal de ácido graso hidroxilado de litio con una propiedad ionizante mayor que la del potasio y sodio. De acuerdo con la invención como se describe posteriormente, no es preferente que el diámetro de partícula promedio de la sal de ácido graso hidroxilado sea inferior a 5 μm a fin de usar adecuadamente la sal de ácido graso hidroxilado de litio.

60 Cuando el diámetro de partícula promedio de la sal de ácido graso hidroxilado supera los 100 μm , se forma una gran cavidad en el compactado de polvo después de que se extraiga la sal de ácido graso hidroxilado por termodescomposición o evaporación de la misma durante la sinterización. Se deteriora la apariencia o resistencia mecánica del producto de pulvimetalurgia así obtenido. Por lo tanto, no es preferente que el diámetro de partícula promedio de la sal de ácido graso hidroxilado supere los 100 μm .

65 El polvo para pulvimetalurgia adecuado para la presente invención contiene una sal de ácido graso hidroxilado en la

cantidad de un 0,3 % en masa hasta un 2 % en masa. Cuando el contenido de sal de ácido graso hidroxilado es inferior a un 0,3 % en masa, no se puede obtener suficiente lubricidad del polvo en bruto. Consecuentemente, no es preferente aportar un contenido de sal de ácido graso hidroxilado inferior a un 0,3 % en masa. Adicionalmente, cuando el contenido de sal de ácido graso hidroxilado es superior a un 2 % en masa, se deteriora la compresibilidad y, por lo tanto, no tiene sentido el moldeo en templado. Consecuentemente, no es preferente que el contenido de sal de ácido graso hidroxilado sea superior a un 2 % en masa. Además, cuando el contenido de sal de ácido graso hidroxilado se encuentra en el intervalo de un 0,3 % en masa a un 0,5 % en masa, puede que no se obtenga lubricidad dependiendo del tamaño del producto o del estado de la superficie del molde. Por consiguiente, es más preferente contener la sal de ácido graso hidroxilado en la cantidad de desde un 0,05 % en masa a un 2 % en masa.

El polvo para pulvimetalurgia de la presente invención no contiene un lubricante con un punto de fusión por debajo de la temperatura de moldeo. Aquí, la temperatura de moldeo significa la temperatura del molde 1. Cuando la temperatura de moldeo es inferior a 100 °C, se incrementa la irregularidad en la densidad del compactado de polvo. Cuando la temperatura de moldeo en templado es superior a 190 °C, se deteriora la fluidez del lubricante 8 de la presente invención y el polvo en bruto se puede oxidar. Por lo tanto, en relación con el lubricante 8, es preferente que la temperatura de moldeo se ajuste en el intervalo de 101 °C a 190 °C. Consecuentemente, el significado de "un lubricante con un punto de fusión por debajo de la temperatura de moldeo no está contenido en la presente invención" es que el lubricante cuya adhesión se incrementa según la disolución a la temperatura por debajo de la temperatura de moldeo o la variación en una estructura cristalina no está contenido con excepción de las impurezas inevitables. Puesto que el lubricante 17 con un punto de fusión por debajo de la temperatura de moldeo no está contenido, el lubricante 8 no se funde y el polvo en bruto no se perturba incluso cuando se calienta hasta la temperatura de moldeo o por encima.

Ejemplos de sal de ácido graso hidroxilado de la presente invención incluyen una sal metálica de ácido graso hidroxilado en la que se añade un grupo hidroxilo a ácido esteárico ($C_{17}H_{35}COOH$), ácido oleico ($C_{17}H_{33}COOH$), ácido linoleico ($C_{17}H_{31}COOH$), ácido linoleico ($C_{17}H_{29}COOH$), ácido palmítico ($C_{15}H_{31}COOH$), ácido mirístico ($C_{13}H_{27}COOH$), ácido láurico ($C_{11}H_{23}COOH$), ácido cáprico ($C_9H_{19}COOH$), ácido cáprico ($C_7H_{15}COOH$), ácido caproico ($C_5H_{11}COOH$), o similares. Adicionalmente, puede usarse una sal de ácido graso hidroxilado que tiene varios números de átomos de carbono o estructuras. La sal de hidroxiestearato se usa adecuadamente en relación con el punto de fusión de la sal de ácido graso hidroxilado, lubricidad y propiedad económica.

Ejemplos del metal que constituye la sal de hidroxiestearato incluyen litio, calcio, cinc, magnesio, bario, sodio, potasio, y similares. No obstante, se usa adecuadamente litio en relación con el punto de fusión de la sal de hidroxiestearato o higroscopicidad. Por consiguiente, en la presente invención, se usa adecuadamente hidroxiestearato de litio como para sal de hidroxiestearato.

Se puede usar hidroxiestearato de litio con un grupo hidroxilo en una posición predeterminada o con un número predeterminado. No obstante, en relación con la eficiencia económica, se usa adecuadamente 12-hidroxiestearato de litio ($CH_3(CH_2)_5CH(OH)(CH_2)_{10}COOLi$) con un grupo hidroxilo en una posición del carbono 12. Se puede producir fácilmente 12-hidroxiestearato de litio con el diámetro de partícula promedio de 5 μm a 100 μm según el procedimiento de hacer reaccionar directamente 12-hidroxiestearato ($CH_3(CH_2)_5CH(OH)(CH_2)_{10}COOH$) obtenido a partir de ácido ricinoleico ($CH_3(CH_2)_5CH(OH)CH_2CH=CH(CH_2)_7COOH$) que es un componente principal del barato aceite de ricino y un compuesto de litio, y es muy económico. Consecuentemente, se puede reducir el coste de producción en pulvimetalurgia mediante el uso de 12-hidroxiestearato de litio. Aproximadamente el 10 por ciento de estearato de litio se mezcla en el mismo, así como las impurezas inevitables derivadas del aceite de ricino. No obstante, puesto que se puede deteriorar la fluidez cuando la pureza del 12-hidroxiestearato de litio es baja, es preferente tener la mayor pureza posible.

Al polvo 15 del polvo en bruto en pulvimetalurgia, en el que, por ejemplo, un metal tal como hierro es un componente principal se añade una sal de ácido graso hidroxilado como lubricante 17 y posteriormente se mezcla mediante el uso de un mezclador rotativo o similar para obtener un polvo para pulvimetalurgia.

Aquí, como se menciona anteriormente, el contenido de ácido graso hidroxilado en el polvo para pulvimetalurgia se encuentra en el intervalo de desde un 0,3 % en masa a un 2 % en masa, preferentemente desde un 0,5 % en masa a un 2 % en masa a fin de obtener fluidez y lubricidad en el polvo en bruto. No se añade un lubricante con un punto de fusión por debajo de la temperatura de moldeo. No obstante, se puede añadir un lubricante que tenga un punto de fusión superior a la temperatura de moldeo. En lo que respecta a la sal de ácido graso hidroxilado, es preferente una sal de hidroxiestearato y es más preferente un hidroxiestearato de litio. Entre las clases de hidroxiestearatos de litio, el más preferente es 12-hidroxiestearato de litio.

A fin de mejorar la lubricidad del molde y del compactado de polvo, se puede fijar previamente un polvo de sal de ácido graso hidroxilado a una superficie de moldeo del molde 1 antes de cargar en el mismo el polvo para pulvimetalurgia. En caso de agregar el polvo de sal de ácido graso hidroxilado al molde 1, el polvo simplemente se puede agregar usando electricidad estática después de electrizar el polvo. En lo que respecta a la sal de ácido graso hidroxilado en ese caso, es preferente usar una sal de hidroxiestearato, más preferentemente hidroxiestearato de litio, y lo más preferentemente

12-hidroxiestearato de litio por la misma razón que en el caso mencionado anteriormente del polvo para pulvimetalurgia.

5 En lo que respecta a la sal de ácido graso hidroxilado agregada al molde 1, se usa la sal de ácido graso hidroxilado con un diámetro de partícula promedio de 50 μm o inferior. Cuando el diámetro de partícula promedio de la sal de ácido graso hidroxilado es superior a 50 μm , la cantidad de sal de ácido graso hidroxilado que ha de añadirse al molde aparece suministrada en exceso y la densidad superficial del compactado se deteriora, lo que no es preferente.

10 Después de esto, se puede obtener un producto de pulvimetalurgia sometiénolo a un proceso de corte, si fuera necesario.

15 Como se ha descrito anteriormente en detalle, el polvo para pulvimetalurgia de la presente invención contiene una sal de ácido graso hidroxilado con el diámetro de partícula promedio de 5 μm a 100 μm en la cantidad de un 0,3 % en masa a un 2 % en masa, más preferentemente desde un 0,5 % en masa a un 2 % en masa en el polvo en bruto para pulvimetalurgia. Por lo tanto, no se deteriora la fluidez del polvo 6 del polvo en bruto cuando el polvo se calienta entre 150 y 190 $^{\circ}\text{C}$ y es posible obtener lubricidad y compresibilidad excelentes en un moldeo por compresión, mayor que en el caso en el que se usó el estearato de litio conocido. Adicionalmente, dado que el lubricante 8 con un punto de fusión por debajo de la temperatura de moldeo en templado no está contenido en el polvo, se puede evitar con seguridad el deterioro de la fluidez del polvo en bruto.

20 Según el procedimiento de moldeo en templado de la presente invención, se puede llevar a cabo el moldeo después de haber fijado previamente la sal de ácido graso hidroxilado con un diámetro de partícula promedio de 50 μm o inferior al molde 1 para pulvimetalurgia. Por lo tanto, se puede incrementar la lubricidad del molde 1 y del polvo en bruto.

25 Se puede producir fácilmente 12-hidroxiestearato de litio con un diámetro de partícula promedio de 5 μm a 100 μm según el procedimiento de hacer reaccionar directamente 12-hidroxiestearato obtenido del barato aceite de ricino y un compuesto de litio, y es muy económico. Por lo tanto, a fin de disminuir el coste de producción, se usa adecuadamente en particular 12-hidroxiestearato de litio como sal de ácido graso hidroxilado.

30 Como se menciona anteriormente, para el polvo para pulvimetalurgia, es preferente contener una sal de ácido graso hidroxilado con un diámetro de partícula promedio de 5 μm a 100 μm en una cantidad de un 0,3 % en masa a un 2 % en masa en el polvo 6 del polvo en bruto. Adicionalmente, el polvo 6 del polvo en bruto para pulvimetalurgia contiene una sal de ácido graso hidroxilado que tiene el diámetro de partícula promedio de 5 μm a 100 μm en la cantidad de un 0,5 % en masa a un 2 % en masa. Adicionalmente, el lubricante que tiene el punto de fusión por debajo de la temperatura de moldeo en templado no está contenido en el polvo.

35 La sal de ácido graso hidroxilado es una sal de hidroxiestearato. La sal de hidroxiestearato es un hidroxiestearato de litio. El hidroxiestearato de litio es 12-hidroxiestearato de litio.

40 Adicionalmente, el moldeo en templado se lleva a cabo usando polvo para pulvimetalurgia. Se puede llevar a cabo el moldeo después de haber fijado previamente la sal de ácido graso hidroxilado con un diámetro de partícula promedio de 50 μm o inferior al molde 1 para pulvimetalurgia. La sal de ácido graso hidroxilado es un ácido graso hidroxilado de litio. El ácido graso hidroxilado de litio es un hidroxiestearato de litio. Es preferente usar 12-hidroxiestearato de litio como hidroxiestearato de litio.

45 Como se ha mencionado anteriormente, de acuerdo con la realización correspondiente a parte de la reivindicación 1, el procedimiento de producción de un producto sinterizado a partir de polvo incluye la etapa de carga de cargar en un molde 1 el polvo para pulvimetalurgia que tiene el polvo 6 del polvo en bruto y el lubricante 8 sólido incorporado al mismo; la etapa de moldeo del compactado de polvo de compactar el polvo para pulvimetalurgia cargado en el molde 1 y de moldear el compactado 10 de polvo; y la etapa de liberación del compactado de polvo de extraer el compactado 10 de polvo fuera del molde 1; moldear continuamente el compactado 10 de polvo; y sinterizar el compactado 10 de polvo, en el que la temperatura del molde se ajusta a un valor en el intervalo de desde el punto de ebullición del agua al punto de fusión del lubricante 8 sólido. Por lo tanto, se puede moldear continuamente el compactado 10 de polvo sin provocar un fallo en la alimentación del polvo para pulvimetalurgia. El producto sinterizado que se forma sinterizando el compactado 10 de polvo se vuelve regular en resistencia y densidad y, por tanto, se puede producir un producto sinterizado estable que es sustancialmente regular en resistencia y densidad.

50 Como se menciona anteriormente, de acuerdo con la realización correspondiente a la reivindicación 2, el polvo en bruto es uno de entre un polvo de hierro, un polvo de hierro aleado, y un polvo mezclado que contiene el polvo de hierro y el polvo de hierro aleado como componentes principales. Es decir, el polvo en bruto es uno de entre un polvo de hierro, un polvo de hierro aleado, y un polvo mezclado que contiene ambos el polvo de hierro o/y el polvo de hierro aleado como componentes principales. El lubricante 8 sólido es un ácido graso hidroxilado. La temperatura del molde 1 se encuentra en el intervalo de 101 a 190 $^{\circ}\text{C}$, de modo que es posible obtener un producto sinterizado que sea regular en resistencia y densidad cuando se usa el polvo de hierro o el polvo de hierro aleado como el polvo en bruto y es posible obtener lubricidad y compresibilidad excelentes en el moldeo por compresión, mayores que en el caso en el

que se usó el estearato de litio conocido.

5 Como se ha mencionado anteriormente, de acuerdo con la realización correspondiente a la reivindicación 3, dado que el polvo para pulvimetalurgia no se calienta antes de cargarse, el lubricante 8 sólido no está fundido y, por tanto, no se deteriora la propiedad de carga. Por tanto, sólo se requiere controlar la temperatura del molde 1.

10 Como se ha mencionado anteriormente, en las etapas de producción del compactado 10 de polvo de acuerdo con la realización correspondiente a la reivindicación 4, dado que la temperatura del molde 1 se mantiene sustancialmente regular en el intervalo de ± 20 °C, es posible obtener un producto sinterizado que sea regular en resistencia y densidad.

10 Realización

15 La fig. 6 indica una realización de la presente invención. Con respecto a las porciones que son iguales a las del procedimiento 1, se asignan números de referencia iguales y se omiten las descripciones detalladas de las mismas. La realización se describirá en detalle a continuación. En la realización, está dispuesto un medio 12 de enfriamiento que enfría el polvo para pulvimetalurgia antes de cargarse. El medio 12 de enfriamiento está dispuesto en el medio 11 de alimentación de polvo. El medio 12 de enfriamiento puede usar enfriamiento por agua o enfriamiento por aire. Para un procedimiento de enfriamiento por agua, hay un procedimiento de hacer circular una solución de enfriamiento. El medio 20 12 de enfriamiento está dispuesto en el alimentador 9 y el tubo 9A flexible, de forma específica, en una porción del tubo 9A flexible cerca del molde 1 y un lado externo del alimentador 9.

25 Dado que la mezcla de polvo 6 de hierro puro y el lubricante 8 sólido, que es el polvo para pulvimetalurgia, puede estar en un estado de temperatura elevada debido al calor remanente del medio 7 de calentamiento en el alimentador 9, el polvo para pulvimetalurgia se enfría mediante el medio 12 de enfriamiento antes de cargarse para mantener la temperatura del mismo por debajo del punto de ebullición del agua

30 Como se menciona anteriormente, de acuerdo con la realización correspondiente a la reivindicación 1, la temperatura del polvo para pulvimetalurgia se mantiene en el punto de ebullición del agua o por debajo enfriando el polvo antes de cargarlo. Dado que el polvo para pulvimetalurgia, antes de cargarlo, puede recibir calor del molde 1 cuando se calienta el molde 1, es posible disminuir la irregularidad en la densidad de carga enfriando el polvo para pulvimetalurgia antes de cargarlo. En particular, es preferente enfriar el polvo a una temperatura por debajo del punto de ebullición del agua.

La invención no está limitada por la realización mencionada anteriormente, pero se puede modificar de varias formas.

35

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de producción de un producto sinterizado a partir de polvo, que comprende:
- 5 una etapa de carga de cargar en un molde (1) un polvo para pulvimetalurgia que tiene un polvo (6) en bruto y un lubricante (8) sólido incorporado en el mismo;
- una etapa de moldeo del compactado de polvo de compactar el polvo para pulvimetalurgia cargado en el molde y de
10 moldear un compactado de polvo;
- una etapa de liberación del compactado de polvo de extraer el compactado de polvo fuera del molde;
- moldear continuamente el compactado de polvo y
- 15 en el que la temperatura del molde se ajusta a un valor en el intervalo del punto de ebullición del agua o superior hasta el punto de fusión del lubricante sólido o inferior, caracterizado por que el procedimiento comprende
- sinterizar el compactado de polvo,
- 20 en el que un medio (12) de enfriamiento para enfriar el polvo para pulvimetalurgia antes de que éste se cargue está dispuesto en un medio (11) de alimentación de polvo, en el que el polvo para pulvimetalurgia en el medio de alimentación de polvo recibe calor desde un medio de calentamiento del molde, y el polvo para pulvimetalurgia se enfría para mantener la temperatura del mismo en o por debajo del punto de ebullición del agua mediante el medio de enfriamiento.
- 25
2. El procedimiento de producción de un producto sinterizado a partir de polvo de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el polvo en bruto es uno de entre un polvo de hierro, un polvo de hierro aleado, y un polvo mezclado que contiene el polvo de hierro y el polvo de hierro aleado como componentes principales, el lubricante sólido es un ácido graso hidroxilado y la temperatura del molde se encuentra en el intervalo de 101 a 190 °C.
- 30
3. El procedimiento de producción de un producto sinterizado a partir de polvo de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que la temperatura del molde se mantiene prácticamente regular dentro del intervalo de ± 20 °C desde la temperatura de ajuste mediante el calentamiento y enfriamiento del molde en la etapa de moldeo del compactado de polvo.
- 35
4. El procedimiento de producción de un producto sinterizado a partir de polvo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el medio de enfriamiento usa enfriamiento por agua o enfriamiento por aire, en el que en el caso de enfriamiento por agua, se hace circular una solución de enfriamiento, en el que el medio de enfriamiento está dispuesto en un alimentador y un tubo (9A) flexible del medio de alimentación de polvo.
- 40
5. El procedimiento de producción de un producto sinterizado a partir de polvo de acuerdo con la reivindicación 4, en el que el medio de enfriamiento está dispuesto en una porción del tubo (9A) flexible cerca del molde (1) y un lado externo del alimentador (9).

FIG. 1

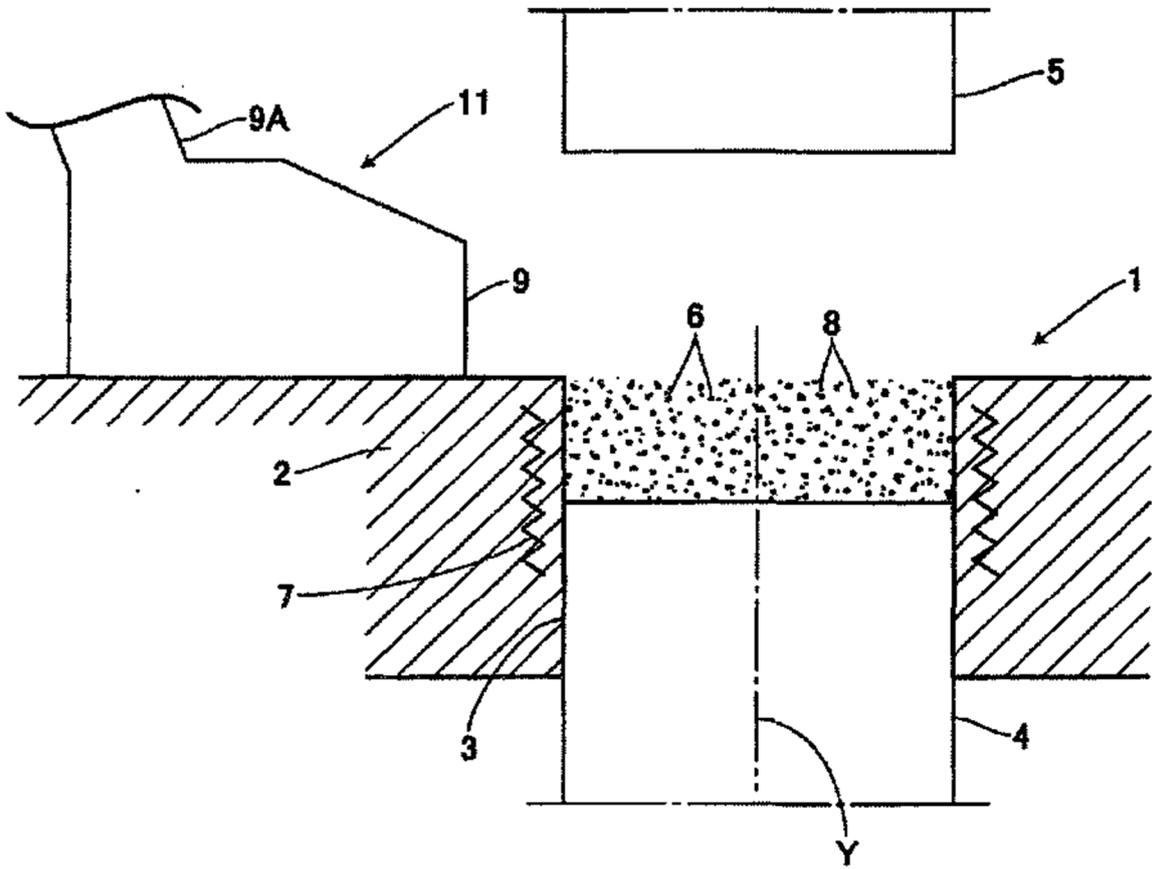


FIG. 2

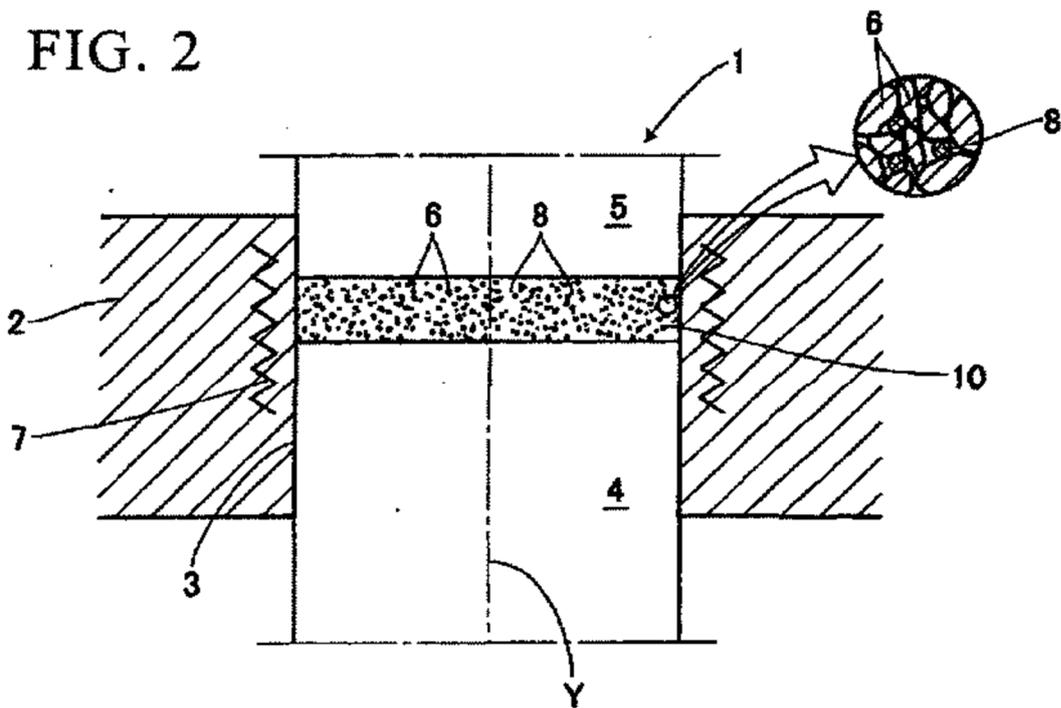


FIG. 3

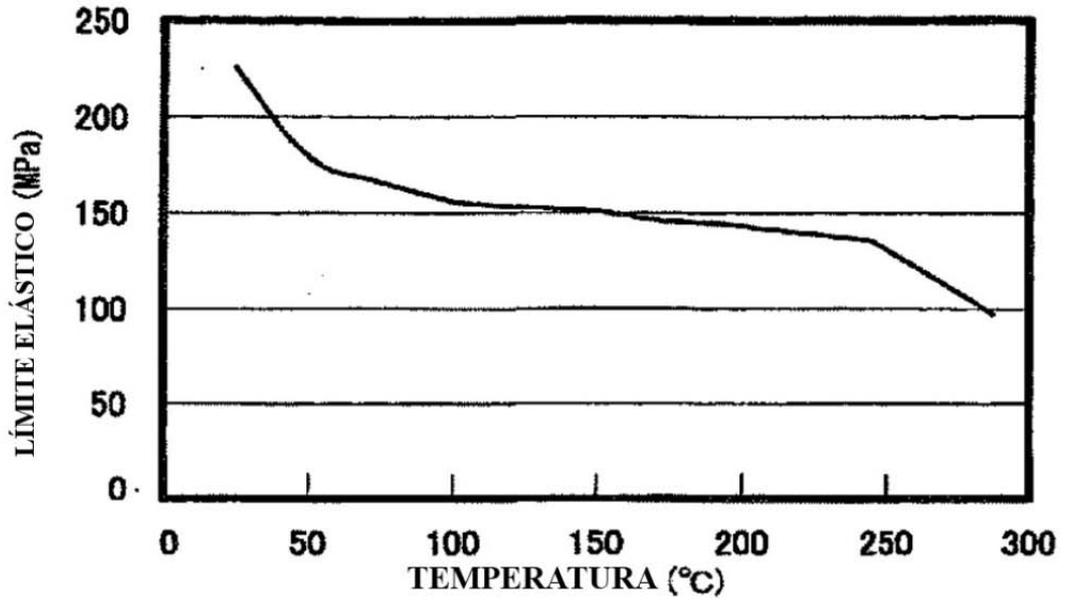


FIG. 4

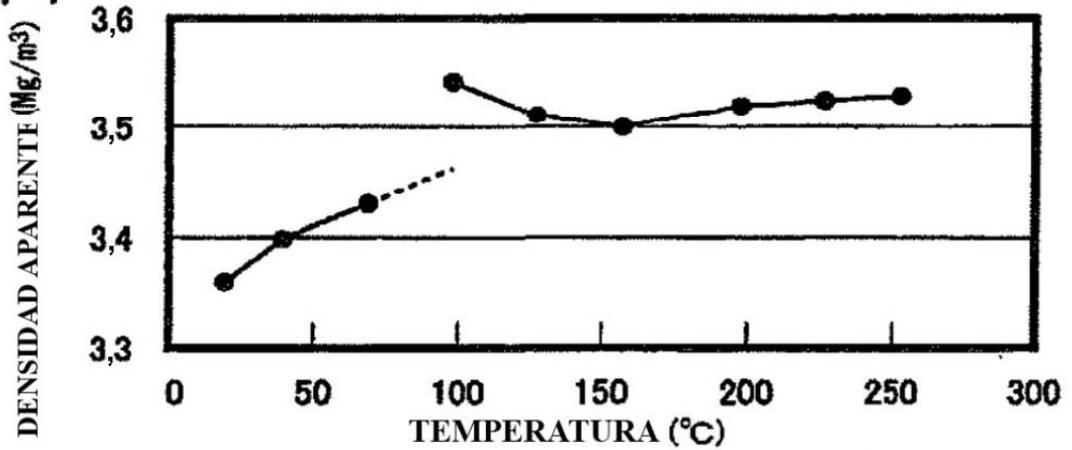


FIG. 5

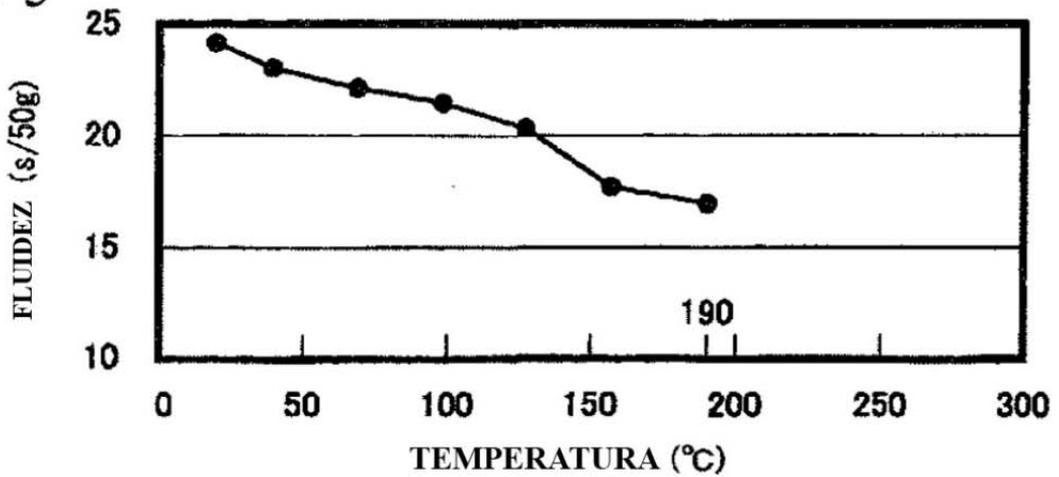


FIG. 6

