

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 401 483**

51 Int. Cl.:

H01F 41/02 (2006.01)

H01F 1/26 (2006.01)

B22F 1/02 (2006.01)

C23C 22/07 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.05.2007 E 07743385 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.03.2013 EP 2026361**

54 Título: **Núcleo de polvo**

30 Prioridad:

30.05.2006 JP 2006150095

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

22.04.2013

73 Titular/es:

**SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD. (50.0%)
5-33 Kitahama 4-chome, Chuo-ku
Osaka-shi, Osaka 541-0041, JP y
SUMITOMO ELECTRIC SINTERED ALLOY, LTD.
(50.0%)**

72 Inventor/es:

**IGARASHI, NAOTO;
NISHIOKA, TAKAO;
SHIMADA, YOSHIYUKI y
AKAO, TSUYOSHI**

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 401 483 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

Núcleo de polvo

5 **Campo de la técnica**

La presente invención se refiere en general a un material magnético blando y a un núcleo de polvo y, más específicamente, a un material magnético blando y a un núcleo de polvo que incluyen una pluralidad de partículas magnéticas mecánicas cubiertas cada una con una película aislante.

10

Técnica anterior

En estos años, a medida que se estrechan los reglamentos ambientales en todo el mundo, los automarcadores están cada uno promocionando de forma activa los desarrollos en términos de emisión menor y de menor consumo de combustible. Por tanto, el mecanismo de control del motor mecánico convencional se está sustituyendo por un mecanismo de control del motor electrónico. De acuerdo con esto, se requiere que un material magnético que es una parte central del mecanismo de control tiene un mayor rendimiento y menor tamaño. En concreto se están promocionando desarrollos de un material que tiene propiedades magnéticas altas en intervalos de frecuencia media y alta con el fin de alcanzar un control más preciso con polvo más pequeño. Para que un material tenga propiedades magnéticas altas en intervalos de frecuencia media y alta, el material tiene que tener toda la densidad de flujo de saturación alta, una elevada permeabilidad magnética y una elevada resistividad eléctrica. Aunque un material magnético metálico en general tiene una densidad de flujo de saturación alta y una alta permeabilidad magnética, el material magnético metálico tiene una resistividad eléctrica baja (10^{-6} a 10^{-4} Ωcm) y, por tanto, tiene una gran pérdida de corriente eddy en los intervalos de frecuencia media y alta. Por tanto, el material magnético metálico tiene sus propiedades magnéticas deterioradas y, por tanto, es difícil de usar solo. Un material magnético de óxido metálico tiene una resistividad eléctrica más alta (de 1 a 10^8 Ωcm) en comparación con el material magnético metálico y, por tanto, tiene una pérdida de corriente eddy menor en intervalos de frecuencia media y alta y menos deterioro de sus propiedades magnéticas. No obstante, dado que la densidad de flujo de saturación del material magnético de óxido metálico es de un tercio a la mitad de la del material magnético metálico, el uso del material magnético de óxido metálico está limitado. En vista de estas condiciones se ha propuesto un material magnético compuesto que es un compuesto de un material magnético metálico y un material magnético de óxido metálico y, por tanto, tiene una densidad de flujo de saturación alta, una elevada permeabilidad magnética y elevada resistividad eléctrica para compensar los respectivos defectos del material magnético metálico y el material magnético de óxido metálico.

15

20

25

30

35

Un material magnético compuesto como se ha descrito anteriormente se divulga en, por ejemplo, la publicación de patente nacional japonesa nº 1 0-503807 (Documento Patente 1) que divulga un procedimiento de formar el material magnético compuesto uniendo, por medio de un material orgánico tal como polifenilenoéter, polieterimida, oligómero amida, una pluralidad de partículas magnéticas compuestas que son cada una una partícula de hierro con su superficie cubierta por una película de fosfato de hierro.

40

El documento W02005/09632 A1 divulga un material magnético blando que comprende una pluralidad de partículas magnéticas compuestas que respectivamente tienen una partícula magnética metálica y una película de recubrimiento aislante que cubre la superficie de la partícula magnética metálica y que contiene al menos un fosfato metálico y un óxido, y un lubricante particulado que se añade en una cantidad no inferior a 0,001 % en masa y no superior a 0,1 % en masa respecto a las partículas magnéticas compuestas.

45

El documento WO2006/025430A1 divulga un material magnético blando que contiene una superficie, y una cera éster. La cera éster se añade en una cantidad no inferior a 0,02 % en masa y no superior a 0,6 % en masa respecto al material magnético blando. Documento de patente 1: Publicación de patente nacional japonesa N° 0-503807

50

Divulgación de la invención**Problemas que ha de resolver la invención**

55

En el caso en el que el material magnético compuesto se use para un mecanismo de control de motor de un automóvil se requiere que el material magnético compuesto tenga resistencia térmica además de las propiedades magnéticas descritas anteriormente, ya que la temperatura del motor es alta. No obstante, el material magnético blando divulgado en el documento patente 1 descrito en lo que antecede tiene el problema de que la resistencia mecánica a temperaturas altas es insuficiente.

60

Por tanto, la presente invención se ha realizado para resolver el problema descrito en lo que antecede y un objeto de la invención es proporcionar un material magnético blando y un núcleo de polvo que tenga una excelente resistencia a la flexión incluso a temperaturas altas.

65

Medios para resolver los problemas

Un núcleo de polvo de acuerdo con la reivindicación 1 de la presente invención incluye un material magnético blando que comprende: Auna pluralidad de partículas magnéticas compuestas que incluyen una particular magnética metálica y una película aislante; una resina de poliétercetona aromática; y un jabón metálico y/o lubricante inorgánica que tiene una estructura de cristal hexagonal y el jabón metálica y el lubricante inorgánico son partículas con un tamaño medio de particular no superior a 2,0 μm .

Con respecto al material magnético blando, se encontró que el deterioro de la resistencia a la flexión, en particular a temperaturas altas se suprime en el caso en el que el material magnético blando incluye una resina de poliétercetona aromática y un jabón metálico y/o un lubricante inorgánico que tiene una estructura de cristal hexagonal que son partículas con un tamaño medio de partícula no superior a 2, μm . En un proceso de tratamiento térmico a una temperatura no inferior a 400 °C e inferior a la temperatura de pirólisis de la película aislante, la poliétercetona aromática se funde una vez y se resolidifica (cristaliza) mientras se está enfriando. En este momento, el lubricante inorgánico en forma de partículas finas con el tamaño medio de partícula no superior a 2.0 μm sirve como agente de nucleación para estimular la cristalización. En el jabón metálico, mientras una cadena alifática orgánica se separa y elimina en el proceso de tratamiento térmico, queda cinc o un compuesto de cinc inorgánico tal como óxido de cinc y sirve como agente de nucleación. A medida que la resina de poliétercetona aromática cristaliza, su estructura se convierte en compacta y la fuerza intermolecular aumenta para mejorar la resistencia térmica y las propiedades mecánicas. Por tanto, también se debe mejorar la resistencia térmica y la resistencia mecánica del núcleo de polvo en el que la resina de poliétercetona aromática sirve como aglutinante.

Con respecto al material magnético blando, la resina de poliétercetona aromática tiene un peso molecular promedio en peso no inferior a 10.000 y no superior a 100.000. Dado que el peso molecular promedio en peso no es superior a 100.000, la viscosidad de fusión de la resina de poliétercetona aromática se puede disminuir. Como resultado, cuando la resina de poliétercetona aromática se funde en el proceso de tratamiento térmico, la resina de poliétercetona aromática se disemina fácilmente entre las partículas magnéticas compuestas y el residuo de jabón metálico y/o el lubricante inorgánico que tiene una estructura de cristal hexagonal que sirve como agente de nucleación se puede suspender fácilmente en la resina de poliétercetona aromática. En consecuencia, las características mecánicas del material magnético blando se pueden mejorar. Además, dado que el peso molecular promedio en peso no es inferior a 10.000, el deterioro de la resistencia de la propia resina de poliétercetona aromática se puede suprimir.

Con respecto al material magnético blando, la resina de poliétercetona aromática tiene un tamaño medio de partícula que no es inferior a 10 veces el tamaño medio de partícula del jabón metálico y/o el lubricante inorgánico que tiene una estructura de cristal hexagonal y que no es más de dos veces el tamaño medio de partícula de la partícula magnética metálica. Dado que el tamaño medio de partícula no es inferior a 10 veces el del jabón metálico y/o el lubricante inorgánico que tiene una estructura de cristal hexagonal, se puede prevenir que disminuya la fluidez de las partículas magnéticas metálicas y la hidrancia del recubrimiento del jabón metálico y/o el lubricante inorgánico sobre la superficie de la partícula metálica. Dado que tamaño medio de partícula no es superior a dos veces el tamaño medio de partícula de las partículas magnéticas metálicas se puede mantener la dispersión de la resina de poliétercetona aromática entre las partículas magnéticas compuestas.

Con respecto al material magnético blando, el contenido del jabón metálico y/o el lubricante inorgánico que tiene una estructura de cristal hexagonal no es inferior al 0,001 % en masa y no superior a 0,05 % en masa con respecto a la pluralidad de partículas magnéticas compuestas. Dado que el contenido no es inferior a 0,001 % en masa, la lubricidad que suprime los daños en la película aislante se puede obtener además a partir del jabón metálico y/o el lubricante inorgánico que tiene una estructura de cristal hexagonal. En contraste con ello, dado que el contenido no es superior a 0,05 % en masa, también se puede prevenir la disminución de la densidad de flujo magnético y la resistencia del material magnético blando.

Se produce un núcleo de polvo de acuerdo con la presente invención usando cualquier material magnético blando como se ha descrito en lo que antecede. Con el núcleo de polvo estructurado del modo descrito en lo que antecede, se pueden implementar propiedades magnéticas que incluyen una pequeña pérdida de núcleo al tiempo que el núcleo de polvo puede tener una resistencia a la flexión excelente incluso a temperaturas altas.

Efectos de la invención

Como se ha explicado anteriormente, con el material magnético blando de la presente invención, se puede producir el núcleo de polvo que exhibe propiedades magnéticas que incluyen una pequeña pérdida de núcleo al tiempo que tienen una resistencia a la flexión excelente incluso a temperaturas altas.

Breve descripción de las figuras

La Fig. 1 muestra esquemáticamente un material magnético blando en una realización de la presente invención. La Fig. 2 es una sección transversal agrandada de un núcleo de polvo en una realización de la presente

invención.

La Fig.3 es un diagrama de flujo que muestra etapas sucesivas de un procedimiento de fabricación de un núcleo de polvo en una realización de la presente invención

5 **Descripción de los signos de referencia**

10 partícula magnéticas metálicas, 20 película aislante, 30 partícula magnética compuesta, 40 resina de poliétercetona aromática, 50 jabón metálico y/o lubricante inorgánico que tiene estructura de cristal hexagonal, 60 aislamiento

10

Mejor modo de llevar a cabo la invención

15 A continuación en el presente documento se describirá una realización de la presente invención con referencia a las figuras. En las figuras siguientes, componentes similares o correspondientes se indican con caracteres de referencia similares y no se repetirá una descripción de los mismos.

<Realización>

20 La Fig. 1 muestra esquemáticamente un material magnético blando en una realización de la presente invención. Como se muestra en la Fig. 1, el material magnético blando en la realización incluye una pluralidad de partículas magnéticas compuestas 30, teniendo cada una una partícula magnética metálica 10 y una película aislante 20 que rodea la superficie de la partícula magnética metálica 10, una resina de poliétercetona aromática 40; y un jabón metálico y/o lubricante inorgánico 50 que tiene una estructura de cristal hexagonal, siendo el jabón metálico y el
25 lubricante inorgánico partículas con un tamaño medio de partícula no superior a 2,0 µm. La película aislante 20 incluye un fosfato.

30 La Fig. 2 es una sección transversal agrandada de un núcleo de polvo en una realización de la presente invención. El núcleo de polvo de la Fig. 2 se produce mediante moldeo por presión y tratamiento térmico del material magnético blando en la Fig. 1. Como se muestra en la Fig. 1, en el núcleo de polvo de la presente realización, una pluralidad de partículas magnéticas compuestas 30 se unen mediante una resina de poliétercetona aromática 40 o se unen mediante enganche de una protrusión y una depresión de partículas magnéticas compuestas 30. En cuanto al aislamiento 60, la resina de poliétercetona aromática 40 o el jabón metálico y/o el lubricante inorgánico 50 o similares incluidos en el material magnético blando se convierte en el aislamiento en el proceso de tratamiento
35 térmico.

En el material magnético blando y el núcleo de polvo de la presente invención, la partícula magnética metálica 10 está hecha de hierro (Fe).

40 La partícula magnética metálica 10 tiene, preferentemente, un tamaño medio de partícula no inferior a 30 µm y no superior a 500 µm. Dado que el tamaño medio de partícula de la partícula magnética metálica 10 no es inferior a 30 µm, la fuerza coerciva se puede reducir. Dado que el tamaño medio de partícula no es superior a 500 µm, se puede reducir la corriente eddy. Además, se puede prevenir el deterioro de la compresibilidad de la mezcla en polvo en el proceso de moldeo por presión. Por tanto, la densidad del producto moldeado obtenido mediante el moldeo por
45 presión no disminuye y se puede evitar la dificultad de manipulación.

En el presente documento, el tamaño medio de partícula de la partícula magnética metálica 10 se refiere al tamaño de una partícula obtenida cuando la suma de masas de las partículas añadidas en orden ascendente de tamaño de partícula en un histograma de tamaños de partícula alcanza el 50 % de la masa total, es decir el 50 % del tamaño de
50 partícula.

La película aislante 20 sirve como capa aislante entre las partículas magnéticas metálicas 10. El recubrimiento de la partícula magnética metálica 10 con película aislante 20 puede aumentar la resistividad eléctrica del núcleo de polvo producido mediante moldeo por presión del material magnético blando. Por tanto, el flujo de la corriente eddy entre las partículas magnéticas metálicas 10 se puede suprimir para reducir la pérdida de corriente eddy del núcleo de
55 polvo.

Se usa la película aislante 20 que contiene un fosfato. Se puede usar un óxido metálico que contiene un fosfato para la película aislante 20 con objeto de reducir más el espesor de la capa de recubrimiento que cubre la superficie de la partícula magnética metálica. Por tanto, se puede aumentar la densidad de flujo magnético de la partícula magnética compuesta 30 y se mejoran las propiedades magnéticas.

60 Como el fosfato, además de un fosfato de hierro que es un fosfato de hierro, se pueden usar, por ejemplo, fosfato de manganeso, fosfato de cinc, fosfato cálcico y fosfato de aluminio. El fosfato puede ser una sal metálica compuesta de ácido fosfórico tal como fosfato de hierro dopado con una cantidad pequeña de aluminio. Como óxido se pueden usar, por ejemplo, óxido de silicio, óxido de titanio, óxido de aluminio y óxido de circonio.

65

Se puede usar la película aislante 20 fabricada por cualquier aleación de estos metales. La película aislante 20 se puede formar como una capa, como se muestra, o como múltiples capas.

5 La película aislante 20 tiene, preferentemente, un espesor medio no inferior a 0,005 μm y no superior a 20 μm . Más preferentemente, el espesor medio de la película aislante 20 no es inferior a 0,05 μm y no superior a 0,1 μm . En el caso en el que el espesor medio de la película aislante 20 no sea inferior a 0,005 μm , se puede suprimir la conducción eléctrica debido al efecto túnel. En el caso en el que el espesor medio de la película aislante 20 no sea inferior a 0,05 μm , se puede suprimir de forma eficaz la conducción eléctrica debido al efecto túnel. Por el contrario, en el caso en el que el espesor medio de la película aislante 20 no sea superior a 20 μm , se puede prevenir la fractura por cizalladura de la película aislante 20 en el proceso de moldeo por presión. Además, dado que la proporción entre la película aislante 20 y el material magnético blando no es excesivamente alta se puede prevenir una disminución considerable de la densidad de flujo magnético del núcleo de polvo obtenido mediante moldeo por presión del material magnético blando. En el caso en el que el espesor medio de la película aislante 20 no sea superior a 0,1 μm , se puede prevenir más la disminución de la densidad de flujo magnético.

15 En el presente documento, el espesor medio se determina derivando el espesor correspondiente teniendo en cuenta la composición de la película obtenida mediante análisis de composición (TEM-EDX: Microscopia electrónica de transmisión—espectroscopia de rayos X de dispersión de energía) y la cantidad de elementos obtenida mediante espectroscopia de masas acoplada a plasma de inducción (ICPMS) y, además, observando directamente el recubrimiento usando fotografía TEM y conformando que el orden de magnitud del correspondiente espesor derivado previamente es un valor adecuado.

Como resina de poliétercetona aromática 40 se usa poliéterétercetona (PEEK).

25 El contenido de la resina de poliétercetona aromática 40 con respecto a una pluralidad de partículas magnéticas compuestas 30 no es inferior a 0,01 % en masa y no superior a 0,05 % en masa. Dado que el contenido no es inferior a 0,01 % en masa, se puede mejorar la resistencia a la flexión del material magnético blando y del núcleo de polvo. En contraste con ello, dado que el contenido no es superior a 0,05 % en masa, el contenido de una capa no magnética en el material magnético blando y el núcleo de polvo es limitado de modo que también se puede prevenir la disminución de la densidad de flujo magnético.

35 En cuanto al jabón metálico y/o el lubricante inorgánico 50 que tiene una estructura de cristal hexagonal que son partículas con un tamaño medio de partícula de no más de 2,0 μm , el jabón metálico puede ser estearato de cinc, estearato de litio, estearato de calcio, Palmitato de litio, palmitato de calcio, oleato de litio, oleato de calcio o similares.

El lubricante inorgánico que tiene una estructura de cristal hexagonal puede ser nitruro de boro, disulfuro de molibdeno, disulfuro de tungsteno, grafito o similares.

40 El contenido del jabón metálico y/o el lubricante inorgánico 50 que tiene una estructura de cristal hexagonal que son partículas con un tamaño medio de partícula de no más de 2,0 μm , con respecto a una pluralidad de partículas magnéticas compuestas, es, preferentemente, no inferior a 0,001 % en masa y no superior a 0,1 % en masa. El contenido no inferior a 0,001 % en masa puede proporcionar buena lubricidad obtenida del jabón metálico y/o el lubricante inorgánico que tiene una estructura de cristal hexagonal para evitar daños en la película aislante. El contenido de no más de 0,1 % en masa también puede prevenir la disminución de la densidad de flujo magnético y la resistencia del material magnético blando. El tamaño medio de partícula del jabón metálico y/o el lubricante inorgánico 50 que tiene una estructura de cristal hexagonal es, preferentemente, no superior a 0,8 μm .

El tamaño medio de partícula de no más de 0,8 μm puede además reducir los daños en la película aislante 20 cuando el material magnético blando se hace compacto y, por tanto, también se puede reducir la pérdida de núcleo.

50 El tamaño medio de partícula del jabón metálico y/o el lubricante inorgánico 50 que tiene una estructura de cristal hexagonal se refiere al tamaño de una partícula obtenida cuando la suma de masas de las partículas añadidas en orden ascendente de tamaño de partícula en un histograma de tamaños de partícula medido mediante difracción por dispersión láser alcanza el 50 % de la masa total, es decir el 50 % del tamaño de partícula.

55 El tamaño medio de partícula del material magnético blando es, preferentemente, no inferior a 5 μm y no superior a 200 μm . Dado que el tamaño medio de partícula no es inferior a 5 μm , la compresibilidad del polvo disminuye y la densidad de flujo magnético disminuye. Dado que el tamaño medio de partícula no es superior a 200 μm , la pérdida de corriente eddy de las partículas magnéticas compuestas se puede reducir, en particular cuando se usa en el intervalo de 1 kHz a 10kHz.

60 Un procedimiento de fabricación del material magnético blando mostrado en la Fig. 1 y el núcleo de polvo mostrado en la Fig. 2 se describirán con referencia a las Figs. 1 a 3. La Fig.3 es un diagrama de flujo que muestra etapas sucesivas del procedimiento de fabricación de un núcleo de polvo en la realización de la presente invención

65 Como se muestra en la Fig. 3, la etapa de producir partículas magnéticas compuestas 30 (S 10) se realiza primero. Esta etapa (S 10) se realiza específicamente del siguiente modo. Se preparan partículas magnéticas metálicas 10.

Después, las partículas magnéticas metálicas 10 se tratan con calor a una temperatura no inferior a 400 °C y no superior a 900 °C, por ejemplo. De este modo se forma la película aislante 20 sobre la superficie de cada partícula magnética metálica 10, la película aislante 20 se puede formar, por ejemplo, fosfatando las partículas magnéticas metálicas 10. De acuerdo con esto se obtiene una pluralidad de partículas magnéticas compuestas 30.

5 La película aislante 20 se puede formar, por ejemplo, fosfatando las partículas magnéticas metálicas 10. El proceso de fosfatado forma la película aislante 20 hecha de, por ejemplo, fosfato de hierro que contiene fósforo y hierro, o fosfato de aluminio, fosfato de silicio, fosfato de magnesio, fosfato cálcico, fosfato de atrio, fosfato de circonio o similares. Para formar la capa aislante de estos fosfatos se puede usar un proceso de rociado de disolvente o de sol-gel usando un precursor. Como alternativa, se puede formar la película aislante 20 hecha de un compuesto de silicio orgánico. Para formar esta película aislante se puede usar recubrimiento en húmedo usando un disolvente orgánico o recubrimiento directo usando un mezclador.

15 A continuación se realiza la etapa de mezclar una pluralidad de partículas magnéticas compuestas 30 con una resina de poliétercetona aromática (S 20). En esta etapa (S 20), el procedimiento de mezclarlas no está particularmente limitado y se puede usar, por ejemplo, cualquier procedimiento como aleación metálica, molturación con bolas de vibración, mecanofusión, coprecipitación, depósito de vapor químico (DVQ), depósito de vapor físico (DVF), sembrado, salpicado, depósito de vapor o procedimiento de sol-gel.

20 Después, se realiza la etapa de añadir jabón metálico y/o lubricante inorgánico 50 que tiene una estructura de cristal hexagonal que son partículas con un tamaño medio de partícula de no más de 2,0 µm (S 30). En esta etapa (S 30) se añade una proporción predeterminada entre el jabón metálico y/o lubricante inorgánico 50 a las partículas magnéticas compuestas 30 y se mezclan usando un mezclador con forma de V y, de acuerdo con ello, se completa el material magnético blando en la presente realización. En el presente documento, el procedimiento de mezclado no está particularmente restringido.

A través de las etapas descritas en lo que antecede (S 10 – 30) se obtiene el material magnético blando en la realización mostrada en la Fig. 1. Con el fin de producir el núcleo de polvo como se muestra en la Fig. 2, se realizan las etapas siguientes.

30 Se lleva a cabo la etapa de moldeo por presión del material magnético blando obtenido (S 40). En esta etapa (S 40), el material magnético blando obtenido se coloca en un molde y se moldea por presión con una presión de, por ejemplo, 700 MPa a 1500 MPa. De acuerdo con esto, el material magnético blando se comprime en un producto moldeado. El ambiente del moldeo por presión es, preferentemente, un ambiente de gas inerte o un ambiente de presión reducida. En este caso, se puede suprimir la oxidación de las partículas magnéticas compuestas 30 por oxígeno en la atmósfera.

40 En el proceso de moldeo por presión, se proporciona jabón metálico y/o lubricante inorgánico 50 que tiene una estructura de cristal hexagonal que están en forma de partículas con un tamaño medio de partícula de no más de 2 µm entre las partículas magnéticas compuestas 30 adyacentes unas de otras. De acuerdo con esto, se evita que las partículas magnéticas compuestas 30 se froten mucho unas con otras. En este momento, dado que el jabón metálico y/o lubricante inorgánico 50 muestran una lubricidad excelente, la película aislante 20 proporcionada sobre la superficie externa de las partículas magnéticas compuestas 30 no se rompe. De este modo, el estado en el que la película aislante 20 cubre la superficie de la partícula magnética metálica 10 se puede mantener y se puede asegurar que la película aislante 20 sirve como capa aislante entre las partículas magnéticas metálicas 10.

50 La etapa de realizar el tratamiento térmico (S 50) se realiza a continuación. En esta etapa (S 50), el producto moldeado obtenido mediante el moldeo por presión se trata con calor a una temperatura no inferior a 400 °C e inferior a la temperatura de pirólisis de la película aislante 20. Por tanto, la distorsión y la dislocación presentes en el producto moldeado se eliminan. En este momento, dado que el tratamiento térmico se realiza a una temperatura inferior a la temperatura de pirólisis de la película aislante 20, el tratamiento térmico no deteriora la película aislante 20. Además, el tratamiento térmico convierte la resina de poliétercetona aromática 40 y el jabón metálico y/o lubricante inorgánico 50 que tiene una estructura de cristal hexagonal que son partículas con un tamaño medio de partícula de no más de 2,0 µm en el aislamiento 60.

55 Después del tratamiento térmico, el producto moldeado sufre procesos adecuados tales como extrusión y corte, y, de este modo se completa el núcleo de polvo mostrado en la Fig. 2.

60 El núcleo de polvo producido mediante las etapas descritas anteriormente (S10 – S50) y mostradas en la Fig. 2 tiene, preferentemente, una fracción empaquetada no inferior al 95 %. La fracción empaquetada del núcleo de polvo se determina dividiendo la densidad medida realmente del núcleo de polvo, incluida la película aislante 20, la resina de poliétercetona aromática 40, el jabón metálico y/o lubricante inorgánico 50 que tiene una estructura de cristal hexagonal que son partículas con un tamaño medio de partícula no superior a 2,0 µm y huecos entre las partículas magnéticas compuestas 30, mediante una densidad teórica de las partículas magnéticas metálicas 10. Aunque la densidad teórica de las partículas magnéticas metálicas 10 no se determina en consideración de la película aislante 65 20, la resina de poliétercetona aromática 40, el jabón metálico y/o lubricante inorgánico 50 que tiene una estructura

de cristal hexagonal que son partículas con un tamaño medio de partícula no superior a 2,0 μm , la proporción entre estos y la totalidad es extremadamente pequeña. Por tanto, el procedimiento descrito en lo que antecede se puede usar para obtener un valor muy cercano a la fracción de empaquetado real. En el caso en el que las partículas magnéticas metálicas 10 están hechas por una aleación, específicamente en el caso en el que las partículas magnéticas metálicas 10 están hechas de una aleación de hierro-cobalto, por ejemplo, la densidad teórica de las partículas magnéticas metálicas 10 se puede determinar usando la fórmula siguiente:

$$\text{(densidad teórica del hierro x proporción en volumen del hierro con respecto a las partículas magnéticas metálicas 10) + (densidad teórica del cobalto x proporción en volumen del cobalto con respecto a las partículas magnéticas metálicas 10)}$$

Como se ha descrito anteriormente en el presente documento, el material magnético blando en la realización de la presente invención incluye una pluralidad de partículas magnéticas compuestas 30, teniendo cada partícula magnética metálica 10 y una película aislante 20 que rodea la superficie de la partícula magnética metálica 10 y que contiene un fosfato, una resina de poliétercetona aromática 40 y jabón metálico y/o lubricante inorgánico 50 que tiene una estructura de cristal hexagonal que son partículas con un tamaño medio de partícula no superior a 2,0 μm . Dicha resina de poliétercetona aromática 40 está incluida como resina aglutinante, el material magnético blando puede mejorar las características mecánicas mediante tratamiento térmico.

Además, ya que el jabón metálico y/o lubricante inorgánico 50 que tiene una estructura de cristal hexagonal que son partículas con un tamaño medio de partícula de no más de 2,0 μm está incluido, se puede prevenir el deterioro o ablandamiento del lubricante inorgánico en el proceso de tratamiento térmico. Por tanto, la corriente eddy se reduce suficientemente y se puede prevenir el deterioro de la pérdida del núcleo.

El núcleo de polvo en la realización de la presente invención se produce mediante moldeo por presión del material magnético blando. Por tanto, el núcleo de polvo que tiene características excelentes que la densidad de flujo magnético no es inferior a 1,6T (16kG) y la resistividad eléctrica no es inferior a $10^{-3} \Omega\text{cm}$ y no superior a $10^2 \Omega\text{m}$ cuando se aplica un campo magnético de no menos de 12.000 A y el valor del núcleo de polvo no es superior a 1.500 k/m^3 cuando se dibuja un bucle completo (curva BH) con una densidad de flujo de excitación de 0,25T (2,5kG) y una frecuencia de medición de 5 kHz y la resistencia a la flexión a 200 °C no es inferior a 100 MPa. En el presente documento, la resistencia a la flexión (resistencia a doblarse) se mide en base al procedimiento de ensayo con material metálico común definido por las JIS (Normas Industriales Japonesas) Z2238.

Ejemplo 1

En este ejemplo se analizaron los efectos del material magnético blando y el núcleo de polvo de la presente invención. En primer lugar, con referencia a la Tabla 1 y a la Tabla 2 siguientes, se produjeron respectivos núcleos de polvo de los Ejemplos 1 a 12 de la presente invención y los Ejemplos Comparativos 1 a 5 mediante los procedimientos siguientes.

Tabla 1

	Partículas magnéticas metálicas	Película aislante (espesor estimado)	Presión de moldeo [MPa]	Condiciones del tratamiento térmico	lubricante		aglutinante				
					Tipo	Tamaño medio de partícula [µm]	Cantidad añadida [% en peso]	Tipo	Peso molecular promedio	Tamaño medio de partícula [µm]	Cantidad añadida [% en peso]
Ejemplo 1	ABC 100.30	Fosfato (100 nm)	1275	42° C, 1 h, N ₂	Estearato de cinc	0,8	0,005	PEEK	43000	100	0,05
Ejemplo 2	ABC 100.30	Fosfato (100 nm)	1275	420° C, 1 h, N ₂	hBN	2	0,005	PEEK	43000	100	0,05
Ejemplo 3	ABC 100.30	Fosfato (100 nm)	1275	420° C, 1h, N ₂	MoS ₂	2	0,005	PEEK	43000	100	0,05
Ejemplo 4	ABC 100.30	Fosfato (100 nm)	1275	420° C, 1 h, N ₂	grafito	2	0,005	PEEK	43000	100	0,05
Ejemplo 5	ABC 100.30	Fosfato (100 nm)	1275	420° C, 1 h, N ₂	Estearato de cinc	0,8	0,001	PEEK	43000	100	0,05
Ejemplo 6	ABC100.30	Fosfato (100 nm)	1275	420° C, 1 h, N ₂	Estearato de cinc	0,8	0,05	PEEK	43000	100	0,05
C.Ejemplo 7	ABC100.30	Fosfato (100 nm)	1275	420° C, 1 h, N ₂	Estearato de cinc	0,8	0,005	PEEK	109000	100	0,05
C.Ejemplo 8	ABC 100.30	Fosfato (100 nm)	1275	420° C, 1 h, N ₂	Estearato de cinc	0,8	0,005	PEEK	43000	300	0,05
Ejemplo 9	ABC 100.30	Fosfato (100 nm)	1275	420° C, 1 h, N ₂	Estearato de cinc	0,8	0,005	PEEK	10000	100	0,05
Ejemplo 10	ABC100.30	Fosfato (100 nm)	1275	420° C, 1 h, N ₂	Estearato de cinc	0,8	0,005	PEEK	100000	100	0,05
Ejemplo 11	ABC 100.30	Fosfato (100 nm)	1275	420° C, 1 h, N ₂	Estearato de cinc	2	0,005	PEEK	43000	200	0,05
C.Ejemplo 12	ABC100.30	Fosfato (100 nm)	1275	420° C, 1 h, N ₂	Estearato de cinc	0,8	0,1	PEEK	43000	100	0,05
Ejemplo: Ejemplos de la presente invención											
C. Ejemplo: Ejemplo Comparativo											

Tabla 2

	Partículas magnéticas metálicas	Película aislante (espesor estimado)	Presión de moldeo [MPa]	Condiciones del tratamiento térmico	lubricante			aglutinante			
					Tipo	Tamaño medio de partícula [µm]	Cantidad añadida [% en peso]	Tipo	Peso molecular promedio	Tamaño medio de partícula [µm]	Cantidad añadida [% en peso]
C.Ejemplo 1	ABC 100.30	fosfato (100nm)	1275	420° C, 1 h, N ₂	Estearato de cinc	0,8	0,005	PPS	-	100	0,05
C.Ejemplo 2	ABC 100.30	fosfato (100nm)	1275	420° C, 1 h, N ₂	Estearato de cinc	0,8	0,005	PEI	-	100	0,05
C.Ejemplo 3	ABC 100.30	fosfato (100nm)	1275	420° C, 1 h, N ₂	Estearato de cinc	7,5	0,005	PEEK	43000	100	0,05
C.Ejemplo 4	ABC100.30	fosfato (100nm)	1275	420° C, 1 h, N ₂	Amida del ácido etilénbisteárico	-	0,005	PEEK	43000	100	0,05
C.Ejemplo 5	ABC 100.30	fosfato (100nm)	1275	420° C, 1 h, N ₂	-	-	-	PEEK	43000	100	0,05

C.Ejemplo: Ejemplo Comparativo

<Fabricación del núcleo de polvo en el ejemplo 1 de la invención>

5 Como partículas magnéticas metálicas se preparó polvo de hierro puro (nombre del producto "ABC100,30" fabricado por Hogan Japan K.K., tamaño medio de grano 100 μm). La superficie del polvo se fosfató para formar una película aislante hecha de un fosfato de hierro y que tiene un espesor medio de 100 nm. Como la resina de poliétercetona aromática se añadió 0,05 % en masa de PEEK (fabricada por Victrex-MC Inc., tamaño medio de partícula 100 μm , peso molecular promedio en peso 43000) con respecto a una pluralidad de partículas magnéticas compuestas. En cuanto al jabón metálico y/o el lubricante inorgánico 50 que tiene una estructura de cristal hexagonal que son partículas con un tamaño medio de partícula de no más de 2,0 μm , se añadió 0,005 % en masa de un estearato de cinc (fabricado por NOF corporation, tamaño medio de partícula 0,8 μm) que tiene un tamaño medio de partícula 0,8 μm con respecto a una pluralidad de partículas magnéticas compuestas.

10 Se usó un mezclador en forma de V para mezclar estos componentes durante una hora para preparar el material magnético blando del Ejemplo 1 de la invención. Después de esto, al material magnético blando se añadió una presión de 1275 MPa para producir un producto moldeado. Después, en un ambiente de flujo de aire de nitrógeno a 15 420 °C, el producto moldeado se trató con calor durante una hora. De este modo se fabricó el núcleo de polvo.

<Fabricación del núcleo de polvo en el ejemplo 2 de la invención>

20 Aunque el Ejemplo 2 de la invención es básicamente similar al Ejemplo 1, el Ejemplo 2 difiere del Ejemplo 1 solo en que se usó el nitruro de boro hexagonal (hBN, fabricado por Mizushima Ferroalloy Co., Ltd., tamaño medio de partícula 2 μm) como jabón metálico y/o lubricante inorgánico que tiene una estructura de cristal hexagonal que eran partículas con un tamaño medio de partícula de no más de 2,0 μm .

25 <Fabricación del núcleo de polvo en el ejemplo 3 de la invención>

Aunque el Ejemplo 3 de la invención es básicamente similar al Ejemplo 1, Ejemplo 3 difiere del Ejemplo 1 solo en que se usó disulfuro de molibdeno (MoS, fabricado por Sumico Lubricant Co., Ltd., tamaño medio de partícula 1 μm) como jabón metálico y/o lubricante inorgánico que tiene una estructura de cristal hexagonal que eran partículas con un tamaño medio de partícula no superior a 2,0 μm .

30

<Fabricación del núcleo de polvo en el ejemplo 4 de la invención>

35 Aunque el Ejemplo 4 de la invención es básicamente similar al Ejemplo 1, Ejemplo 4 difiere del Ejemplo 1 solo en que se usó grafito como jabón metálico y/o lubricante inorgánico que tiene una estructura de cristal hexagonal que eran partículas con un tamaño medio de partícula no superior a 2,0 μm .

<Fabricación del núcleo de polvo en el ejemplo 5 de la invención>

40 Aunque el Ejemplo 5 de la invención es básicamente similar al Ejemplo 1, Ejemplo 5 difiere del Ejemplo 1 solo en que el jabón metálico y/o lubricante inorgánico que tiene una estructura de cristal hexagonal que eran partículas con un tamaño medio de partícula no superior a 2,0 μm se añadió en 0,001 % en masa.

<Fabricación del núcleo de polvo en el ejemplo 6 de la invención>

45 Aunque el Ejemplo 6 de la invención es básicamente similar al Ejemplo 1, Ejemplo 6 difiere del Ejemplo 1 solo en que el jabón metálico y/o lubricante inorgánico que tiene una estructura de cristal hexagonal que eran partículas con un tamaño medio de partícula no superior a 2,0 μm se añadió en 0,050% en masa.

50 <Fabricación del núcleo de polvo en el Ejemplo Comparativo 7 de la invención>

Aunque el Ejemplo Comparativo 7 de la invención es básicamente similar al Ejemplo 1, el Ejemplo Comparativo 7 difiere del Ejemplo 1 solo en que se usó PEEK (fabricado por Victrex-MC Inc.) que tiene un peso molecular promedio en peso de 109.000 como la resina de poliétercetona aromática.

55

<Fabricación del núcleo de polvo en el Ejemplo Comparativo 8 de la invención>

60 Aunque el Ejemplo Comparativo 8 de la invención es básicamente similar al Ejemplo 1, el Ejemplo Comparativo 8 difiere del Ejemplo 1 solo en que se usó PEEK (fabricado por Victrex-MC Inc.) que tiene un peso molecular promedio en peso de 300 μm como la resina de poliétercetona aromática.

<Fabricación del núcleo de polvo en el ejemplo 9 de la invención>

65 Aunque el Ejemplo 9 de la invención es básicamente similar al Ejemplo 1, el Ejemplo 9 difiere del Ejemplo 1 solo en que se usó PEEK que tiene un peso molecular promedio en peso de 10.000.

<Fabricación del núcleo de polvo en el ejemplo 10 de la invención>

Aunque el Ejemplo 10 de la invención es básicamente similar al Ejemplo 1, el Ejemplo 10 difiere del Ejemplo 1 solo en que se usó PEEK que tiene un peso molecular promedio en peso de 100.000.

5

<Fabricación del núcleo de polvo en el ejemplo 11 de la invención>

Aunque el Ejemplo 11 de la invención es básicamente similar al Ejemplo 1, el Ejemplo 11 difiere del Ejemplo 1 solo en que se usó PEEK que tiene un tamaño medio de partícula no inferior a 10 veces el del lubricante inorgánico y que es dos veces el de las partículas magnéticas metálicas.

10

<Fabricación del núcleo de polvo en el Ejemplo Comparativo 12 de la invención>

Aunque el Ejemplo 12 de la invención es básicamente similar al Ejemplo 1, el Ejemplo Comparativo 12 difiere del Ejemplo 1 solo en que se usó un lubricante inorgánico de 0,1 % en masa que contenía respecto a una pluralidad de partículas magnéticas compuestas.

15

<Fabricación del núcleo de polvo en el Ejemplo Comparativo 1>

Aunque el Ejemplo Comparativo 1 de la invención es básicamente similar al Ejemplo 1 de la invención, el Ejemplo Comparativo 1 difiere del Ejemplo 1 solo en que se usó sulfuro de polietileno (PPS, fabricado por Idemitsu Petrochemical Co., Ltd.) en lugar de la resina de poliétercetona aromática.

20

<Fabricación del núcleo de polvo en el Ejemplo Comparativo 2>

Aunque el Ejemplo Comparativo 2 es básicamente similar al Ejemplo 1 de la invención, el Ejemplo Comparativo 2 difiere del Ejemplo 1 solo en que se usó polieterimida (PEI, fabricado por GE Plastic) que es una resina amorfa en lugar de la resina de poliétercetona aromática.

25

<Fabricación del núcleo de polvo en el Ejemplo Comparativo 3>

Aunque el Ejemplo Comparativo 3 es básicamente similar al Ejemplo 1 de la invención, el Ejemplo Comparativo 3 difiere del Ejemplo 1 solo en que se usó estearato de cinc (fabricado por NOF Corporation) que tiene un tamaño de partícula medio de 7,5 μm en lugar del jabón metálico y/o el lubricante inorgánico que tiene una estructura de cristal hexagonal que eran partículas con un tamaño medio de partícula de no más de 2,0 μm

30

35

<Fabricación del núcleo de polvo en el Ejemplo Comparativo 4>

Aunque el Ejemplo Comparativo 4 es básicamente similar al Ejemplo 1 de la invención, el Ejemplo Comparativo 4 difiere del Ejemplo 1 solo en que se usó amida de ácido etilenbiseatérico (fabricado por NOF Corporation) en lugar del jabón metálico y/o lubricante inorgánico que tiene una estructura de cristal hexagonal que eran partículas con un tamaño medio de partícula no superior a 2,0 μm .

40

<Fabricación del núcleo de polvo en el Ejemplo Comparativo 5>

Aunque el Ejemplo Comparativo 5 es básicamente similar al Ejemplo 1 de la invención, el Ejemplo Comparativo 5 difiere del Ejemplo 1 solo en que no se añadió jabón metálico y/o lubricante inorgánico que tiene una estructura de cristal hexagonal que eran partículas con un tamaño medio de partícula no superior a 2,0 μm .

45

50

<Medición de la pérdida de núcleo>

Para los núcleos de polvo descritos con anterioridad se proporcionó un producto moldeado con forma de anillo (que se ha tratado con calor) con un diámetro externo de 34 mm, un diámetro interno de 20 mm y un espesor de 5 mm con un enrollado primario de 300 giros y un enrollado secundario de 20 giros para producir una muestra que se va a usar para medir las propiedades magnéticas. Con estas muestras se usó un trazador de curva BH (nombre del producto "BHS-40S 1OK" fabricado por Riken Denshi Co., Ltd.) para medir la pérdida de núcleo. Específicamente, primero se midió la densidad de flujo magnético cuando se aplicó un campo magnético de 12.000 Aim. En las condiciones de una densidad de flujo de excitación de 2,5 kG (= 0,25 T (tesla)) y una frecuencia de medición de 5 kHz, se trazó un bucle completo (curva BH). En este momento se midió la pérdida de núcleo. Los resultados de la medición se representan como el valor de la pérdida de núcleo (W/m^3) por unidad de volumen y los resultados de la medición se muestran en la Tabla 3.

55

60

<Medición de la resistencia a la flexión>

Se fabricó una muestra para analizar la resistencia a la flexión en tres puntos que tiene un tamaño de 10 mm x 10 mm x 55 mm. Usando la muestra para el ensayo de la resistencia a la flexión en tres puntos se realizó un ensayo de

65

la resistencia a la flexión en tres puntos usando un probador de material universal autógrafa (nombre del producto "TG-25" fabricado por Shimazu Corporation). El ensayo de la resistencia a la flexión en tres puntos se realizó a temperatura ambiente y a 200 °C soportando la muestra sobre un recipiente de 40 mm. Los resultados de la medición se muestran en la Tabla 3.

5

Tabla 3

Muestra	Pérdida de núcleo [kW/m ³]	Resistencia a la flexión en 3 puntos [MPa]	
		TA	200° C
Ejemplo 1	1109	140,1	121,6
Ejemplo 2	1296	163,8	137,3
Ejemplo 3	1325	162,1	132,9
Ejemplo 4	1371	154,7	128,8
Ejemplo 5	1413	143,8	117,2
Ejemplo 6	1092	135,6	109,3
C. Ejemplo 7	1205	133,6	106,5
C. Ejemplo 8	1274	128,5	108,7
Ejemplo 9	1142	137,7	115,4
Ejemplo 10	1187	133,5	112,1
Ejemplo 11	1261	135,6	109,5
C. Ejemplo 12	987	128,8	105,4
C.Ejemplo 1	1153	118	96,7
C.Ejemplo 2	1135	121,7	93,4
C.Ejemplo 3	1744	128,4	98,2
C.Ejemplo 4	1420	95,3	67,4
C.Ejemplo 5	1866	132,5	97,1
Ejemplo: Ejemplo de la presente invención C.Ejemplo: Ejemplo Comparativo			

10 Como se muestra en la Tabla 3, los respectivos núcleos de polvo de los Ejemplos 1 a 6 y 9-11 de la presente invención que incluyen una resina de poliétercetona aromático y al menos uno de un jabón metálico y un lubricante inorgánico que tiene una estructura de cristal hexagonal que son partículas con un tamaño medio de partícula de no más de 2,0 µm mantienen una pérdida de núcleo bajo y muestran una resistencia alta a la flexión. En particular, de los Ejemplos 1 a 6 y 9 a 11 de la presente invención en los que el peso molecular promedio en peso de la resina de poliétercetona aromática no es inferior a 10 veces el tamaño de partícula medio del jabón metálico y/o el lubricante inorgánico que tiene una estructura de cristal hexagonal y no más de dos veces el tamaño de partícula medio de las partículas magnéticas metálicas y el jabón metálico y/o el lubricante inorgánico que tiene una estructura de cristal hexagonal está contenido por no menos de 0,001 % en pasa y no más de 0,1 % en masa respecto a una pluralidad de partículas magnéticas compuestas, los ejemplos 1 a 6 y 9 a 11 de la invención exhiben una excelente resistencia a la flexión a temperatura elevada de 200 °C y el Ejemplo Comparativo 12 exhibe una pérdida de núcleo de polvo considerablemente baja.

25 Por el contrario, los respectivos núcleos de polvo del Ejemplo Comparativo 1 que usan PPS y el Ejemplo Comparativo 2 que usa PEI en lugar de la resina de poliétercetona aromática se puede enviar su deterioro en términos de pérdida de núcleo, mientras que la resistencia a la flexión a temperatura ambiente y a 200 °C es baja.

30 Además, el núcleo de polvo del Ejemplo Comparativo 3 que usan un jabón metálico (fabricado por NOF Corporation) que tiene un tamaño de partícula media de 7,5 µm en lugar del jabón metálico y/o el lubricante inorgánico que tiene una estructura de cristal hexagonal que son partículas con un tamaño medio de partícula de no más de 2,0 µm tiene una resistencia a la flexión baja a temperatura ambiente y a 200 °C.

35 Además, el núcleo de polvo del Ejemplo Comparativo 4 que usa amida de ácido etilenbisesteárico en lugar del jabón metálico y/o el lubricante inorgánico que tiene una estructura de cristal hexagonal que son partículas con un tamaño medio de partícula de no más de 2,0 µm tiene una resistencia a la flexión considerablemente baja a temperatura ambiente y a 200 °C.

Además, el núcleo de polvo del Ejemplo Comparativo 5 sin añadir al mismo un jabón metálico y/o lubricante inorgánico que tiene una estructura de cristal hexagonal que son partículas con un tamaño medio de partícula de no más de 2,0 μm tiene una pérdida de núcleo considerablemente deteriorada.

- 5 Como se ha tratado anteriormente en el presente documento, se ha encontrado que el Ejemplo 1 que incluye una resina de poliétercetona aromática y al menos uno de un jabón metálico y un lubricante inorgánico que tiene una estructura de cristal hexagonal que son partículas con un tamaño medio de partícula de no más de 2,0 μm no tiene una mayor pérdida de núcleo y tiene mejor resistencia a la flexión.
- 10 Debe interpretarse que realizaciones y ejemplos divulgados en el presente documento son ilustrativas en todos los aspectos, no limitativos. Se pretende que el alcance de la presente invención esté definido por las reivindicaciones, no por las realizaciones y ejemplos anteriores, e incluye todas las modificaciones y variaciones equivalentes en significado y alcance de las reivindicaciones.

15 **Aplicabilidad industrial**

El material magnético blando y el núcleo de polvo de la presente invención se usan, por ejemplo, para dispositivos relacionados con motores de automóviles, núcleos de motores, válvulas solenoides, reactores o, generalmente, para partes electromagnéticas.

20

REIVINDICACIONES

1. Un núcleo de polvo que comprende material magnético blando, en el que dicho material magnético blando comprende:

5 una pluralidad de partículas magnéticas compuestas (30) que incluyen una partícula magnética metálica (10) hecha de hierro y una película aislante (20) que rodea una superficie de dicha partículas magnéticas metálica (10) y que contiene un fosfato;
una resina de poliéterétercetona aromática (40); y
10 un jabón metálico y/o un lubricante inorgánico (50) que tiene una estructura de cristal hexagonal, siendo dicho jabón metálico y dicho lubricante inorgánico partículas con un tamaño medio de partícula de no más de 2,0 µm, en el que
el contenido de dicho jabón metálico y/o dicho lubricante inorgánico (50) que tiene una estructura de cristal hexagonal no es inferior al 0,001 % en masa y no superior a 0,05 % en masa con respecto a dicha pluralidad de
15 partículas magnéticas compuestas (30),
dicha resina de poliéterétercetona aromática (40) tiene un peso molecular promedio en peso de no menos de 10.000 y no más de 100.000; y
dicha resina de poliéterétercetona aromática (40) tiene un tamaño medio de partícula que no es inferior a 10 veces el tamaño medio de partícula de dicho jabón metálico y/o dicho lubricante inorgánico (50) que tiene una
20 estructura de cristal hexagonal y que no es más de dos veces el tamaño medio de partícula de dicha partícula magnética metálica (10).

2. El núcleo de polvo de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el núcleo de polvo tiene una resistencia a la flexión de no menos de 109,3 MPa a 200 °C.

25

FIG.1

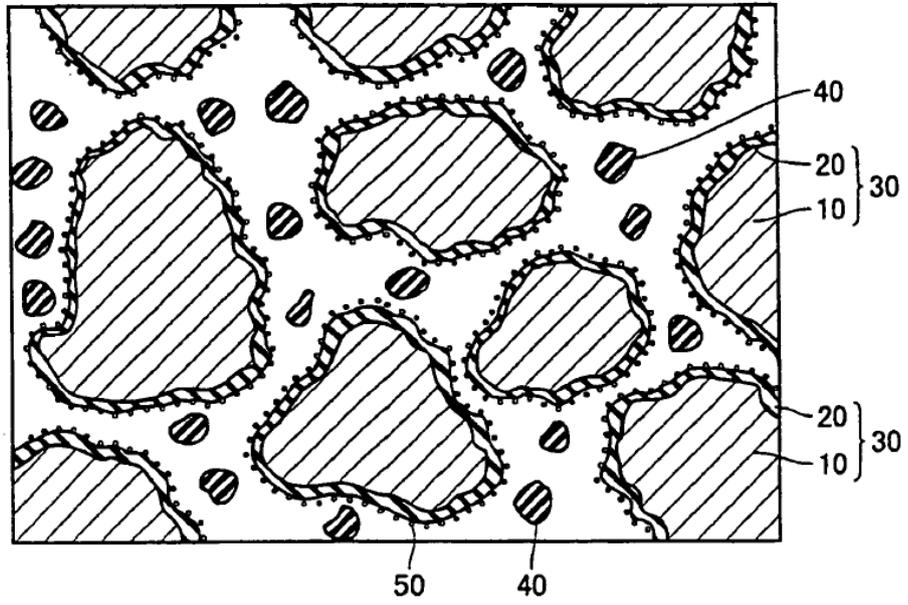


FIG.2

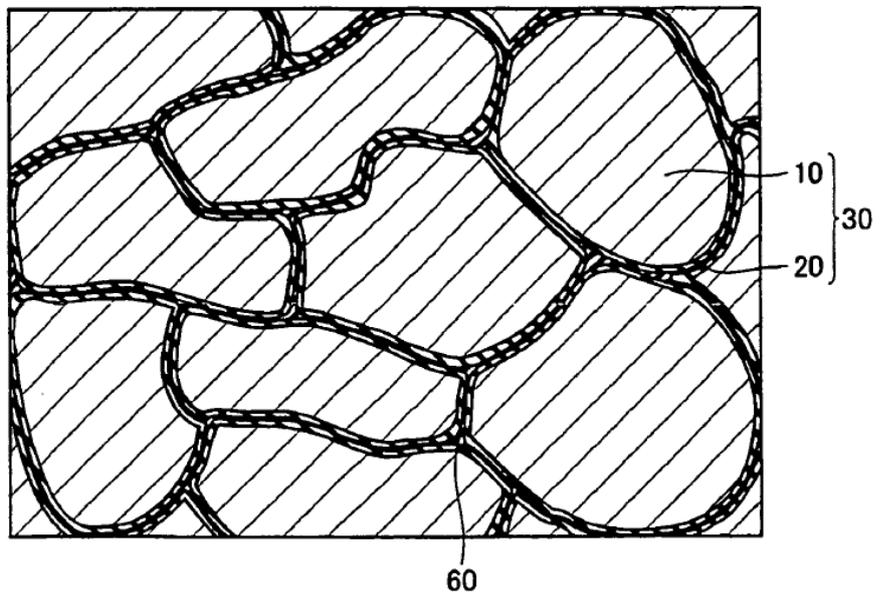


FIG.3

