



República Federativa do Brasil
Ministério do Desenvolvimento, Indústria
e do Comércio Exterior
Instituto Nacional da Propriedade Industrial.

(21) **PI0618960-1 A2**



* B R P I O 6 1 8 9 6 0 A 2 *

(22) Data de Depósito: 10/03/2006
(43) Data da Publicação: 13/09/2011
(RPI 2123)

(51) *Int.Cl.:*
C04B 35/40
C04B 35/26
H01F 1/11

(54) **Título:** MATERIAL MAGNÉTICO, TIPO ÓXIDO E SEU MÉTODO DE PRODUÇÃO, E MAGNETO DE FERRITA SINTERIZADO E SEU MÉTODO DE PRODUÇÃO

(30) **Prioridade Unionista:** 25/11/2005 JP 2005-341274

(73) **Titular(es):** Hitachi Metals, LTD.

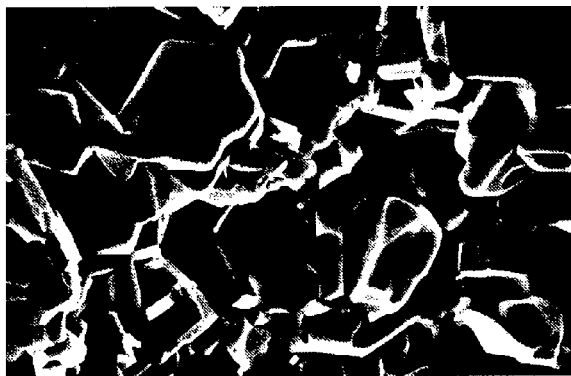
(72) **Inventor(es):** Hiroshi Iwasaki, Naoki Mochi, Takashi Takami

(74) **Procurador(es):** Dannemann, Siemsen, Bigler & Ipanema Moreira

(86) **Pedido Internacional:** PCT JP2006304805 de 10/03/2006

(87) **Publicação Internacional:** WO 2007/060757de
31/05/2007

(57) **Resumo:** MATERIAL MAGNÉTICO, TIPO ÓXIDO E SEU MÉTODO DE PRODUÇÃO, E MAGNETO DE FERRITA SINTERIZADO E SEU MÉTODO DE PRODUÇÃO. Magneto de ferrita sinterizado, com uma estrutura de ferrita tipo M e compreendendo Ca, um elemento R o qual seja pelo menos um elemento de terra-rara indispensavelmente incluindo La, Ba, Fe e Co como elementos indispensáveis, o qual é representado por $Ca_{1-x-y}R_xBa_yFe_{2n}Co_z$, em que (1-x-y), x, y, z e n são números representando as quantidades de Ca, do elemento R, Ba e Co e uma proporção molar, atendendo a $0,2 \leq x \leq 0,65$, $0,001 \leq y \leq 0,2$, $0,03 \leq z \leq 0,65$ e $4 \leq n \leq 7$.



10 μ m

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**MATERIAL MAGNÉTICO, TIPO ÓXIDO E SEU MÉTODO DE PRODUÇÃO, E MAGNETO DE FERRITA SINTERIZADO E SEU MÉTODO DE PRODUÇÃO**".

Campo da Invenção

5 A presente invenção refere-se a um novo magneto de ferrita sinterizado de alto desempenho com densidade de fluxo magnético residual B_r e coercividade H_cJ mais alta do que aqueles de magnetos de ferrita sinterizados convencionais, o qual é extremamente útil numa ampla faixa de aplicações de magneto, incluindo rotores para automóveis e aplicações elétricas, cilindros de magneto para copiadoras, etc., e seu método de produção, particularmente para um método prático útil para produzir um magneto de ferrita sinterizado de alto desempenho com alta eficiência de remoção de água durante a moldagem úmida e com menor probabilidade de quebrar num corpo verde. A presente invenção também refere-se a um novo material magnético, tipo óxido (particularmente a um corpo calcinado) capaz de proporcionar o magneto de ferrita sinterizado de alto desempenho acima, e seu método de produção.

Antecedentes da Invenção

20 Magnetos de ferrita sinterizados com estruturas tipo magnetoplumbita (tipo M) são usados em várias aplicações incluindo motores, rotores de geradores elétricos, etc. Magnetos de ferrita sinterizados com propriedades magnéticas superiores são recentemente requeridos para o propósito de redução no tamanho e peso dos motores para automóveis e aumento na eficiência dos motores para aplicações elétricas. Particularmente, magnetos de ferrita sinterizados usados para rotores para automóveis são requeridos para ter não somente um alto B_r para a redução no tamanho e peso, mas também elevada H_cJ para ser resistente à desmagnetização, quando ele é submetido a um campo de desmagnetização gerado pelo afinamento deles.

30 Magnetos de ferrita sinterizados do tipo M, tais como ferrita Sr, ferrita Ba, etc. têm sido convencionalmente produzidos pelas seguintes etapas. Um óxido de ferro e um carbonato de Sr ou Ba, etc. são misturados e calcinados para produzir clínquer calcinado por uma reação de ferritização.

O clínquer calcinado é grosseiramente pulverizado e uma quantidade predeterminada do pó grosso resultante é carregada num pulverizador fino, juntamente com SiO_2 , SrCO_3 , CaCO_3 , etc. para controlar o comportamento da sinterização, e Al_2O_3 ou Cr_2O_3 para controlar a H_{cj} , caso necessário, e a pulverização fina úmida é conduzida com água como um meio até um tamanho de partícula médio de cerca de $0,5 \mu\text{m}$. A pasta resultante contendo partículas de ferrita fina é moldada num campo magnético, seca e, a seguir, sinterizada. O corpo sinterizado resultante é executado numa máquina até uma forma predeterminada para proporcionar um magneto de ferrita sinterizado.

Na produção acima, quando partículas de pó fino na pasta obtida por pulverização fina num estado úmido têm um tamanho de partícula médio menor do que $0,7 \mu\text{m}$, a remoção de água de um corpo verde num etapa de moldagem de pasta num campo magnético leva notavelmente um tempo longo, resultando num drástico decréscimo na quantidade de moldagens formadas por unidade de tempo (eficiência de moldagem). Esse problema torna os magnetos de ferrita sinterizados mais caros. Se uma pasta contendo pó fino com um tamanho de partícula médio de $0,7 \mu\text{m}$ ou mais for moldada num campo magnético, o aumento no tamanho de partícula médio melhora notavelmente a eficiência da moldagem, porém deteriora drasticamente as propriedades magnéticas de um magneto de ferrita sinterizado. Esse fenômeno é claro a partir do comportamento descrito posteriormente mostrado nas Figuras 12(a) e 12(b). Também, devido ao fato da fina pulverização resultar numa baixa eficiência de moldagem úmida, é necessário usar pó de material magnético com um tamanho de partícula médio relativamente grande.

A Patente Japonesa 3.181.559 revela um magneto de ferrita sinterizado compreendendo ferrita hexagonal como uma fase principal, e com uma composição representada pela fórmula geral: $\text{Ca}_{1-x}\text{R}_x(\text{Fe}_{12-y}\text{M}_y)_z\text{O}_{19}$, em que R é pelo menos um elemento selecionado do grupo consistindo em elementos de terra-rara (incluindo Y) e Bi, La sendo indispensável, M é Co e/ou Ni, e x, y e z atendem às condições de $0,2 \leq x \leq 0,8$, $0,2 \leq y \leq 1,0$ e $0,5 \leq z \leq 1,2$. Na Figura 2 no Exemplo 2 da Patente Japonesa 3.181.559, amostra nº 2

sinterizada com 20% de O₂ tem Br de 4,4 Kg (440 mT) e HcJ de 3,93 kOe (313 KA/m). Embora seja descrito que a fina pulverização da Amostra nº 2 tenha sido conduzida por 40 horas em xileno com um moinho de bolas, o tamanho de partícula médio do pó fino resultante não é descrito. A Patente

5 Japonesa 3.181.559 reporta no Parágrafo 18 e no Exemplo 6 que o magneto de ferrita sinterizado descrito ali tem cerca de magnetização de saturação 2% superior ($4\pi I_s$) e um campo magnético anisotrópico 10% maior (H_A) do que aqueles do SrM. Esse potencial de $4\pi I_s$ e de H_A podem tornar possível alcançar Br de 4,6 Kg (460 mT) ou mais e um aumento de cerca de 10% no

10 máximo de HcJ, o qual não poderia ser alcançado por SrM. Em vista disso, Br e HcJ da amostra nº 2 são mais baixos do que o potencial inerente das propriedades magnéticas, deixando espaço para melhorias. Embora a Patente Japonesa 3.181.559 descreva uma composição englobando a faixa de composição do magneto de ferrita sinterizado da presente invenção, ela

15 tampouco descreve nem sugere a adição de uma pequena quantidade de Ba para melhorar notoriamente as características do pó e as propriedades magnéticas.

JP11-97225A revela um magneto sinterizado anisotrópico compreendendo ferrita tipo magnetoplumbita hexagonal como uma fase principal, a qual tem uma composição representada pela fórmula geral de $Ba_{1-x}R_x(Fe_{12-y}M_y)_zO_{19}$, em que R seja pelo menos um selecionado do grupo consistindo de elementos de terra-rara (incluindo Y) e Bi, M é Co ou Co e Zn, $0,04 \leq x \leq 0,9$, $0,3 \leq y \leq 0,8$ e $0,7 \leq z \leq 1,2$. Embora a Tabela 1 liste a composição de cada amostra calcinada correspondendo ao magneto sinterizado anisotrópico acima, cada composição esta fora da faixa de composição da presente invenção devido a muito Ba ou a pouco Ca. Além disso, a Figura 1

25 apresenta um baixo Br e HcJ.

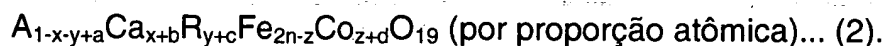
WO 2005/027153A revela um magneto de ferrita sinterizado com uma estrutura de ferrita tipo M, e compreendendo um elemento A o qual é Sr

30 ou Sr e Ba, um elemento R o qual seja pelo menos um elemento de terra-rara incluindo Y (indispensavelmente incluindo La), Ca, Fe e Co como elementos indispensáveis, o magneto de ferrita sinterizado sendo produzido

pela pulverização, moldagem e sinterização de um material magnético tipo óxido. A composição básica do material magnético tipo óxido é representada pela seguinte fórmula geral (1):



5 posição básica do magneto de ferrita sinterizado é representada pela seguinte fórmula geral (2):



Nas fórmulas gerais (1) e (2), x, y, z e n respectivamente representam as quantidades de Ca, o elemento R e Co e uma proporção molar no material magnético tipo óxido, e a, b, c e d respectivamente representam as
10 quantidades do elemento A, Ca, do elemento R e Co adicionados ao material magnético tipo óxido na etapa de pulverização, cada um atendendo às seguintes condições: $0,03 \leq x \leq 0,4$, $0,1 \leq y \leq 0,6$, $0 \leq z \leq 0,4$, $4 \leq n \leq 10$, $x + y < 1$, $0,03 \leq x + b \leq 0,4$, $0,1 \leq y + c \leq 0,6$, $0,1 \leq z + d \leq 0,4$, $0,50 \leq [(1-x-y+a)/(1-y+a+b)] \leq 0,97$, $1,1 \leq (y + c)/(z + d) \leq 1,8$, $1,0 \leq (y + c)/x \leq 20$ e $0,1 \leq x/(z + d) \leq 1,2$. Entretanto, esse magneto de ferrita sinterizado não está incluído na faixa de composição da presente invenção porque ele indispensavelmente contém Sr, e porque a quantidade de Sr ou de (Sr + Ba) é maior do que a quantidade de Ca. Embora o magneto de ferrita sinterizado descrito no
15 WO 2005/027153A tenha propriedades magnéticas melhores, uma melhoria adicional nas propriedades magnéticas é desejável devido à crescente demanda maior de desempenho pelos usuários.

Objetos da Invenção

Concordantemente, um primeiro aspecto da presente invenção é
25 proporcionar um magneto de ferrita sinterizado novo, de alto desempenho, com Br e HcJ mais elevados do que aqueles dos magnetos de ferrita sinterizados convencionais, e seu método de produção, particularmente um método para produzir um magneto de ferrita sinterizado de alto desempenho útil e prático com elevada eficiência de remoção de água durante a moldagem úmida, livre de quebra num corpo verde.
30

Um segundo objetivo da presente invenção é proporcionar um novo material magnético tipo óxido, particularmente um corpo calcinado, ca-

paz de proporcionar o magneto de ferrita sinterizado de alto desempenho e seu método de produção.

Descrição da Invenção

O material magnético tipo óxido da presente invenção é baseado em ferrita com uma estrutura hexagonal, e compreende Ca, um elemento R o qual seja pelo menos um elemento de terra-rara indispensavelmente incluindo La, Ba, Fe e Co como elementos indispensáveis, as proporções de composição de Ca, R, Ba, Fe e Co sendo representadas pela seguinte fórmula geral:

10 $Ca_{1-x-y}R_xBa_yFe_{2n-z}Co_z$ (por proporção atômica),
em que $(1-x-y)$, x , y , z e n são números representando as quantidades de Ca, o elemento R, Ba e Co e uma proporção molar respectivamente atendendo às seguintes condições:

15 $0,2 \leq x \leq 0,65,$
 $0,001 \leq y \leq 0,2,$
 $0,03 \leq z \leq 0,65$ e
 $4 \leq n \leq 7.$

No material magnético tipo óxido da presente invenção, a proporção da quantidade x/z do elemento R em relação ao Co preferivelmente atende $1 \leq x/z \leq 3.$

O material magnético tipo óxido da presente invenção preferivelmente tem uma fase M como uma fase principal.

O material magnético tipo óxido da presente invenção preferivelmente tem uma estrutura de ferrita tipo M.

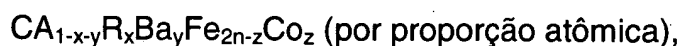
25 O material magnético tipo óxido da presente invenção é útil para aplicações práticas na forma de um corpo calcinado.

Propriedades magnéticas superiores podem ser obtidas quando 30% ou mais, preferivelmente 50% ou mais, mais preferivelmente 60% ou mais de partículas primárias no corpo calcinado da presente invenção estão numa forma de placa hexagonal. O termo "com uma forma de placa hexagonal" significa que a taxa de crescimento de uma fase M é elevada, de forma que as características do pó dos materiais de partida para a moldagem e as

propriedades magnéticas do magneto de ferrita sinterizado são notoriamente melhoradas.

Propriedades magnéticas superiores podem ser obtidas quando 30% ou mais, preferivelmente 50% ou mais, mais preferivelmente 60% ou mais de partículas primárias no corpo calcinado da presente invenção têm uma proporção de aspecto (tamanho de partícula/espessura) de 5 ou menos. Uma proporção de aspecto menor proporciona uma resistência de desmagnetização superior, resultando numa HcJ superior, numa orientação superior do corpo sinterizado e num Br superior.

O método para produzir um material magnético tipo óxido da presente invenção, o qual é baseado em ferrita com uma estrutura hexagonal, e compreende CA, um elemento R o qual seja pelo menos um elemento de terra-rara indispensavelmente incluindo La, Ba, Fe e Co como elementos indispensáveis, as proporções de composição de Ca, R, Ba, Fe e Co sendo representadas pela seguinte fórmula geral:



em que (1-x-y), x, y, z e n são números representando as quantidades de Ca, o elemento R, Ba e Co e uma proporção molar, respectivamente, atendendo às seguintes condições:

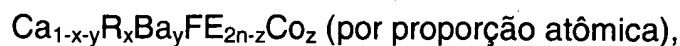
$$\begin{aligned} 0,2 \leq x \leq 0,65, \\ 0,001 \leq y \leq 0,2, \\ 0,03 \leq z \leq 0,65 \text{ e} \\ 4 \leq n \leq 7, \end{aligned}$$

compreende as etapas de misturar um composto Ca, um composto R, um composto Ba, um composto de ferro e um composto Co à composição, e calcinando a mistura resultante.

No método da presente invenção para produzir um material magnético tipo óxido, a calcinação é preferivelmente conduzida numa atmosfera com uma pressão parcial de oxigênio de 0,05 a 1 atm.

O magneto de ferrita sinterizado da presente invenção tem uma estrutura de ferrita tipo M, e compreende Ca, um elemento R o qual seja pelo menos um elemento de terra-rara indispensavelmente incluindo La, Ba, Fe

e Co como elementos indispensáveis, as proporções da composição de Ca, R, Ba, Fe e Co sendo representadas pela seguinte fórmula geral:



em que (1-x-y), x, y, z e n são números representando as quantidades de Ca, o elemento R, Ba e Co e uma proporção molar, respectivamente, atendendo às seguintes condições:

$$0,2 \leq x \leq 0,65,$$

$$0,001 \leq y \leq 0,2,$$

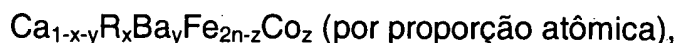
$$0,03 \leq z \leq 0,65, \text{ e}$$

$$4 \leq n \leq 7.$$

No magneto de ferrita sinterizado da presente invenção, a proporção da quantidade x/z do elemento R em relação ao Co atende $1 \leq x/z \leq 3$.

O magneto de ferrita sinterizado da presente invenção tem anisotropia, um tamanho de grão de cristal médio dos grãos de cristal tipo M sendo 0,9 μm ou mais ao longo da direção da anisotropia, e 30% ou mais, preferivelmente 50% ou mais, mais preferivelmente 60% ou mais dos grãos de cristal tipo M com uma proporção de aspecto (tamanho de partícula/espessura) de 3 ou menos para proporcionar propriedades magnéticas superiores.

O método da presente invenção para produzir um magneto de ferrita sinterizado, o qual tenha uma estrutura de ferrita tipo M, e compreenda Ca, um elemento R o qual seja pelo menos um elemento de terra-rara indispensavelmente incluindo La, Ba, Fe e Co como elementos indispensáveis, as proporções de composição de Ca, R, Ba, Fe e Co sendo representadas pela seguinte fórmula geral:



em que (1-x-y), x, y, z e n são números representando as quantidades de Ca, do elemento R, Ba e Co e uma proporção molar, respectivamente, atendendo às seguintes condições:

$$0,2 \leq x \leq 0,65,$$

$$0,001 \leq y \leq 0,2,$$

$$0,03 \leq z \leq 0,65 \text{ e}$$

$$4 \leq z \leq 7,$$

compreende uma etapa de mistura dos materiais de partida para
isso, uma etapa de calcinação, uma etapa de pulverização, uma etapa de
5 moldagem e uma etapa de sinterização.

No método da presente invenção para produzir um magneto de
ferrita sinterizado, a proporção da quantidade de x/z do elemento R em rela-
ção ao Co preferivelmente atende a $1 \leq x/z \leq 3$.

O método da presente invenção para produzir um magneto de
10 ferrita sinterizado preferivelmente compreende as etapas de pulverização
fina de um corpo calcinado para formar um pó fino com um tamanho de par-
tícula médio de $0,4 - 1,3 \mu\text{m}$, a moldagem do pó fino resultante e a sinteriza-
ção do corpo verde resultante numa atmosfera com uma pressão parcial de
oxigênio de $0,05$ a 1 atm .

15 O método da presente invenção para produzir um magneto de
ferrita sinterizado preferivelmente compreende as etapas de pulverização
fina de um corpo calcinado num estado úmido para formar uma pasta para
moldagem contendo pó fino com um tamanho de partícula médio de $0,4$ a
 $1,3 \mu\text{m}$, moldando a pasta resultante num campo magnético e sinterizando o
20 corpo verde resultante numa atmosfera com uma pressão parcial de oxigê-
nio de $0,05$ a 1 atm .

No método da presente invenção para produzir um magneto de
ferrita sinterizado compreendendo uma etapa de mistura dos materiais de
partida, uma etapa de calcinação da mistura resultante e uma etapa de pul-
25 verização do produto calcinado, um composto Ca, um composto R e um
composto de ferro são preferivelmente misturados na etapa de mistura dos
materiais de partida, e um composto Ba e um composto Co podem ser adi-
cionados na etapa de mistura dos materiais de partida, e/ou na etapa de pul-
verização do produto calcinado. A saber, os seguintes seis padrões de pro-
30 dução são disponíveis, e o padrão de produção (2) é mais preferível.

(1) Mistura do composto Ca, um composto R e um composto de
ferro para formar uma mistura Ca-R-Fe na etapa de mistura dos materiais de

partida, calcinando a mistura Ca-R-Fe resultante e adicionando pelo menos um composto Ba e um composto Co para ajustar a composição da mistura para uma desejada na etapa de pulverização do produto calcinado resultante.

5 (2) Mistura do composto Ca, um composto R, um composto Ba, um composto de ferro e um composto Co na etapa de mistura dos materiais de partida para ajustar a sua composição para uma desejada.

(3) Mistura de um composto de Ca, um composto R, parte de um composto Ba (5% ou mais e menos do que 100% do y total), um composto de ferro e um composto Co na etapa de mistura dos materiais de partida para formar uma mistura Ca-R-Ba-Fe-Co, e adicionando o balanço do composto Ba (mais de 0% e 95% ou menos do y total) na etapa de pulverização depois da calcinação para ajustar a composição da mistura até uma desejada.

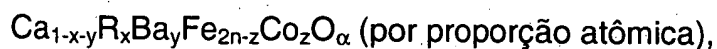
15 (4) Mistura de um composto Ca, um composto R, um composto de ferro e um composto Co na etapa de mistura dos materiais de partida para formar uma mistura Ca-R-Fe-Co, e adicionando um composto Ba na etapa de pulverização depois da calcinação para ajustar a composição da mistura para uma desejada.

(5) Mistura de um composto Ca, um composto R, um composto Ba, um composto de ferro e parte de um composto Co (5% ou mais e menos do que 100% do z total) na etapa de mistura dos materiais de partida para formar uma mistura Ca-R-Ba-Fe-Co, e adição do balanço do composto Co (mais de 0% e 95% ou menos do z total) na etapa de pulverização depois da calcinação para ajustar a composição da mistura até uma desejada.

25 (6) Mistura de um composto Ca, um composto R, um composto Ba e um composto de ferro na etapa de mistura dos materiais de partida para formar uma mistura Ca-R-Ba-Fe, e adição de um composto Co na etapa de pulverização depois da calcinação para ajustar a composição da mistura até uma desejada.

30 No material magnético tipo óxido da presente invenção (corpo calcinado) e seu método de produção, e o magneto de ferrita sinterizado da presente invenção e seu método de produção, as proporções da composição

de Ca, R, Ba, Fe, Co e O são representadas pela seguinte fórmula geral:



em que $(1-x-y)$, x , y , z , n e α são números representando as quantidades de Ca, do elemento R, Ba e Co, uma proporção molar e a quantidade de O, respectivamente, atendendo às seguintes condições:

$$0,2 \leq x \leq 0,65,$$

$$0,001 \leq y \leq 0,2,$$

$$0,03 \leq z \leq 0,65, \text{ e}$$

$$4 \leq n \leq 7,$$

α sendo 19 no caso das proporções de composição estequiométricas, nas quais $x = z$ e $n = 6$.

No material magnético tipo óxido da presente invenção (corpo calcinado) e o magneto de ferrita sinterizado da presente invenção, 50% ou menos do conteúdo de Ba (y) pode ser substituído com Sr. No método de produção da presente invenção, um composto Sr (pó de SrCO_3 , etc.) pode ser adicionado na etapa de mistura antes da calcinação e/ou na etapa de pulverização depois da calcinação, para substituir 50% ou menos do conteúdo de Ba (y) com Sr.

Breve Descrição dos Desenhos

Figura (1a) é um gráfico apresentando as propriedades magnéticas dos magnetos de ferrita sinterizados dos Exemplos de 1 a 6 e do Exemplo Convencional 1, no qual três pontos em cada caso indicam resultados experimentais obtidos na mesma composição em diferentes temperaturas de sinterização de 1473 K, 1483 K e 1493 K a partir da direita.

Figura 1(b) é um gráfico mostrando as propriedades magnéticas dos magnetos de ferrita sinterizados dos Exemplos de 1 a 6 e do Exemplo Convencional 1, no qual três pontos em cada caso indicam os resultados experimentais obtidos na mesma composição em diferentes temperaturas de sinterização de 1473 K, 1483 K e 1493 K a partir da direita.

Figura 2 é uma fotografia SEM mostrando uma superfície fraturada do corpo calcinado da presente invenção (Exemplo 3).

Figura 3 é uma fotografia SEM mostrando uma superfície fratu-

rada do corpo calcinado no Exemplo Convencional 1.

Figura 4 é uma fotografia SEM mostrando o pó obtido pela pulverização fina do corpo calcinado da presente invenção (Exemplo 3).

5 Figura 5 é uma fotografia SEM mostrando o pó obtido pela pulverização fina do corpo calcinado do Exemplo Convencional 1.

Figura 6 é uma fotografia SEM mostrando uma superfície fraturada do magneto de ferrita sinterizado da presente invenção (Exemplo 3).

Figura 7 é uma fotografia SEM mostrando uma superfície fraturada do magneto de ferrita sinterizado do Exemplo Convencional 1.

10 Figura 8(a) é um gráfico mostrando as propriedades magnéticas dos magnetos de ferrita sinterizados dos Exemplos 2, 3, 7 a 10 e do Exemplo Convencional 1, no qual três pontos em cada caso indicam resultados experimentais obtidos na mesma composição em diferentes temperaturas de sinterização de 1473 K, 1483 K e 1493 K a partir da direita.

15 Figura 8(b) é um gráfico mostrando as propriedades magnéticas dos magnetos de ferrita sinterizados dos Exemplos 2, 3, 7 a 10 e do Exemplo Convencional 1, no qual três pontos em cada caso indicam resultados experimentais obtidos na mesma composição em diferentes temperaturas de sinterização de 1473 K, 1483 K e 1493 K a partir da direita.

20 Figura 9(a) é um gráfico mostrando as propriedades magnéticas dos magnetos de ferrita sinterizados dos Exemplos de 11 a 18, nos quais três pontos em cada caso indicam resultados experimentais obtidos na mesma composição em diferentes temperaturas de sinterização de 1473 K, 1483 K e 1493 K a partir da direita.

25 Figura 9(b) é um gráfico mostrando as propriedades magnéticas dos magnetos de ferrita sinterizados dos Exemplos de 11 a 18, no qual três pontos em cada caso indicam resultados experimentais obtidos na mesma composição em diferentes temperaturas de sinterização de 1473 K, 1483 K e 1493 K a partir da direita.

30 Figura 10(a) é um gráfico mostrando as propriedades magnéticas dos magnetos de ferrita sinterizados dos Exemplos de 19 a 26, no qual três pontos em cada caso indicam resultados experimentais obtidos na

mesma composição em diferentes temperaturas de sinterização de 1473 K, 1483 K e 1493 K a partir da direita.

Figura 10(b) é um gráfico mostrando as propriedades magnéticas dos magnetos de ferrita sinterizados dos Exemplos de 19 a 26, no qual
5 três pontos em cada caso indicam resultados experimentais obtidos na mesma composição em diferentes temperaturas de sinterização de 1473 K, 1483 K e 1493 K a partir da direita.

Figura 11(a) é um gráfico mostrando a relação entre z e uma densidade de fluxo magnético residual B_r nos magnetos de ferrita sinteriza-
10 dos do Exemplo 27 e dos Exemplos Comparativos 1 e 2.

Figura 11(b) é um gráfico mostrando a relação entre z e a coercividade H_cJ nos magnetos de ferrita sinterizados do Exemplo 27 e nos Exemplos Comparativos 1 e 2.

Figura 12(a) é um gráfico mostrando a relação entre o tamanho de partícula de pó finamente pulverizado e uma densidade de fluxo magnético residual B_r nos magnetos de ferrita sinterizados do Exemplo 28 e no Exemplo Convencional 2.
15

Figura 12(b) é outro gráfico mostrando a relação entre o tamanho de partícula de pó finamente pulverizado e a coercividade H_cJ nos magnetos de ferrita sinterizados do Exemplo 28 e no Exemplo Convencional 2.
20

Figura 13(a) é um gráfico mostrando as propriedades magnéticas dos magnetos de ferrita sinterizados dos Exemplos 20, 29, 30 e do Exemplo Convencional 3, nos quais três pontos em cada caso indicam resultados experimentais obtidos na mesma composição em diferentes temperaturas de sinterização de 1473 K, 1483 K e 1493 K a partir da direita.
25

Figura 13(b) é um gráfico mostrando as propriedades magnéticas dos magnetos de ferrita sinterizados dos Exemplos 20, 29, 30 e do Exemplo Convencional 3, nos quais três pontos em cada caso indicam resultados experimentais obtidos na mesma composição em diferentes temperaturas de sinterização de 1473 K, 1483 K e 1493 K a partir da direita.
30

Figura 14(a) é um gráfico mostrando as propriedades magnéticas dos magnetos de ferrita sinterizados dos Exemplos 20, 31, 32, nos quais

três pontos em cada caso indicam resultados experimentais obtidos na mesma composição em diferentes temperaturas de sinterização de 1473 K, 1483 K e 1493 K a partir da direita.

Figura 14(b) é um gráfico mostrando as propriedades magnéticas dos magnetos de ferrita sinterizados dos Exemplos 20, 31, 32, no qual
5 três pontos em cada caso indicam resultados experimentais obtidos na mesma composição em diferentes temperaturas de sinterização de 1473 K, 1483 K e 1493 K a partir da direita.

Figura 15(a) é um gráfico mostrando a relação entre x e uma
10 densidade de fluxo magnético residual Br nos magnetos de ferrita sinterizados do Exemplo 33 e do Exemplo Comparativo 3.

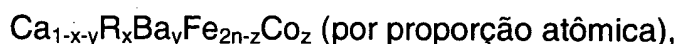
Figura 15(b) é outro gráfico mostrando a relação entre x e a coercividade HcJ nos magnetos de ferrita sinterizados do Exemplo 33 e do Exemplo Comparativo 3.

15 Descrição do Melhor modo da Invenção

1 Composição

(A) Composição do material magneto óxido

O material magnético tipo óxido da presente invenção é preferivelmente baseado na ferrita com uma estrutura hexagonal, e compreende
20 Ca, um elemento R o qual é pelo menos um elemento de terra-rara indispensavelmente incluindo La, Ba, Fe e Co como elementos indispensáveis, com uma composição básica na qual as proporções da composição de Ca, R, Ba, Fe e Co são representadas pela seguinte fórmula geral:



25 em que (1-x-y), x, y, z e n são números representando as quantidades do elemento R, Ba e Co e uma proporção molar, respectivamente, atendendo às seguintes condições:

$$0,2 \leq x \leq 0,65,$$

$$0,001 \leq y \leq 0,2,$$

30 $0,03 \leq z \leq 0,65,$ e

$$4 \leq n \leq 7.$$

O conteúdo de Ca (1-x-y) no material magnético tipo óxido é pre-

ferivelmente de 0,15 a 0,795, mais preferivelmente de 0,3 a 0,6, mais preferivelmente de 0,35 a 0,55. Quando $(1-x-y)$ é menor do que 0,15, a fase M não é estavelmente formada, um excesso de R forma orto-ferrita até propriedades magnéticas inferiores. Quando $(1-x-y)$ excede 0,795, fases indesejáveis tais como CaFeO_{3-x} , etc. são formadas.

O material magnético tipo óxido pode ter uma composição atendendo $0,31 \leq x/z \leq 21,7$, preferivelmente $1 \leq x/z \leq 3$, mais preferivelmente $1,2 \leq x/z \leq 2$. x/z representa uma fração molar (R/Co) de R em relação a Co. Quando x/z é menor do que 0,31, fases indesejáveis contendo muito Co são notoriamente geradas, resultando num extremo decréscimo na proporção da qualidade de ser quadrado (H_k/H_cJ). Quando x/z excede 21,7, fases indesejáveis tais como orto-ferrita, etc. são notavelmente geradas, resultando num drástico decréscimo nas propriedades magnéticas.

O material magnético tipo óxido tem um conteúdo R (x) de 0,2 a 0,65, preferivelmente de 0,3 a 0,6, mais preferivelmente de 0,35 a 0,55, particularmente de 0,4 a 0,5. Quando x é menor do que 0,2, a substituição da fase M com Co é insuficiente, resultando numa estrutura de ferrita tipo M instável e gerando fases indesejáveis tais como $\text{CaO.Fe}_2\text{O}_3$, $\text{CaO}.2\text{Fe}_2\text{O}_3$, etc., reduzindo dessa forma drasticamente as propriedades magnéticas. Quando x excede 0,65, os óxidos R que não regiram aumentam, e fases indesejáveis tais como orto-ferrita, etc., são geradas. R é pelo menos um elemento de terra-rara tal como La, Ce, Nd, Pr, etc., o qual indispensavelmente inclui La. Para proporcionar propriedades magnéticas superiores, a proporção de La em R é preferivelmente 50% atômica ou mais, mais preferivelmente 70% atômica ou mais, e La sozinho é particularmente preferível, embora impurezas inevitáveis possam estar contidas. La é mais solúvel dentre os elementos R na fase M, sendo dessa forma eficaz para melhorar as propriedades magnéticas.

O conteúdo de Ba (y) no material magnético tipo óxido é de 0,001 a 0,2, preferivelmente de 0,005 a 0,2, mais preferivelmente de 0,01 a 0,2, ainda preferivelmente de 0,02 a 0,15, particularmente de 0,02 a 0,12. Quando y é menor do que 0,001, a melhora nas propriedades magnéticas

não pode ser obtida pela adição de Ba. Quando y excede 0,2, as propriedades magnéticas são, ao contrário, reduzidas.

Os conteúdos de Co (z) no material magnético tipo óxido é de 0,03 a 0,65, preferivelmente de 0,1 a 0,55, mais preferivelmente de 0,2 a 0,4.

5 Quando z é menor do que 0,03, a adição de Co não melhora as propriedades magnéticas. Nesse caso, devido ao fato do α -Fe₂O₃ não-reagido permanecer no corpo calcinado, a pasta vaza de modo extremo de uma cavidade do molde durante a moldagem úmida. Quando z excede 0,65, fases indesejáveis contendo muito Co são geradas, resultando no drástico decréscimo nas propriedades magnéticas.

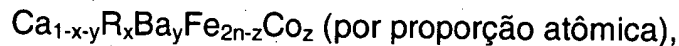
10 No material magnético tipo óxido, uma proporção molar n é um valor determinado a partir de $(Ca + R + Ba)$ e $(Fe + Co)$ por $2n = (Fe + Co)/(Ca + R + Ba)$. A proporção molar n é de 4 a 7, preferivelmente de 4 a 6, mais preferivelmente de 4,6 a 5,8, particularmente de 4,9 a 5,6. Quando n é menor do que 4, o material magnético tipo óxido tem uma elevada proporção de uma porção não-magnética, e partículas calcinadas são excessivamente planas, resultando num HcJ drasticamente reduzido. Quando n excede 7, α -Fe₂O₃ que não reagiu permanece notavelmente no corpo calcinado, e a pasta vaza de forma extrema de uma cavidade do molde durante a moldagem úmida.

20 O material de magneto óxido está preferivelmente na forma de um corpo calcinado. O corpo calcinado contendo 0,05 a 0,2% em massa (calculada como B₂O₃) de B e/ou de 0,05 a 0,2% em massa (calculada como SiO₂) de Si tem grandes propriedades magnéticas. Quando a quantidade de B ou Si é inferior a 0,05% em massa, as propriedades magnéticas não são melhoradas. Quando ela é maior do que 0,2% em massa, as propriedades magnéticas, ao contrário, decrescem.

(B) Composição de magneto de ferrita sinterizado.

30 O magneto de ferrita sinterizado da presente invenção tem uma estrutura de ferrita tipo M, e compreende Ca, um elemento R o qual seja pelo menos um elemento de terra-rara incluindo indispensavelmente La, Ba, Fe e Co como elementos indispensáveis, com uma composição básica na qual

as proporções da composição de Ca, R, Ba, Fe e Co são representadas pela seguinte fórmula geral:



Em que $(1-x-y)$, x , y , z e n são números representando as quantidades de Ca, do elemento R, Ba e Co e uma proporção molar, respectivamente, atendendo às seguintes condições:

$$0,2 \leq x \leq 0,65,$$

$$0,001 \leq y \leq 0,2,$$

$$0,03 \leq z \leq 0,65, \text{ e}$$

$$4 \leq n \leq 7.$$

O conteúdo de Ca $(1-x-y)$ no magneto de ferrita sinterizado é de 0,15 a 0,795, preferivelmente de 0,3 a 0,65, mais preferivelmente de 0,4 a 0,55. Quando $(1-x-y)$ é menor do que 0,15, a fase M é instável, e excesso de R forma orto-ferrita, o que reduz as propriedades magnéticas. Quando $(1-x-y)$ excede 0,795, a fase M não se forma, porém fases indesejáveis, tais como CaFeO_{3-x} , etc. são geradas.

O conteúdo de R (x) no magneto de ferrita sinterizado é de 0,2 a 0,65, preferivelmente de 0,3 a 0,55, particularmente de 0,35 a 0,5. Quando x é menor do que 0,2, a substituição da fase M com Co é insuficiente, resultando numa estrutura de ferrita tipo M instável. Quando x excede 0,65, óxidos R que não reagiram aumentam, e fases indesejáveis tais como orto-ferrita, etc. são geradas. R é pelo menos um elemento de terra-rara tal como La, Ce, Nd e Pr, indispensavelmente incluindo La. Para conceder propriedades magnéticas superiores, a proporção de La no R é preferivelmente 50% atômica ou maior, mais preferivelmente 70% atômica ou maior, e La sozinho é particularmente preferível, embora impurezas inevitáveis possam estar contidas.

O conteúdo de Ba (y) no magneto de ferrita sinterizado é de 0,001 a 0,2, preferivelmente de 0,005 a 0,2, mais preferivelmente de 0,01 a 0,2, ainda preferivelmente de 0,02 a 0,15, particularmente de 0,02 a 0,12. Quando y é menor do que 0,001, a adição de Ba não melhora as propriedades magnéticas. Quando y excede 0,2, as propriedades magnéticas, ao con-

trário, decrescem.

O conteúdo de Co (z) no magneto de ferrita desejado é de 0,03 a 0,65, preferivelmente de 0,1 a 0,55, mais preferivelmente de 0,2 a 0,4. Quando z é menor do que 0,03, a adição de Co não melhora as propriedades magnéticas. Quando z excede 0,65, as fases indesejáveis contendo muito Co são geradas, resultando num drástico decréscimo nas propriedades magnéticas.

A proporção molar n no magneto de ferrita sinterizado, a qual tem o mesmo significado que o do material magnético tipo óxido, é de 4 a 7, preferivelmente de 4 a 6, mais preferivelmente de 4,5 a 5,5, particularmente de 4,6 a 5,4. Quando n é menor do que 4, o magneto de ferrita sinterizado tem uma alta proporção de uma porção não-magnética, resultando no decréscimo das propriedades magnéticas. Quando n excede 7, o $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ não-reagido aumenta, resultando num drástico decréscimo nas propriedades magnéticas.

Para ter propriedades magnéticas úteis, o magneto de ferrita sinterizado tem uma composição atendendo $0,31 \leq x/z \leq 21,7$, preferivelmente $1 \leq x/z \leq 3$. A seleção de uma composição particular atendendo $1,2 \leq x/z \leq 2$ contribui para a melhoria notória nas propriedades magnéticas.

Quando a condição de (quantidade do elemento R) > (quantidade de Co) > (quantidade de Ba), a saber, $x > z > y$ é atendida, o magneto de ferrita sinterizado tem grandes propriedades magnéticas.

Na composição básica do material magnético tipo óxido e do magneto de ferrita sinterizado, a quantidade molar do oxigênio é 19, quando o conteúdo do elemento R x e o conteúdo de Co z atendem a $x = z$, e quando a proporção molar n é 6. Entretanto, a quantidade molar de oxigênio pode alterar dependendo das valências de Fe e de Co, do valor de n, do tipo de elemento R, da atmosfera para a calcinação ou sinterização. Por exemplo, quando a sinterização é conduzida numa atmosfera redutora, a falta de oxigênio (vacância) é provável de ocorrer. Além disso, Fe, o qual geralmente existe num estado trivalente na ferrita tipo M, pode se tornar bivalente, etc. A valência do Co também pode alterar. Esses fenômenos alteram a proporção

de oxigênio em relação aos elementos metálicos. Concordantemente, o número molar verdadeiro de oxigênio pode ser levemente desviado de 19.

O magneto de ferrita sinterizado contém B numa quantidade preferivelmente de 0,05 a 0,2% em massa, mais preferivelmente de 0,08 a 0,15% em massa (calculada como B_2O_3).

A quantidade acima de B contribui para propriedades magnéticas superiores. Quando B é menor do que 0,05% em massa, nenhum efeito de adição de B é obtido. Quando B excede 0,2% em massa, as propriedades magnéticas, ao contrário, decrescem.

Cr_2O_3 ou Al_2O_3 é adicionado na etapa de pulverização numa quantidade de 0,1 a 3% em massa pela composição básica total do magneto de ferrita sinterizado, e a moldagem e a sinterização são, então, efetuadas para obter uma HcJ maior. Quando a quantidade de Cr_2O_3 ou de Al_2O_3 é menor do que 0,1% em massa, a HcJ não é melhorada. Quando ela excede 3% em massa, O Br drasticamente diminui.

2 Método de produção

(A) Produção do material de magneto óxido.

O material magnético tipo óxido (corpo calcinado) com a composição básica acima pode ser produzido por um método de reação em fase sólida, um método de fase líquida tal como um método de coprecipitação e um método de síntese hidrotérmica, um método de precipitação em vidro, um método de decomposição térmica por pulverização e um método de fase de vapor, sozinho ou em combinação, embora o método de reação em fase sólida seja preferível de um aspecto prático. O material magnético tipo óxido pode ser produzido como um pó grosso de uma composição individual, ou como uma mistura de dois ou mais tipos de pós grossos, os quais são produzidos pela pulverização grosseira dos corpos calcinados com diferentes condições de calcinação e/ou composições, e pela mistura deles em proporções arbitrárias, contanto que ele tenha a composição básica acima. Por exemplo, a mistura do pó calcinado da presente invenção no qual $n = 4$ com aquela no qual $n = 7$ pode proporcionar o magneto de ferrita sinterizado da presente invenção. Além disso, pedaços de retorno dos corpos verdes ou

dos corpos sinterizados podem ser usados como o material de magneto de óxido. Tomando a reação em fase sólida, por exemplo, o método de produção da ferrita calcinada será explicado em detalhes abaixo.

No método de reação em fase sólida, o pó do composto Ca, o pó do composto do elemento R, o pó do composto Ba, o pó do composto de ferro, o pó do composto Co e, caso necessário, o pó do composto Sr, os quais estão na forma de óxidos ou de compostos que se tornaram óxidos por calcinação, são usados como materiais de partida. Esses pós de material de partida são formulados para uma composição de ferrita predeterminada e uniformemente misturados, e a mistura resultante é calcinada (ferritizada) para produzir um corpo calcinado geralmente na forma de grânulos ou de clínquer. Embora a calcinação seja efetuada praticamente no ar, substancialmente com uma pressão parcial de oxigênio de cerca de 0,05 a 0,2 atm, ela pode ser conduzida numa atmosfera de excesso de oxigênio com uma pressão parcial de oxigênio de, por exemplo, mais de 0,2 atm e 1 atm ou menos, particularmente numa atmosfera de 100% de oxigênio. As condições de aquecimento para calcinação são, por exemplo, tais que a temperatura de calcinação é de 1373 a 1623 K, preferivelmente de 1423 a 1573 K. O tempo de duração da temperatura de calcinação é de 1 segundo até 10 horas, preferivelmente de 0,1 a 3 horas. O corpo calcinado resultante é preferivelmente substancialmente composto de uma fase M.

Para obter grandes propriedades magnéticas, é preferível adicionar de 0,05 a 0,2 parte em massa de um composto de boro ou SiO_2 por 100 partes por massa da mistura antes da calcinação. Quando a quantidade de composto boro ou de SiO_2 adicionado é menor do que 0,05 parte por massa, nenhum efeito da adição dele pode ser obtido. Quando a sua quantidade é maior do que 0,2 parte em massa, as propriedades magnéticas, ao contrário, decrescem. O composto de boro é preferivelmente H_3BO_3 , B_2O_3 , metaborato $[\text{Ca}(\text{BO})_2]_2$, etc.

Como os compostos de Ca, por exemplo, o carbonato, óxido ou cloreto de Ca é usado.

Como os compostos de elemento R, por exemplo, os sais de

ácido orgânico ou óxido, hidróxido ou carbonato do elemento R são usados. É preferível usar na produção industrial um ou mais dos óxidos tais como La_2O_3 , hidróxidos tais como $\text{La}(\text{OH})_3$, hidratos de carbonato tais como $\text{La}_2(\text{CO}_3)_3 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$, sais de ácido orgânico tais como $\text{La}(\text{CH}_3\text{CO}_2)_3 \cdot 1,5\text{H}_2\text{O}$ e $\text{La}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, etc. O uso de um ou mais sais de ácido orgânico, carbonatos, hidróxidos e óxidos econômicos de elementos de terra-rara misturados (La, Nd, Pr, Ce, etc.) pode contribuir para a redução de custo.

Como os compostos de Ba, por exemplo, o carbonato, óxido ou cloreto de Ba é usado.

Como os compostos de ferro, por exemplo, óxido de ferro, hidróxido de ferro ou cloreto de ferro é usado.

Como os compostos de Co, por exemplo, o óxido, hidróxido ou carbonato de Co é usado. É preferível usar na produção industrial um ou mais óxidos tais como CoO e Co_3O_4 , hidróxidos tais como CoOOH , $\text{Co}(\text{OH})_2$, $\text{Co}_3\text{O}_4 \cdot m_1\text{H}_2\text{O}$, em que m_1 é um número positivo, carbonatos tais como CoCO_3 , carbonatos básicos tais como $m_2\text{CoCO}_3 \cdot m_3\text{Co}(\text{OH})_2 \cdot m_4\text{H}_2\text{O}$, em que m_2 , m_3 e m_4 são números positivos, etc.

B Pulverização do corpo calcinado

O corpo calcinado é grosseiramente pulverizado por um "quebrador de mandíbulas", um moinho de bolas, etc. e, a seguir, é carregado num aparelho de pulverização grosseira tal como um moinho vibracional ou um moinho de cilindros para a pulverização grosseira seca. Levando em consideração uma carga, etc. numa pulverização fina úmida ou seca subsequente, o pó grosseiramente pulverizado preferivelmente tem um tamanho de partícula médio de 2 a 5 μm . O diâmetro médio é medido por um método de permeação de ar usando o dimensionador Sub-Sieve Sizer Fischer (F.S.S.S.) como um aparelho de medição numa densidade de massa de 65% como referência.

A pulverização fina úmida depois da pulverização grosseira seca é efetuada pela carga do pó grosseiramente pulverizado misturado com água num aparelho de pulverização fina úmida, tal como um moinho de bolas agitadas de alta energia (attritor) ou um moinho de bolas. Para obter a pro-

atividade industrial, tal como as características de remoção de água e de propriedades magnéticas superiores, o pó finamente pulverizado preferivelmente tem um diâmetro médio de 0,4 a 1,3 μm (medido por F.S.S.S. numa densidade de massa de 65% como referência). Quando a pulverização fina úmida é efetuada até que partículas de ferrita finas tenham um tamanho de partícula médio menor do que 0,4 μm , o crescimento de grãos de cristais anormal ocorre durante a sinterização, resultando no decréscimo da HcJ, e na extrema deterioração das características de remoção de água durante a moldagem úmida. Quando o tamanho de partícula médio das partículas de ferrita finas excede 1,3 μm , a proporção dos grãos de cristal grossos na ferrita sinterizada aumenta, resultando no decréscimo drástico na HcJ. O tamanho de partícula médio do pó finamente pulverizado é mais preferivelmente de 0,7 a 1,3 μm , ainda preferivelmente de 0,8 a 1,3 μm , particularmente de 0,8 a 1,2 μm .

15 Durante a pulverização fina úmida, SiO_2 é adicionado numa quantidade de preferivelmente 0,1 a 1,5% em massa, mais preferivelmente de 0,2 a 1,0% em massa, numa faixa de composição básica do magneto de ferrita sinterizado da presente invenção. A adição de SiO_2 proporciona esta-velmente alta HcJ. Quando a quantidade de SiO_2 adicionada é menor do que 20 0,1% em massa, nenhum efeito de adição de SiO_2 pode ser obtido. Quando a quantidade de SiO_2 excede 1,5% em massa, o crescimento de grãos é em muito suprimido, resultando no decréscimo na densidade (Br).

25 Durante a pulverização fina úmida, CaCO_3 é adicionado numa quantidade de preferivelmente 0,2 a 1,5% em massa, mais preferivelmente de 0,3 a 1,3% em massa, numa faixa de composição básica do magneto de ferrita sinterizado da presente invenção. A adição de CaCO_3 acelera o crescimento dos grãos de ferrita tipo M durante a sinterização, resultando na melhoria na densidade (Br). Quando a quantidade de CaCO_3 adicionada é menor do que 0,2% em massa, nenhum efeito da adição de CaCO_3 pode ser 30 obtido. Quando a quantidade de CaCO_3 excede 1,5% em massa, o crescimento de grãos procede excessivamente durante a sinterização, resultando num drástico decréscimo na HcJ.

Pela adição de 0,05 a 10 partes em massa do óxido de ferro por 100 partes por massa do pó calcinado durante a pulverização fina úmida, a proporção molar n do magneto de ferrita sinterizado pode ser facilmente ajustada enquanto se mantém grandes propriedades magnéticas.

5 Depois da pulverização fina úmida, a pasta resultante é concentrada, caso necessário, e a seguir moldada. A concentração pode ser efetuada pelo uso de um separador de centrífuga, uma prensa de filtro, etc.

(C) Moldagem

10 A moldagem pode ser efetuada num estado seco ou úmido. A moldagem sob pressão sem aplicar um campo magnético pode produzir corpos verdes para magnetos de ferrita sinterizados isotrópicos. A moldagem por pressão num campo magnético produz um corpo verde para um magneto de ferrita sinterizado anisotrópico com grandes propriedades magnéticas. Para proporcionar o corpo verde com elevada orientação, a moldagem úmida num campo magnético é mais preferível do que a moldagem seca num campo magnético. Na etapa de moldagem úmida, a pasta é moldada num campo magnético. A pressão de moldagem é preferivelmente de cerca de 0,1 a 0,5 ton/cm², e a intensidade de um campo magnético aplicado é preferivelmente de cerca de 398 a 1194 KA/m.

20 No caso da moldagem seca, por exemplo, a pasta é seca ou aquecida em cerca de 323 a 373 K para evaporar a umidade, e a seguir esmigalhada por um atomizador, etc. para uso na moldagem. Alternativamente, um corpo verde obtido por moldagem da pasta num campo magnético é pulverizado por um quebrador, etc., classificado por uma peneira até um diâmetro médio de cerca de 100 a 700 μm para produzir grânulos orientados num campo magnético, o qual é submetido à moldagem seca num campo magnético. Alternativamente, o pó fino obtido pela pulverização grosseira seca e a pulverização fina úmida pode ser moldado umidamente com ou sem um campo magnético. A pressão de moldagem úmida é de cerca de 0,1 a 0,5 ton/cm², e quando um campo magnético é aplicado, sua intensidade é preferivelmente de cerca de 398 a 1194 KA/m.

(D) Sinterização

O corpo verde é espontaneamente seco no ar ou aquecido de 373 a 773 K no ar ou numa atmosfera de nitrogênio para remover umidade, o dispersante é adicionado, etc. O corpo verde é, a seguir, sinterizado no ar com uma pressão parcial de oxigênio de substancialmente cerca de 0,05 a 0,2 atm na prática. A sinterização pode ser efetuada numa atmosfera de excesso de oxigênio com uma pressão parcial de oxigênio de, por exemplo, mais de 0,2 atm e 1 atm ou menos, particularmente numa atmosfera de 100% de oxigênio. Condições de aquecimento para a sinterização são, por exemplo, uma temperatura de 1423 a 1573 K, preferivelmente de 1433 a 1543 K, por de 0,5 a 5 horas, preferivelmente de cerca de 1 a 3 horas. O magneto de ferrita sinterizado da presente invenção tem uma densidade de cerca de 5,05 a 5,10 g/cm³.

3 Propriedades do magneto de ferrita sinterizado.

O magneto de ferrita sinterizado anisotrópico da presente invenção tem um tamanho de grão de cristal médio de 0,5 a 3 μm ou menor, preferivelmente de 0,9 a 2 μm, mais preferivelmente de 1 a 1,6 μm, quando 50 grãos de cristal tipo M foram medidos numa direção de eixo c por um microscópio eletrônico de varredura (SEM) numa seção cruzada em paralelo ao eixo c. Mesmo se o tamanho do grão de cristal médio exceder 1 μm, uma alta HcJ pode ser obtida na presente invenção. A direção do eixo c do magneto de ferrita sinterizado da presente invenção está em alinhamento com uma direção de anisotropia, a qual é substancialmente idêntica à direção de um campo magnético aplicado numa moldagem de campo magnético.

Quando a proporção dos grãos de cristal tipo M com uma proporção de aspecto (tamanho de partícula/espessura) de 3 ou menos for de 30% ou mais, preferivelmente de 50% ou mais, mais preferivelmente de 60% ou mais dentre aqueles contidos no magneto de ferrita sinterizado da presente invenção, o magneto de ferrita sinterizado tem elevada qualidade e elevada HcJ.

O magneto de ferrita sinterizado da presente invenção obtido pela sinterização em ar tem Br de 400 a 470 mT, HcJ de 278 a 478 KA/m e uma proporção de quadrado (HK/HcJ) de 80% ou mais em temperatura am-

biente (20°C). Preferivelmente, ele tem Br de 420 a 470 mT, HcJ de 278 a 478 KA/m e uma proporção de quadrado (HK/HcJ) de 80% ou mais. Particularmente, ele pode ter um Br de 450 a 470 mT, HcJ de 278 a 478 KA/m e uma proporção de quadrado (HK/HcJ) de 80% ou mais. Um parâmetro HK medido para obter (HK/HcJ) é um valor no eixo H numa posição na qual $4\pi I$ é de 0,95 Br, no segundo quadrante de um gráfico mostrando uma curva de $4\pi I$ (intensidade de magnetização) em relação à H (intensidade do campo magnético). HK/HcJ obtido pela divisão de HK por HcJ de uma curva de desmagnetização representa uma chamada proporção de quadrado.

10 Os materiais magnéticos tipo óxido e magnetos de ferrita sinterizados da presente invenção são úteis para vários rotores (motores, geradores, etc.) em iniciadores, sistemas de direção de potência, alavancas eletricamente controladas, etc. para automóveis. Eles também são úteis para cilindros magnéticos no desenvolvimento de cilindros em copiadoras.

15 A presente invenção será descrita em detalhes se referindo aos Exemplos abaixo sem intenção de restringir o escopo da presente invenção a isso.

Exemplo 1

Adição prévia de Ba

20 Pó de CaCO_3 (pureza: 98,8%, contendo MgO como impurezas), pó de La(OH)_3 (pureza: 99,9%), pó de BaCO_3 (pureza: 98,1%, contendo 1,45% de SrCO_3 como impurezas), pó de $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ e pó de Co_3O_4 foram formulados para duas composições de corpo calcinado com diferentes y, os quais são representadas por $\text{Ca}_{1-x-y}\text{La}_x\text{Ba}_y\text{Fe}_{2n-z}\text{Co}_2\text{O}_{19}$, em que $x = 0,495$, $y = 0,005$ e $0,010$, $z = 0,30$ e $n = 5,2$. 0,1 parte em massa de H_3BO_3 em pó foram adicionadas a 100 partes em massa de formulação, e misturadas de forma úmida. Depois da secagem da mistura resultante, a calcinação foi efetuada a 1473 K por 1 hora ao ar. As amostras resultantes são nomeadas como Exemplo 1-1 quando $y = 0,005$, e Exemplo 1-2 quando $y = 0,01$. O

25

30 corpo calcinado resultante foi grosseiramente pulverizado, e a seguir submetido à grosseira pulverização seca num moinho vibracional para obter pó grosso com um tamanho de partícula médio de 5 μm (por F.S.S.S.). 45% em

massa do pó grosso e 55% em massa de água foram carregados num moinho de bolas, e 0,40 parte em massa de SiO_2 em pó (pureza: 92,1%, balanço: substancialmente água) e 0,50 parte em massa de pó de CaCO_3 foram adicionados como adjuvantes de sinterização para 100 partes em massa do pó grosso. A pulverização fina úmida foi efetuada para obter uma pasta contendo partículas de ferrita finas com um tamanho de partícula médio de 0,85 μm (por F.S.S.S.).

A pasta depois da fina pulverização foi moldada por compressão num campo magnético paralelo de 796 KA/m sob uma pressão de moldagem de 0,4 ton/cm². As densidades dos corpos verdes em forma de disco resultantes de 40 mm de diâmetro externo e de 15 mm de espessura, as quais foram determinadas a partir de sua massa e tamanho medidos, estão mostradas na Tabela 1. Os corpos verdes foram sinterizados em temperaturas de 1473 K, 1483 K e 1493 K, respectivamente, por 1 hora no ar.

Os corpos sinterizados resultantes foram trabalhados em máquinas e medidos em relação às propriedades magnéticas em temperatura ambiente (20°C) por um copião B-H. Os resultados da medição estão mostrados nas figuras 1(a) e 1(b). A Tabela 2 mostra as composições analisadas dos corpos sinterizados. A tabela 3 mostra os valores analisados dos corpos sinterizados quando a quantidade total dos elementos constituintes, excluindo oxigênio, é 100% atômica.

Tabela 1

Nº	Composição do corpo calcinado				Tamanho da partícula médio(1) (μm)	Densidade do corpo verde (g/cm ³)
	X	Y	Z	N		
Exemplo Convencional 1	0,500	0	0,43	5,1	0,85	2,71
Exemplo 1-1	0,495	0,005	0,30	5,2	0,85	2,74
Exemplo 1-2	0,495	0,010	0,30	5,2	0,85	2,75

Nº	Composição do corpo calcinado				Tamanho da partícula médio(1) (μm)	Densidade do corpo verde (g/cm^3)
	X	Y	Z	N		
Exemplo 2	0,488	0,025	0,30	5,2	0,85	2,82
Exemplo 3	0,475	0,050	0,30	5,2	0,86	2,87
Exemplo 4	0,445	0,100	0,30	5,2	0,85	2,78
Exemplo 5	0,425	0,150	0,30	5,2	0,86	2,77
Exemplo 6	0,400	0,200	0,30	5,2	0,85	2,77

Nota: (1) O tamanho de partícula médio das partículas de ferrita finas.

Exemplos de 2 a 6

Investigação da quantidade de Ba previamente adicionada.

Os corpos calcinados foram produzidos da mesma forma que no Exemplo 1, exceto pelo uso de cada composição de corpo calcinado mostrada na Tabela 1. Com as etapas subseqüentes efetuadas da mesma forma que no Exemplo 1, magnetos de ferrita sinterizados anisotrópicos dos Exemplos 2 a 6 foram produzidos. A pulverização fina úmida foi efetuada para proporcionar partículas de ferrita finas com um tamanho de partícula médio de $0,85 \mu\text{m}$ (por F.S.S.S.). Os resultados estão mostrados nas figuras 1(a) e 1(b). A Tabela 1 mostra a densidade medida de um corpo verde em forma de disco em cada Exemplo. As Tabelas 2 e 3 apresentam os valores analisados dos corpos sinterizados.

Exemplo Convencional 1

15 Sem adição de Ba

A amostra nº 2 na Patente Japonesa 3181559 foi investigada. Uma mistura com uma composição básica representada por $\text{Ca}_{1-x}\text{La}_x\text{Ba}_y\text{Fe}_{2n-z}\text{Co}_z\text{O}_{19}$, em que $x = 0,500$, $y = 0$, $z = 0,43$ e $n = 5,1$, para a qual 0,4% em massa de SiO_2 foi adicionado, foi calcinada a 1473 K por 3 horas no ar. O corpo calcinado resultante foi grosseiramente pulverizado, mistura-

do com 0,6% em massa de SiO_2 e 1,0% em massa de CaCO_3 , e a seguir submetido à pulverização fina úmida usando água como meio com um moinho de bolas, para proporcionar uma pasta contendo pó fino com um tamanho de partícula médio de $0,85 \mu\text{m}$. Devido ao fato da Patente Japonesa 3181559 não descrever o tamanho de partícula médio do pó fino da Amostra nº 2, o tamanho de partícula médio ($0,85 \mu\text{m}$) do pó finamente pulverizado do Exemplo 1 foi usado. Subseqüentemente, da mesma forma que no Exemplo 1, a pasta foi moldada num campo magnético e sinterizada para produzir um magneto de ferrita sinterizado anisotrópico. Os resultados da medição são mostrados nas Figuras 1(a) e 1(b). A tabela 1 mostra a densidade de um corpo verde em forma de disco, e as Tabelas 2 e 3 mostram os valores analisados do corpo sinterizado.

Amostra nº	Composição do corpo sinterizado: $\text{Ca}_{1-x-y}\text{La}_x\text{Ba}_y\text{Fe}_{2n-z}\text{Co}_z\text{O}_{19}$					
	Proporção molar n	Ca 1-x-y	La X	Ba Y	Fe 2n-z	Co Z
Exemplo 1-1	4,958	0,521	0,474	0,005	9,631	0,286
Exemplo 1-2	4,958	0,518	0,472	0,010	9,631	0,286
Exemplo 2	4,958	0,511	0,465	0,024	9,630	0,286
Exemplo 3	4,958	0,499	0,453	0,048	9,630	0,286
Exemplo 4	4,957	0,476	0,429	0,095	9,629	0,286
Exemplo 5	4,957	0,452	0,405	0,143	9,628	0,286
Exemplo 6	4,956	0,428	0,381	0,191	9,626	0,286
Exemplo Convencional 1	4,652	0,544	0,456	0,000	8,911	0,392
Exemplo 7	5,051	0,512	0,465	0,024	9,816	0,286
Exemplo 8	5,143	0,512	0,464	0,024	10,001	0,286
Exemplo 9	5,051	0,500	0,453	0,048	9,815	0,286
Exemplo 10	5,143	0,500	0,452	0,048	10,000	0,286
Exemplo 11	4,935	0,514	0,463	0,024	9,586	0,285
Exemplo 12	4,958	0,511	0,465	0,024	9,630	0,286
Exemplo 13	4,981	0,509	0,467	0,024	9,675	0,287
Exemplo 14	5,005	0,507	0,469	0,024	9,721	0,289
Exemplo 15	4,958	0,511	0,465	0,024	9,630	0,286

Amostra nº	Composição do corpo sinterizado: Ca _{1-x-y} La _x Ba _y Fe _{2n-z} Co _z O ₁₉					
	Proporção molar n	Ca 1-x-y	La X	Ba Y	Fe 2n-z	Co Z
Exemplo 16	4,981	0,509	0,467	0,024	9,675	0,287
Exemplo 17	5,005	0,507	0,469	0,024	9,721	0,289
Exemplo 18	5,028	0,504	0,471	0,024	9,767	0,290
Exemplo 19	5,027	0,502	0,451	0,047	9,769	0,285
Exemplo 20	5,051	0,500	0,453	0,048	9,815	0,286
Exemplo 21	5,074	0,497	0,455	0,048	9,862	0,287
Exemplo 22	5,099	0,495	0,457	0,048	9,908	0,289
Exemplo 23	5,051	0,500	0,453	0,048	9,815	0,286
Exemplo 24	5,074	0,497	0,455	0,048	9,862	0,287
Exemplo 25	5,099	0,495	0,457	0,048	9,908	0,289
Exemplo 26	5,123	0,493	0,459	0,048	9,956	0,290
Exemplo Comparativo 1	5,051	0,500	0,453	0,048	10,102	0,000
Exemplo 27-1	5,051	0,500	0,453	0,048	10,073	0,029
Exemplo 27-2	5,051	0,500	0,453	0,048	10,006	0,095
Exemplo 27-3	5,051	0,500	0,453	0,048	9,911	0,191
Exemplo 27-4	5,051	0,500	0,453	0,048	9,815	0,286
Exemplo 27-5	5,050	0,500	0,453	0,048	9,720	0,381
Exemplo 27-6	5,050	0,500	0,453	0,048	9,624	0,476
Exemplo 27-7	5,050	0,500	0,453	0,048	9,529	0,572
Exemplo 27-8	5,050	0,500	0,453	0,048	9,481	0,619
Exemplo Comparativo 2-1	5,050	0,500	0,453	0,048	9,433	0,667
Exemplo 2-2	5,050	0,500	0,453	0,048	9,338	0,762
Exemplo 28	5,051	0,500	0,453	0,048	9,815	0,286

Tabela 3

Amostra nº	Composição analisada do corpo sinterizado (% atômica)					
	Ca	La	Ba	Sr	Fe	Co
Exemplo 1-1	4,629	4,316	0,043	0,001	87,086	2,602
Exemplo 1-2	4,608	4,295	0,085	0,002	87,085	2,602
Exemplo 2	4,545	4,230	0,213	0,004	87,085	2,602
Exemplo 3	4,440	4,121	0,425	0,008	87,084	2,602
Exemplo 4	4,230	3,904	0,850	0,017	87,082	2,602
Exemplo 5	4,020	3,687	1,275	0,025	87,080	2,602
Exemplo 6	3,811	3,470	1,700	0,033	87,078	2,602
Exemplo Con- vencional 1	5,085	4,367	0,000	0,000	84,804	3,755
Exemplo 7	4,472	4,157	0,209	0,004	87,285	2,557
Exemplo 8	4,401	4,087	0,205	0,004	87,479	2,514
Exemplo 9	4,369	4,050	0,418	0,008	87,284	2,557
Exemplo 10	4,300	3,982	0,411	0,008	87,478	2,514
Exemplo 11	4,584	4,228	0,212	0,004	87,047	2,601
Exemplo 12	4,545	4,230	0,213	0,004	87,085	2,602
Exemplo 13	4,506	4,231	0,213	0,004	87,123	2,603
Exemplo 14	4,466	4,233	0,213	0,004	87,161	2,604
Exemplo 15	4,548	4,232	0,213	0,004	87,142	2,604
Exemplo 16	4,509	4,234	0,213	0,004	87,181	2,605
Exemplo 17	4,469	4,236	0,213	0,004	87,219	2,606
Exemplo 18	4,430	4,238	0,213	0,004	87,257	2,607

Tabela 3 (continuação)

Amostra nº	Composição analisada de corpo sinterizado (% atômica)						
	Si	B	Cr	Al	Mn	Ni	Mg
Exemplo 1-2	0,546	0,142	0,018	0,089	0,412	0,001	0,117
Exemplo 2	0,546	0,142	0,018	0,089	0,412	0,001	0,115
Exemplo 3	0,546	0,142	0,018	0,089	0,412	0,001	0,112
Exemplo 4	0,547	0,142	0,018	0,089	0,412	0,001	0,107
Exemplo 5	0,548	0,142	0,018	0,089	0,412	0,001	0,102
Exemplo 6	0,549	0,142	0,018	0,089	0,412	0,001	0,096
Exemplo Convencio- nal 1	1,354	0,000	0,017	0,087	0,401	0,001	0,129

Amostra nº	Composição analisada de corpo sinterizado (% atômica)						
	Si	B	Cr	Al	Mn	Ni	Mg
Exemplo 7	0,543	0,140	0,018	0,089	0,413	0,001	0,113
Exemplo 8	0,540	0,137	0,018	0,090	0,414	0,001	0,111
Exemplo 9	0,543	0,140	0,018	0,089	0,413	0,001	0,110
Exemplo 10	0,540	0,137	0,018	0,090	0,414	0,001	0,109
Exemplo 11	0,547	0,143	0,018	0,089	0,412	0,001	0,116
Exemplo 12	0,546	0,142	0,018	0,089	0,412	0,001	0,115
Exemplo 13	0,545	0,141	0,018	0,089	0,412	0,001	0,114
Exemplo 14	0,544	0,141	0,018	0,089	0,412	0,001	0,113
Exemplo 15	0,480	0,142	0,018	0,089	0,412	0,001	0,115
Exemplo 16	0,480	0,141	0,018	0,089	0,412	0,001	0,114
Exemplo 17	0,479	0,141	0,018	0,089	0,413	0,001	0,113
Exemplo 18	0,478	0,140	0,018	0,089	0,413	0,001	0,112

Tabela 3 (continuação)

Amostra nº	Composição analisada do corpo sinterizado (% atômica)					
	Ca	La	Ba	Sr	Fe	Co
Exemplo 19	4,408	4,049	0,418	0,008	87,246	2,556
Exemplo 20	4,369	4,050	0,418	0,008	87,284	2,557
Exemplo 21	4,330	4,052	0,418	0,008	87,322	2,558
Exemplo 22	4,290	4,054	0,418	0,008	87,360	2,560
Exemplo 23	4,372	4,053	0,418	0,008	87,342	2,559
Exemplo 24	4,332	4,055	0,418	0,008	87,380	2,560
Exemplo 25	4,293	4,057	0,418	0,008	87,418	2,561
Exemplo 26	4,254	4,058	0,419	0,008	87,456	2,562
Exemplo Comparativo 1	4,369	4,050	0,418	0,008	89,827	0,000
Exemplo 27-1	4,369	4,050	0,418	0,008	89,573	0,256
Exemplo 27-2	4,369	4,050	0,418	0,008	88,980	0,852
Exemplo 27-3	4,369	4,050	0,418	0,008	88,132	1,705
Exemplo 27-4	4,369	4,050	0,418	0,008	87,284	2,557
Exemplo 27-5	4,369	4,050	0,418	0,008	86,436	3,410
Exemplo 27-6	4,369	4,050	0,418	0,008	85,589	4,262
Exemplo 27-7	4,368	4,050	0,418	0,008	84,741	5,115
Exemplo 27-8	4,368	4,050	0,418	0,008	84,317	5,541

Amostra nº	Composição analisada do corpo sinterizado (% atômica)					
	Ca	La	Ba	Sr	Fe	Co
Exemplo Comparativo 2-1	4,368	4,050	0,418	0,008	83,893	5,967
Exemplo Comparativo 2-2	4,368	4,050	0,418	0,008	83,046	6,819
Exemplo 28	4,369	4,050	0,418	0,008	87,284	2,557

Tabela 3 (continuação)

Amostra nº	Composição analisada de corpo sinterizado (% atômica)						
	Si	B	Cr	Al	Mn	Ni	Mg
Exemplo 19	0,544	0,140	0,018	0,089	0,413	0,001	0,111
Exemplo 20	0,543	0,140	0,018	0,089	0,413	0,001	0,110
Exemplo 21	0,542	0,139	0,018	0,089	0,413	0,001	0,109
Exemplo 22	0,542	0,138	0,018	0,089	0,413	0,001	0,108
Exemplo 23	0,478	0,140	0,018	0,089	0,413	0,001	0,111
Exemplo 24	0,477	0,139	0,018	0,090	0,413	0,001	0,110
Exemplo 25	0,476	0,138	0,018	0,090	0,414	0,001	0,109
Exemplo 26	0,476	0,138	0,018	0,090	0,414	0,001	0,108
Exemplo Comparativo 1	0,543	0,140	0,018	0,092	0,425	0,000	0,110
Exemplo 27-1	0,543	0,140	0,018	0,091	0,424	0,000	0,110
Exemplo 27-2	0,543	0,140	0,018	0,091	0,421	0,000	0,110
Exemplo 27-3	0,543	0,140	0,018	0,090	0,417	0,000	0,110
Exemplo 27-4	0,543	0,140	0,018	0,089	0,413	0,001	0,110
Exemplo 27-5	0,543	0,140	0,017	0,089	0,409	0,001	0,110
Exemplo 27-6	0,543	0,140	0,017	0,088	0,405	0,001	0,110
Exemplo 27-7	0,543	0,140	0,017	0,087	0,401	0,001	0,110
Exemplo 27-8	0,543	0,140	0,017	0,087	0,399	0,001	0,110
Exemplo Comparativo 2-1	0,543	0,140	0,017	0,086	0,397	0,001	0,110
Exemplo Comparativo 2-2	0,543	0,140	0,017	0,086	0,393	0,001	0,110
Exemplo 28	0,543	0,140	0,018	0,089	0,413	0,001	0,110

Fica claro a partir das Figuras 1(a) e 1(b) que os magnetos de

ferrita sinterizados dos Exemplos 1-1, 1-2 e de 2 a 6, nos quais uma quantidade predeterminada de Ba foi previamente adicionada, tiveram propriedades magnéticas muito maiores do que aquelas do magneto de ferrita sinterizado do Exemplo Convencional 1. Particularmente, o produto sinterizado do Exemplo 3 obtido a 1493 K teve um Br de 460 mT, o qual não pôde ser alcançado por um SrM convencional. É claro a partir da Tabela 1 que os corpos verdes dos Exemplos 1-1, 1-2 e de 2 a 6 tinham densidades maiores do que aqueles do Exemplo Convencional 1.

O exame das rupturas em 100 corpos verdes em cada exemplo revelou que nenhuma ruptura foi observada nos corpos verdes dos Exemplos 1-1, 1-2 e de 2 a 6, enquanto que o corpo verde do Exemplo Convencional 1 tinha várias rupturas.

Estrutura do corpo calcinado

Figura 2 é uma fotografia SEM de uma superfície fraturada do corpo calcinado do Exemplo 3, em que $x = 0,475$, $y = 0,050$, $z = 0,30$ e $n = 5,2$. Muitas partículas primárias (grãos de cristal tipo M) no corpo calcinado) estavam numa forma de placa hexagonal, indicando uma alta taxa de crescimento dos grãos de cristais tipo M. Essa fotografia SEM indica que o corpo calcinado tinha o diâmetro máximo de cerca de 3 a 9 μm num plano c, uma espessura de cerca de 1,3 a 4,3 μm , uma proporção de aspecto (diâmetro máximo/espessura) de cerca de 1,5 a 4,2.

Figura 3 é uma fotografia SEM de uma superfície fraturada do corpo calcinado do Exemplo Convencional 1, em que $x = 0,500$, $y = 0$, $z = 0,43$ e $n = 5,1$. O corpo calcinado tinha partículas primárias em formatos irregulares, não numa forma de placa hexagonal.

A comparação das Figuras 2 e 3 indica que o corpo calcinado da presente invenção (Exemplo 3), para o qual uma quantidade predeterminada de Ba foi adicionada, tinha partículas primárias numa forma de partícula planar hexagonal, espessa. Também, aqueles com uma proporção de aspecto de 5 ou menos foram cerca de 60% das partículas primárias.

Estrutura do pó finamente pulverizado.

Figura 4 é uma fotografia SEM mostrando o pó fino com um ta-

manho de partícula médio de $0,85 \mu\text{m}$, o qual foi obtido pulverizando finalmente o corpo calcinado do Exemplo 3, em que $x = 0,475$, $y = 0,050$, $z = 0,30$ e $n = 5,2$, e secando a pasta resultante. Foi observado que houve muitas partículas numa forma de placa hexagonal. Enquanto houve poucas partículas ultrafinas com o diâmetro máximo menor do que $0,4 \mu\text{m}$ e poucas partículas grossas com o diâmetro máximo maior do que $1,2 \mu\text{m}$, muitas partículas com o diâmetro máximo de $0,4$ a $1,2$ foram observadas.

Figura 5 é uma fotografia SEM mostrando o pó fino com um tamanho de partícula médio de $0,85 \mu\text{m}$, o qual foi obtido pulverizando finalmente o corpo calcinado do Exemplo Convencional 1, em que $x = 0,500$, $y = 0$, $z = 0,43$ e $n = 5,1$, e secando a pasta resultante. Muitas partículas ultrafinas, de formato irregular, com o diâmetro máximo de $0,2 \mu\text{m}$ ou menos e muitas partículas grossas, de formato irregular, com o diâmetro máximo de $1,5 \mu\text{m}$ ou mais foram observadas.

Fica claro a partir das Figuras 4 e 5 que a diferença de densidade mostrada na Tabela 1 entre os corpos verdes do Exemplo 3 e do Exemplo Convencional 1 foi derivada de suas diferenças nas características do pó.

Estrutura do corpo sinterizado

Figura 6 é uma fotografia SEM mostrando uma superfície fraturada (plano a) do corpo sinterizado ($x = 0,429$, $y = 0,095$, $z = 0,286$ e $n = 4,957$) do Exemplo 3 obtido pela sinterização a 1493 K no ar. Grãos de cristal tipo M, partículas planas hexagonais tinham uma proporção de aspecto de $1,5$ a $3,5$. Cada partícula era grossa e tinha um tamanho de grão de cristal médio de $1,1 \mu\text{m}$ na direção do eixo c, cerca de 60% das partículas com uma proporção de aspecto de 3 ou menos.

Figura 7 é uma fotografia SEM mostrando uma superfície fraturada do corpo sinterizado ($x = 0,456$, $y = 0$, $z = 0,392$ e $n = 4,652$) do Exemplo 1 convencional obtido pela sinterização a 1493 K no ar. A observação revelou que houve muitas partículas com uma proporção de aspecto de cerca de 3 a 6.

Exemplos 7 e 8

Investigar 1 da adição prévia de Ba e a proporção molar n

A calcinação, a pulverização, a moldagem num campo magnético, a sinterização, o trabalho com máquinas e a medição das propriedades magnéticas foram conduzidas da mesma forma que no Exemplo 2, exceto pelo uso da composição do corpo calcinado de $\text{Ca}_{1-x-y}\text{La}_x\text{Ba}_y\text{Fe}_{2n-z}\text{Co}_z\text{O}_{19}$, em que $x = 0,488$, $y = 0,025$, $z = 0,30$ e $n = 5,3$ e $5,4$. n foi $5,3$ no Exemplo 7 e $5,4$ no Exemplo 8. O tamanho de partícula médio do pó finamente pulverizado foi de $0,85 \mu\text{m}$ como no Exemplo 1. As Figuras 8(a) e 8(b) mostram suas propriedades magnéticas. As Tabelas 2 e 3 mostram os valores analisados dos corpos sinterizados. É claro a partir das Figuras 8(a) e 8(b) que as propriedades magnéticas foram mais elevadas quando n foi $5,3$.

Exemplos 9 e 10

Investigar 2 da prévia adição de Ba e a proporção molar n

A calcinação, a pulverização, a moldagem num campo magnético, a sinterização, o trabalho com máquinas e a medição das propriedades magnéticas foram conduzidas da mesma forma que no Exemplo 3, exceto pelo uso da composição do corpo calcinado de $\text{Ca}_{1-x-y}\text{La}_x\text{Ba}_y\text{Fe}_{2n-z}\text{Co}_z\text{O}_{19}$, em que $x = 0,475$, $y = 0,050$, $z = 0,30$ e $n = 5,3$ e $5,4$. n foi $5,3$ no Exemplo 9 e $5,4$ no Exemplo 10. O tamanho de partícula médio do pó finamente pulverizado foi de $0,85 \mu\text{m}$ como no Exemplo 1. As Figuras 8(a) e 8(b) mostram suas propriedades magnéticas. As Tabelas 2 e 3 mostram os valores analisados dos corpos sinterizados. É claro a partir das Figuras 8(a) e 8(b) que as propriedades magnéticas foram mais elevadas no Exemplo 9, excedendo 460 mT . Br extremamente alto foi obtido, o qual não poderia ser alcançado em SrM convencional.

Exemplos 11 a 18

Investigar 1 da adição prévia de Ba, e quantidade de CaCO_3 adicionada ao pulverizar SiO_2 .

Usando pó de CaCO_3 , pó de $\text{La}(\text{OH})_3$, pó de BaCO_3 , pó de $\alpha\text{-Fe}_2\text{CO}_3$ e pó de Co_3O_4 como no exemplo 1, uma composição de $\text{Ca}_{1-x-y}\text{La}_x\text{Ba}_y\text{Fe}_{2n-z}\text{Co}_z\text{O}_{19}$, em que $x = 0,488$, $y = 0,025$, $z = 0,3$ e $n = 5,2$, foi formulada. $0,1$ parte em massa de pó de H_3BO_3 foi adicionada a 100 partes em massa da mistura e misturadas úmidas. A mistura foi calcinada a 1473 K por

1 hora no ar. O corpo calcinado resultante foi grosseiramente pulverizado, e submetido à pulverização grosseira seca com um moinho de vibração para obter pó grosso com um tamanho de partícula médio de 5 μm (por F.S.S.S.). 0,40 parte em massa de pó de SiO_2 e 0,55 parte em massa de pó de CaCO_3 por 100 partes em massa de um pó calcinado grosso foram adicionadas até 45% em massa de pó grosso e 55% em massa de água e a pulverização fina úmida foi efetuada com um moinho de bolas para proporcionar a pasta do Exemplo 11 contendo partículas de ferrita finas com um tamanho de partícula médio de 0,81 μm (por F.S.S.S.); Além disso, as pastas dos Exemplos 12 a 18 foram produzidas da mesma forma que no Exemplo 11, exceto pelo uso das composições de SiO_2 e de CaCO_3 mostradas na Tabela 4. Os oito tipos resultantes de pastas foram formados em magnetos de ferrita sinterizados anisotrópicos da mesma forma que no Exemplo 1 na etapa de moldagem de campo magnético et seq., e suas propriedades magnéticas foram medidas. As Figuras 9(a) e 9(b) mostram suas propriedades magnéticas, as Tabelas 2 e 3 mostram os valores analisados dos corpos sinterizados. Conforme é claro a partir das Figuras 9(a) e 9(b), magnetos de ferrita sinterizados anisotrópicos com B_r excedendo 460 mT foram obtidos em qualquer um dos exemplos 11 a 18, significando que um tão alto B_r quanto não encontrado por SrM convencional foi obtido.

Tabela 4

Nº	SiO_2 (% em massa)	CaCO_3 (% em massa)
Exemplo 11	0,40	0,55
Exemplo 12	0,40	0,50
Exemplo 13	0,40	0,45
Exemplo 14	0,40	0,40
Exemplo 15	0,35	0,50
Exemplo 16	0,35	0,45
Exemplo 17	0,35	0,40
Exemplo 18	0,35	0,35

Exemplos 19 a 26

Investigar 2 da adição prévia de Ba, e a quantidade de CaCO_3 adicionada ao pulverizar SiO_2 .

Usando pó de CaCO_3 , pó de La(OH)_3 , pó de BaCO_3 , pó de $\alpha\text{-Fe}_2\text{CO}_3$ e pó de Co_3O_4 como no exemplo 1, uma composição de $\text{Ca}_{1-x}\text{-yLa}_x\text{Ba}_y\text{Fe}_{2n-z}\text{Co}_2\text{O}_{19}$, em que $x = 0,475$, $y = 0,050$, $z = 0,3$ e $n = 5,2$ foi formulada. 0,1 parte em massa de pó de H_3BO_3 foram adicionadas a 100 partes em massa da mistura e misturadas úmidas. A mistura foi calcinada a 1473 K por 1 hora no ar. O corpo calcinado resultante foi grosseiramente pulverizado e, a seguir, submetido à pulverização grosseira seca com um moinho de vibração para obter pó grosso com um tamanho de partícula médio de 5 μm (por F.S.S.S.). 0,40 parte em massa de pó de SiO_2 e 0,55 parte em massa de pó de CaCO_3 por 100 partes em massa de um pó calcinado grosso foram adicionadas até 45% em massa de pó grosso e 55% em massa de água e a pulverização fina úmida foi efetuada com um moinho de bolas para obter a pasta do Exemplo 19 contendo partículas de ferrita finas com um tamanho de partícula médio de 0,81 μm (por F.S.S.S.).

Além disso, as pastas dos Exemplos 20 a 26 foram produzidas da mesma forma que no Exemplo 19, exceto pelo uso das composições de SiO_2 e de CaCO_3 mostradas na Tabela 5. Os oito tipos resultantes de pastas foram formados em magnetos de ferrita sinterizados anisotrópicos da mesma forma que no Exemplo 1 na moldagem de campo magnético et seq. As Figuras 10(a) e 10(b) mostram suas propriedades magnéticas, e as Tabelas 2 e 3 mostram os valores analisados dos corpos sinterizados. Conforme é claro a partir das Figuras 10(a) e 10(b), magnetos de ferrita sinterizados anisotrópicos com B_r excedendo 460 mT foram obtidos em qualquer um dos exemplos 19 a 26, significando que um tão alto B_r quanto não encontrado por SrM convencional foi obtido.

Tabela 5

Nº	SiO_2 (% em massa)	CaCO_3 (% em massa)
Exemplo 19	0,40	0,55
Exemplo 20	0,40	0,50
Exemplo 21	0,40	0,45
Exemplo 22	0,40	0,40
Exemplo 23	0,35	0,50
Exemplo 24	0,35	0,45

Nº	SiO2 (% em massa)	CaCO3 (% em massa)
Exemplo 25	0,35	0,40
Exemplo 26	0,35	0,35

Exemplo 27

Investigação da adição prévia de Ba e quantidade de Co previamente adicionada.

Os mesmos pós de CaCO₃, pó de La(OH)₃, pó de BaCO₃, pó de α-Fe₂CO₃ e pó de Co₃O₄ como no exemplo 1 foram formulados até uma composição de Ca_{1-x-y}La_xBa_yFe_{2n-z}Co_zO₁₉, em que x = 0,475, y = 0,050, z = 0,03, 0,1, 0,2, 0,3, 0,4, 0,5, 0,6 e 0,65, e n = 5,3. 0,1 parte em massa de pó de H₃BO₃ foram adicionadas a 100 partes em massa de cada um dos oito tipos de formulações e misturadas úmidas. Oito tipos das misturas resultantes foram misturados e calcinados a 1473 K por 1 hora no ar. As amostras resultantes foram nomeadas como Exemplos 27-1 até 27-8 na ordem ascendente de z. Com as etapas subseqüentes da mesma forma que no Exemplo 1, cada corpo calcinado foi pulverizado, moldado num campo magnético, sinterizado e trabalhado com máquinas. Partículas de ferrita finas foram ajustadas para ter um tamanho de partícula médio de 0,81 µm depois da pulverização. Como as condições de sinterização, o aquecimento foi efetuado a 1493 K por 1 hora ao ar. As Figuras 11(a) e 11(b) mostram as suas propriedades magnéticas, e as Tabelas 2 e 3 mostram os valores analisados dos corpos sinterizados.

20 Exemplo comparativo 1

Sem adição de Co

Um magneto de ferrita sinterizado foi produzido para medir as suas propriedades magnéticas da mesma forma que no Exemplo 27, exceto pela alteração da composição do corpo calcinado para Ca_{1-x-y}La_xBa_yFe_{2n-z}Co_zO₁₉, em que x = 0,475, y = 0,050, z = 0 e n = 5,3. As Figuras 11(a) e 11(b) mostram sua propriedades magnéticas.

Exemplo Comparativo 2.

Muito Co adicionado

Um magneto de ferrita sinterizado foi produzido para medir as

suas propriedades magnéticas da mesma forma que no Exemplo 27, exceto pela alteração da composição do corpo calcinado para $\text{Ca}_{1-x-y}\text{La}_x\text{Ba}_y\text{Fe}_{2n-z}\text{Co}_z\text{O}_{19}$, em que $x = 0,475$, $y = 0,050$, $z = 0,7$ e $0,8$ e $n = 5,3$. As Figuras 11(a) e 11(b) mostram suas propriedades magnéticas. Amostras nas quais z foi 0,7 e 0,8, respectivamente, foram nomeadas como Exemplos Comparativos 2-1 e 2-2. Fica claro a partir das Figuras 11(a) e 11(b) que os Exemplos 27-1 até 27-8, nos quais o conteúdo de Co (z) foi de 0,03 a 0,65, tinha propriedades magnéticas superiores do que aqueles do Exemplo Comparativo 1 sem conter Co e do Exemplo Comparativo 2 contendo muito Co.

10 Exemplo 28

O tamanho de partícula médio do pó finamente pulverizado e propriedades magnéticas.

O mesmo pó de CaCO_3 , pó de $\text{La}(\text{OH})_3$, pó de BaCO_3 , pó de $\alpha\text{-Fe}_2\text{CO}_3$ e pó de Co_3O_4 , como no Exemplo 1, foram formulados até uma
15 composição de $\text{Ca}_{1-x-y}\text{La}_x\text{Ba}_y\text{Fe}_{2n-z}\text{Co}_z\text{O}_{19}$, em que $x = 0,475$, $y = 0,050$, $z = 0,30$ e $n = 5,3$. 0,1 parte em massa de H_3BO_3 em pó foram adicionados em 100 partes em massa da formulação resultante e misturados de forma úmida. A mistura resultante foi seca e, a seguir, calcinada a 1473 K por 1 hora ao ar. O corpo calcinado foi grosseiramente pulverizado e, a seguir, submetido à pulverização grosseira seca para obter pó grosso com um tamanho de
20 partícula médio de 5 μm (por F.S.S.S.). 45% em massa do pó grosso e 55% em massa de água foram carregados num moinho de bolas, e com 0,4 parte em massa de pó de SiO_2 e 0,5 parte em massa de pó de CaCO_3 adicionados como adjuvantes da sinterização por 100 partes em massa do pó calcinado grosso, a pulverização fina foi efetuada. Com o tempo de pulverização
25 fina alterado, as pastas contendo seis tipos de partículas de ferrita finas com tamanhos de partícula médios de 0,97 μm , 0,88 μm , 0,85 μm , 0,81 μm , 0,7 μm e 0,5 μm (por F.S.S.S.) foram obtidos. Seis tipos de pastas depois da pulverização fina foram moldados por compressão num campo magnético paralelo de 796 KA/m sob pressão de moldagem de 0,4 ton/cm². Os corpos
30 verdes em forma de disco resultantes, cada um com um diâmetro externo de 40 mm e uma espessura de 15 mm, foram sinterizados a 1493 K por 1 hora

no ar e trabalhados com máquina. As Figuras 12(a) e 12(b) mostraram suas propriedades magnéticas em temperatura ambiente (20°C), e as Tabelas 2 e 3 mostram os valores analisados dos corpos sinterizados.

Exemplo Convencional 2

5 Tamanho de partícula médio do pó finamente pulverizado e propriedades magnéticas.

Na pulverização fina úmida do pó grosso calcinado produzido no Exemplo Convencional 1 com água como um meio com um moinho de bolas, o tempo de pulverização fina foi ajustado para obter pastas contendo 10 cinco tipos de partículas de ferrita finas com tamanhos de partícula médios de 0,96 μm , 0,88 μm , 0,85 μm , 0,82 μm e 0,7 μm (por F.S.S.S.). Com as etapas subseqüentes da mesma forma que no Exemplo Convencional 1, os magnetos de ferrita sinterizados foram produzidos. As Figuras 12(a) e 12(b) mostram as suas propriedades magnéticas.

15 Fica claro a partir das Figuras 12(a) e 12(b) que, quando o tamanho de partícula médio do pó fino for de 0,5 a 0,97 μm , o magneto de ferrita sinterizado do Exemplo 28 tem HcJ e Br notavelmente altos. Particularmente, quando o tamanho de partícula médio for de 0,85 μm ou menor, Br for maior do que 460 mT, indicando características de Br superiores àquelas 20 do SrM convencional. Além disso, o magneto de ferrita sinterizado do Exemplo 28 tem vantajosamente um alto Br e HcJ, mesmo ao usar uma pasta para moldagem com um tamanho de partícula médio de 0,8 μm ou mais, o que proporciona boas características de remoção de água.

Exemplo 29

25 Prévia/posterior adição de Ba

O mesmo pó de CaCO_3 , pó de La(OH)_3 , pó de BaCO_3 , pó de $\alpha\text{-Fe}_2\text{CO}_3$ e pó de Co_3O_4 como no exemplo 1 foram formulados até uma composição de $\text{Ca}_{1-x-y}\text{La}_x\text{Ba}_y\text{Fe}_{2n-z}\text{Co}_z\text{O}_{19}$, $x = 0,475$, $y = 0,025$, $z = 0,3$ e $n = 5,3$. 0,1 parte em massa de pó de H_3BO_3 por 100 partes em massa de formulação foram adicionadas e misturadas úmidas. A mistura resultante foi seca e, 30 a seguir, calcinada a 1473 K por 1 hora no ar. O corpo calcinado resultante foi grosseiramente pulverizado e, a seguir, submetido à pulverização gros-

seira seca para obter pó grosso com um tamanho de partícula médio de 5 μm (por F.S.S.S.). 45% em massa do pó grosso e 55% em massa de água foram carregados num moinho de bolas, e com 0,4 parte por massa de pó de SiO_2 , 0,25 parte em massa de pó de CaCO_3 e 0,5 parte em massa de pó de BaCO_3 adicionados a 100 partes em massa de pó grosso, a pulverização fina úmida foi efetuada para obter uma pasta contendo partículas de ferrita finas com um tamanho de partícula médio de 0,81 μm (por F.S.S.S.). Com as etapas subseqüentes da mesma forma que no Exemplo 1, um magneto de ferrita sinterizado e anisotrópico foi produzido a partir da pasta resultante.

10 As Figuras 13(a) e 13(b) apresentam suas propriedades magnéticas.

Exemplo 30

Adição posterior de Ba

O mesmo pó de CaCO_3 , pó de $\text{La}(\text{OH})_3$, pó de BaCO_3 , pó de $\alpha\text{-Fe}_2\text{CO}_3$ e pó de Co_3O_4 como no exemplo 1 foram formulados até uma composição de $\text{Ca}_{1-x-y}\text{La}_x\text{Ba}_y\text{Fe}_{2n-z}\text{Co}_z\text{O}_{19}$, $x = 0,475$, $y = 0$, $z = 0,3$ e $n = 5,3$. 0,1 parte em massa de pó de H_3BO_3 foram adicionadas a 100 partes em massa da formulação e misturadas úmidas. A mistura resultante foi seca e, a seguir, calcinada a 1473 K por 1 hora no ar. O corpo calcinado resultante foi grosseiramente pulverizado e, a seguir, submetido à pulverização grosseira seca para obter pó grosso com um tamanho de partícula médio de 5 μm (por F.S.S.S.). 45% em massa do pó grosso e 55% em massa de água foram carregados num moinho de bolas, e com 0,4 parte por massa de pó de SiO_2 e 1,0 parte em massa de pó de BaCO_3 adicionados a 100 partes em massa de pó grosso, a pulverização fina úmida foi efetuada para obter uma pasta contendo partículas de ferrita finas com um tamanho de partícula médio de 0,81 μm (por F.S.S.S.). Com a mesma etapa de moldagem de campo magnético e as etapas subseqüentes da mesma forma que no Exemplo 1, a pasta foi formada num magneto de ferrita sinterizado anisotrópico. As Figuras 13(a) e 13(b) mostram suas propriedades magnéticas.

30 Exemplo Convencional 3

Na pulverização fina úmida do pó calcinado grosso produzido no Exemplo convencional 1 com água como um meio com um moinho de bolas,

o tempo de pulverização fina foi ajustado para obter uma pasta contendo partículas de ferrita finas com um tamanho de partícula médio de $0,81 \mu\text{m}$ (por F.S.S.S.). Com as etapas subseqüentes da mesma forma que no Exemplo Convencional 1, um magneto de ferrita sinterizado foi produzido. As Figuras 13(a) e 13(b) apresentam as suas propriedades magnéticas. As Figuras 13(a) e 13(b) indicam que o Exemplo 29 no qual Ba foi previamente/posteriormente adicionado, e o Exemplo no qual Ba foi posteriormente adicionado, tinham H_cJ levemente menor do que aquele do Exemplo 20, no qual Ba foi previamente adicionado, porém uma H_cJ mais alta do que aquela do convencional 120.

Exemplo 3 no qual Ba não foi adicionado, verificando que mesmo a adição posterior de Ba proporciona um grande efeito de melhoria das propriedades magnéticas.

Exemplo 31

Adição prévia de Ba, e prévia/posterior adição de Co

O mesmo pó de CaCO_3 , pó de $\text{La}(\text{OH})_3$, pó de BaCO_3 , pó de $\alpha\text{-Fe}_2\text{CO}_3$ e pó de Co_3O_4 , como no exemplo 1, foram formulados até uma composição de $\text{Ca}_{1-x-y}\text{La}_x\text{Ba}_y\text{Fe}_{2n-z}\text{Co}_z\text{O}_{19}$, em que $x = 0,475$, $y = 0,050$, $z = 0,15$ e $n = 5,3$. 0,1 parte em massa de pó de H_3BO_3 foram adicionadas a 100 partes em massa da formulação resultante, e misturadas úmidas. A mistura resultante foi seca e, a seguir, calcinada a 1473 K por 1 hora no ar. O corpo calcinado resultante foi grosseiramente pulverizado e, a seguir, submetido à pulverização grosseira seca para obter pó grosso com um tamanho de partícula médio de $5 \mu\text{m}$ (por F.S.S.S.). 45% em massa do pó grosso e 55% em massa de água foram carregados num moinho de bolas, e com 0,4 parte por massa de pó de SiO_2 , 0,5 parte em massa de pó de CaCO_3 e 1,5 parte em massa de pó de $\text{Co}(\text{OH})_2$ adicionados por 100 partes em massa de pó grosso, a mistura foi submetida à pulverização fina úmida para obter uma pasta contendo partículas de ferrita finas com um tamanho de partícula médio de $0,81 \mu\text{m}$ (por F.S.S.S.). Com as etapas subseqüentes da mesma forma que no Exemplo 1, um magneto de ferrita sinterizado anisotrópico foi produzido a partir da pasta. As Figuras 14(a) e 14(b) mostram suas propriedades magné-

licas.

Exemplo 32

Adição prévia de Ba e adição posterior de Co

O mesmo pó de CaCO_3 , pó de La(OH)_3 , pó de BaCO_3 , pó de $\alpha\text{-Fe}_2\text{CO}_3$ e pó de Co_3O_4 como no exemplo 1 foram formulados até uma composição de $\text{Ca}_{1-x-y}\text{La}_x\text{Ba}_y\text{Fe}_{2n-z}\text{Co}_z\text{O}_{19}$, em que $x = 0,475$, $y = 0,050$, $z = 0$ e $n = 5,3$. 0,1 parte em massa de pó de H_3BO_3 foram adicionadas a 100 partes por massa da formulação e misturadas úmidas. A mistura resultante foi seca e, a seguir, calcinada a 1473 K por 1 hora no ar. O corpo calcinado resultante foi grosseiramente pulverizado e, a seguir, submetido à pulverização grosseira seca para obter pó grosso com um tamanho de partícula médio de 5 μm (por F.S.S.S.). 45% em massa do pó grosso e 55% em massa de água foram carregados num moinho de bolas, e com 0,4 parte por massa de pó de SiO_2 , 0,5 parte em massa de pó de CaCO_3 e 3,0 parte em massa de pó de Co(OH)_2 adicionados por 100 partes em massa de pó grosso, a mistura foi submetida à pulverização fina úmida para obter uma pasta contendo partículas de ferrita finas com um tamanho de partícula médio de 0,81 μm (por F.S.S.S.). Com a mesma etapa de moldagem de campo magnético e as etapas subsequentes da mesma forma que no Exemplo 1, um magneto de ferrita sinterizado anisotrópico foi produzido a partir da pasta. As Figuras 14(a) e 14(b) mostram suas propriedades magnéticas.

As figuras 14(a) e 14(b) indicam que apesar do Exemplo 20 no qual Ba e Co foram previamente adicionados terem as maiores propriedades magnéticas, o Exemplo 31, no qual Ba foi anteriormente adicionado, e Co foi previamente/posteriormente adicionado, e Exemplo 32 no qual Ba foi previamente adicionado, e Co foi posteriormente adicionado, tinham substancialmente propriedades magnéticas tão grandes quanto aqueles do Exemplo 20.

Exemplo 33

A investigação da prévia adição de Ba e quantidade de La adicionada previamente.

O mesmo pó de CaCO_3 , pó de La(OH)_3 , pó de BaCO_3 , pó de $\alpha\text{-Fe}_2\text{CO}_3$ e pó de Co_3O_4 como no exemplo 1 foram formulados até uma com-

posição de $\text{Ca}_{1-x-y}\text{La}_x\text{Ba}_y\text{Fe}_{2n-z}\text{Co}_z\text{O}_{19}$, em que $x = 0,2, 0,3, 0,4, 0,47, 0,6$ e $0,65$, $y = 0,050$, $z = 0,30$ e $n = 5,3$. 0,1 parte em massa de pó de H_3BO_3 foram adicionadas a 100 partes por massa de cada um dos seis tipos de formulações e misturadas úmidas. Seis tipos das misturas resultantes foram secas e, a seguir, calcinadas a 1473 K por 1 hora no ar. As amostras resultantes foram nomeadas como Exemplos 33-1 ao 33-6 na ordem ascendente de x . Com as etapas subseqüentes da mesma forma que no Exemplo 1, cada corpo calcinado foi pulverizado, moldado num campo magnético, sinterizado, trabalhado com máquinas e medido em relação às propriedades magnéticas. As condições de sinterização foram aquecimento até 1493 K por 1 hora no ar. As Figuras 15(a) e 15(b) mostram suas propriedades magnéticas.

Exemplo Comparativo 3

Prévia adição de Ba, muito pouco ou muito La previamente adicionado.

Composições de $\text{Ca}_{1-x-y}\text{La}_x\text{Ba}_y\text{Fe}_{2n-z}\text{Co}_z\text{O}_{19}$, em que $x = 0,1$ e $0,7$, $y = 0,050$, $z = 0,30$, $n = 5,3$ foram formuladas. 0,1 parte em massa de H_3BO_3 em pó foram adicionadas a 100 partes em massa de cada um dos dois tipos resultantes de formulações e misturadas. Dois tipos das misturas resultantes foram secas e, a seguir, calcinadas a 1473 K por 1 hora no ar. Com as etapas subseqüentes da mesma forma que no Exemplo 33, um magneto de ferrita sinterizado anisotrópico foi produzido a partir do corpo calcinado. As Figuras 15(a) e 15(b) mostram suas propriedades magnéticas. Fica claro a partir das Figuras 15(a) e 15(b) que o Exemplo Comparativo 3 com composições, nas quais a quantidade de La previamente adicionado foi muito pouco ou muito, teve baixas propriedades magnéticas.

Exemplo 34

Prévia adição de Ba, nenhum Ba adicionado na calcinação

O mesmo pó de CaCO_3 , pó de $\text{La}(\text{OH})_3$, pó de BaCO_3 , pó de $\alpha\text{-Fe}_2\text{CO}_3$ e pó de Co_3O_4 como no exemplo 1 foram formulados até uma composição de $\text{Ca}_{1-x-y}\text{La}_x\text{Ba}_y\text{Fe}_{2n-z}\text{Co}_z\text{O}_{19}$, em que $x = 0,475$, $y = 0,050$, $z = 0,300$ e $n = 5,3$. A formulação foi misturada úmida e, a seguir, seca. Ela foi, a seguir, calcinada a 1473 K por 1 hora no ar. O corpo calcinado resultante foi

grosseiramente pulverizado e, a seguir, submetido à pulverização grosseira seca para obter pó grosso com um tamanho de partícula médio de 5 μm (por F.S.S.S.). 45% em massa do pó grosso e 55% em massa de água foram carregados num moinho de bolas, e com 0,4 parte por massa de pó de SiO_2 , 0,5 parte em massa de pó de CaCO_3 adicionados por 100 partes em massa de pó grosso, a pulverização fina úmida foi efetuada para obter uma pasta contendo partículas de ferrita finas com um tamanho de partícula médio de 0,81 μm (por F.S.S.S.). Com as etapas subseqüentes da mesma forma que no Exemplo 1, um magneto de ferrita sinterizado foi produzido a partir da pasta. As condições de sinterização foram aquecimento a 1493 K por 1 hora no ar. A Tabela 6 mostra suas propriedades magnéticas.

Exemplo 35

Adição prévia de Ba, SiO_2 adicionado na calcinação

Uma composição de $\text{Ca}_{1-x-y}\text{La}_x\text{Ba}_y\text{Fe}_{2n-z}\text{Co}_z\text{O}_{19}$, em que $x = 0,475$, $y = 0,050$, $z = 0,300$ e $n = 5,3$ foi formulada da mesma forma que no Exemplo 34. 0,1 parte em massa de pó de SiO_2 foi adicionado a 100 partes em massa de formulação, misturados úmidas e, a seguir, secas. Isso foi, a seguir, calcinado a 1473 K por 1 hora no ar. Com as etapas subseqüentes da mesma forma que no Exemplo 34, um magneto de ferrita sinterizado anisotrópico foi produzido. A Tabela 6 mostra as suas propriedades magnéticas.

Tabela 6

Amostra nº	Aditivos na calcinação (% em massa)		Propriedades magnéticas		
	H3BO3	SiO2	Br (mT)	HcJ (KA/m)	HK/HcJ (%)
Exemplo 20	0,1	0	467	380	90,0
Exemplo 34	0	0	468	320	92,1
Exemplo 35	0	0,1	465	382	88,3

Conforme é claro a partir da Tabela 6, tanto no Exemplo 34 sem aditivo no momento da calcinação, quanto o Exemplo 35 no qual uma quantidade predeterminada de SiO_2 foi adicionada ao mesmo tempo da calcinação, um Br tão alto quanto mais de 460 foi obtido.

Exemplos 36 a 39, Exemplo Comparativo 4.

Adição prévia de Ba, e quantidade permitida de Sr.

O mesmo pó de CaCO_3 , pó de La(OH)_3 , pó de BaCO_3 , pó de $\alpha\text{-Fe}_2\text{CO}_3$ e pó de Co_3O_4 e pó de SrCO_3 como no exemplo 1 foram formulados até as composições de $\text{Ca}_{0,475}\text{La}_{0,475}\text{Ba}_{0,045}\text{Sr}_{0,005}\text{Fe}_{10,300}\text{Co}_{0,3}\text{O}_{19}$ ($\text{Ca}_{1-x-y}\text{La}_x\text{Ba}_{y-a}\text{Sr}_a\text{Fe}_{2n-z}\text{Co}_z\text{O}_{19}$, em que $x = 0,475$, $y = 0,050$, $z = 0,300$, $a = 0,005$ a $0,040$, $n = 5,3$, conforme mostrado na Tabela 7. 0,1% em massa de H_3BO_3 foi adicionado em relação à formulação resultante, misturado úmido e, a seguir, seco. Isso foi, a seguir, calcinado a 1473 K por 1 hora no ar. Com as etapas subseqüentes da mesma forma que no Exemplo 1, um magneto de ferrita sinterizado anisotrópico foi produzido a partir do corpo calcinado. Pó fino depois da pulverização fina úmida teve um tamanho de partícula médio de $0,81 \mu\text{m}$ (por F.S.S.S.). A sinterização do corpo verde resultante foi efetuada sob as condições de aquecimento a 1493 K por 1 hora no ar. A Tabela 7 mostra suas propriedades magnéticas.

Tabela 7

Amostra nº	A	Sr/(Ba + Sr) (%)	Br (mT)	HcJ (KA/m)
Exemplo 20	0	0	467	380
Exemplo 36	0,005	10	466	375
Exemplo 37	0,010	20	465	365
Exemplo 38	0,020	40	463	345
Exemplo 39	0,025	50	462	330
Exemplo Comparativo 4	0,040	80	450	255

Fica claro a partir da Tabela 7 que praticamente um alto Br foi obtido mesmo nos Exemplos 36 a 39, nos quais 50% ou menos de Ba foram substituídos com Sr.

Exemplo 40

Adição prévia de Ba e sinterização em atmosfera de oxigênio

O mesmo pó de CaCO_3 , pó de La(OH)_3 , pó de BaCO_3 , pó de $\alpha\text{-Fe}_2\text{CO}_3$ e pó de Co_3O_4 como no exemplo 1 foram formulados até uma composição de $\text{Ca}_{1-x-y}\text{La}_x\text{Ba}_y\text{Fe}_{2n-z}\text{Co}_z\text{O}_{19}$, em que $x = 0,475$, $y = 0,050$, $z = 0,300$ e $n = 5,3$. H_3BO_3 foi adicionado até 0,1% em massa da formulação, mistura-

- do úmido e, a seguir, seco. Ele foi, a seguir, calcinado a 1473 K por 1 hora no ar. Com as etapas subseqüentes da mesma forma que no Exemplo 1, um magneto de ferrita sinterizado anisotrópico foi produzido a partir do corpo calcinado resultante. O pó fino depois da pulverização fina úmida tinha um tamanho de partícula médio de 0,81 μm (por F.S.S.S). As condições de sinterização do corpo verde foram aquecimento a 1493 K e numa pressão parcial de oxigênio de 1 atm por 1 hora.

A Tabela 8 mostra suas propriedades magnéticas.

Tabela 8

Amostra nº	Pressão parcial de oxigênio durante a sinterização (atm)	Br (mT)	HcJ (KA/m)
Exemplo 20	0,2	467	380
Exemplo 40	1,0	468	435

- 10 Fica claro a partir da Tabela 8 que propriedades magnéticas superiores são obtidas pela sinterização numa atmosfera de oxigênio ao invés de no ar.

Exemplos 41 a 43

Investigação da adição prévia de Ba e materiais terrosos raros misturados (R = La, Ce, Pr e Nd)

- 15 Pó de CaCO_3 , três tipos dos pós de material de partida R (misturas de dois do pó de óxido de La, pó de óxido de Ce, pó de óxido de Pr e pó de óxido de Nd) mostrados na Tabela 9, pó de BaCO_3 , pó de $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ e pó de Co_3O_4 foram formulados para composições de $\text{Ca}_{1-x-y}\text{R}_x\text{Ba}_y\text{Fe}_{2n-z}\text{Co}_z\text{O}_{19}$, em que $x = 0,475$, $y = 0,050$, $z = 0,300$ e $n = 5,3$. 0,1% em massa de H_3BO_3
- 20 foi adicionado em relação a cada formulação, misturado úmido e, a seguir, seco. Isso foi, a seguir, calcinado a 1473 K por 1 hora no ar. Com as etapas subseqüentes da mesma forma que no Exemplo 1, um magneto de ferrita sinterizado anisotrópico foi produzido a partir de cada corpo calcinado. Pó fino depois da pulverização fina úmida tinha um tamanho de partícula médio
- 25 de 0,81 μm (por F.S.S.S.). As condições de sinterização de um corpo verde foram aquecimento a 1493 K por 1 hora no ar. A Tabela 9 mostra suas propriedades magnéticas.

Tabela 9

Amostra nº	R	Br (mT)	HcJ (KA/m)
Exemplo 20	100% de La	467	380
Exemplo 41	90% de La + 10% de Ce	430	330
Exemplo 42	90% de La + 10% de Pr	429	387
Exemplo 43	90% de La + 10% de Nd	431	346

Fica claro a partir da Tabela 9 que propriedades magnéticas superiores são obtidas mesmo quando R compreende 90% de La e 10% de Ce, Pr ou Nd.

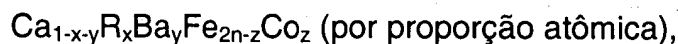
5 Efeito da Invenção

(1) Um material magnético, tipo óxido (corpo calcinado) numa forma plana hexagonal com uma alta taxa de crescimento de partículas de cristal primárias e seu método de produção foram descobertos, proporcionando dessa forma um corpo verde resistente à ruptura, e um magneto de ferrita sinterizado anisotrópico, de alto desempenho com Br e HcJ extremamente elevados, os quais são próximas às propriedades magnéticas inerentes preditas por $4\pi I_s$ e H_A .

(2) O magneto de ferrita sinterizado anisotrópico da presente invenção pode ser fornecido com Br e HcJ extremamente altos mesmo quando pó fino com um tamanho de partícula relativamente grande é usado para eficiência de moldagem, satisfazendo dessa forma tanto um desempenho magnético superior quanto uma alta produtividade.

REIVINDICAÇÕES

1. Material magnético, tipo óxido, baseado em ferrita com uma estrutura hexagonal, CARACTERIZADO pelo fato de compreender Ca, um elemento R o qual é pelo menos um elemento de terra-rara indispensavelmente incluindo La, Ba, Fe e Co como elementos indispensáveis, as proporções de composição de Ca, R, Ba, Fe e Co sendo representadas pela seguinte fórmula geral:



em que $(1-x-y)$, x , y , z e n são números representando as quantidades de Ca, o elemento R, Ba e Co e uma proporção molar respectivamente atendendo às seguintes condições:

$$0,2 \leq x \leq 0,65,$$

$$0,001 \leq y \leq 0,2,$$

$$0,3 \leq 1-x-y \leq 0,6,$$

$$0,03 \leq z \leq 0,65 \text{ e}$$

$$4 \leq n \leq 7.$$

2. Material magnético, tipo óxido de acordo com a reivindicação 1, CARACTERIZADO pelo fato de que $1 \leq x/z \leq 3$ é atendido.

3. Material magnético, tipo óxido de acordo com a reivindicação 1 ou 2, CARACTERIZADO pelo fato de que ele tem uma fase M como uma fase principal.

4. Material magnético, tipo óxido de acordo com a reivindicação 1 ou 2, CARACTERIZADO pelo fato de que ele tem uma estrutura de ferrita tipo M.

5. Material magnético, tipo óxido de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 4, CARACTERIZADO pelo fato de que 50% ou menos do conteúdo de Ba (y) é substituído por Sr.

6. Material magnético, tipo óxido de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 5, CARACTERIZADO pelo fato de que ele está na forma de um corpo calcinado.

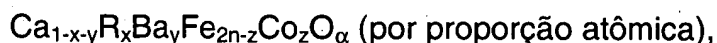
7. Material magnético, tipo óxido de acordo com a reivindicação 6, CARACTERIZADO pelo fato de que 30% ou mais de partículas primárias

no corpo calcinado estão numa forma de placa hexagonal.

8. Material magnético, tipo óxido de acordo com a reivindicação 6 ou 7, CARACTERIZADO pelo fato de que 30% ou mais das partículas primárias no corpo calcinado têm uma proporção de aspecto (tamanho de partícula/espessura) de 5 ou menos.

9. Material magnético, tipo óxido de acordo com qualquer uma das reivindicações 6 a 8, CARACTERIZADO pelo fato de que o referido corpo calcinado contém de 0,05 a 0,2% em massa (calculada como B_2O_3) de B.

10. Material magnético, tipo óxido de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 8, CARACTERIZADO pelo fato de que as proporções de composição de Ca, R, Ba, Fe, Co e O são representadas pela seguinte fórmula geral:



Em que $(1-x-y)$, z , y , n e α são números representados pelas quantidades de Ca, do elemento R, Ba e Co, uma proporção molar e pela quantidade de O, respectivamente, atendendo às seguintes condições:

$$0,2 \leq x \leq 0,65,$$

$$0,001 \leq y \leq 0,2,$$

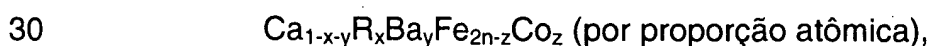
$$0,3 \leq 1-x-y \leq 0,6,$$

$$0,03 \leq z \leq 0,65, \text{ e}$$

$$4 \leq n \leq 7,$$

sendo 19 no caso das proporções da composição estequiométrica, no qual $x = z$ e $n = 6$.

11. Método para a produção de um material magnético, tipo óxido, baseado em ferrita com uma estrutura hexagonal e compreendendo Ca, um elemento R o qual seja pelo menos um elemento de terra-rara indispensavelmente incluindo La, Ba, Fe e Co como elementos indispensáveis, as proporções da composição de Ca, R, Ba, Fe e Co sendo representadas pela seguinte fórmula geral:



em que $(1-x-y)$, x , y , z e n são números representando as quantidades de Ca, o elemento R, Ba e Co e uma proporção molar respectiva-

mente atendendo às seguintes condições:

$$0,2 \leq x \leq 0,65,$$

$$0,001 \leq y \leq 0,2,$$

$$0,3 \leq 1-x-y \leq 0,6,$$

5 $0,03 \leq z \leq 0,65$ e

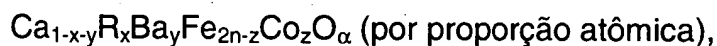
$$4 \leq n \leq 7,$$

o referido método sendo caracterizado pelo fato de compreender as etapas de misturar um composto Ca, um composto R, um composto Ba, um composto de ferro e um composto Co na referida composição, e calci-
10 nando a mistura resultante.

12. Método de produção de um material magnético tipo óxido de acordo com a reivindicação 11, CARACTERIZADO pelo fato de que a calci-
nação é efetuada numa atmosfera com uma pressão parcial de oxigênio de
0,05 a 1 atm.

15 13. Método de produção de um material magnético tipo óxido de acordo com a reivindicação 11 ou 12, CARACTERIZADO pelo fato de que um composto Sr é adicionado na referida etapa de mistura e/ou na referida etapa de pulverização depois da calcinação para substituir 50% ou menos do conteúdo Ba (y) por Sr.

20 14. Método de produção de um material magnético tipo óxido de acordo com qualquer uma das reivindicações de 11 a 13, CARACTERIZADO pelo fato de que as proporções da composição de Ca, R, Ba, Fe, Co e O são representadas pela seguinte fórmula geral:



25 em que (1-x-y), x, y, z, n e α são números representando as quantidades de Ca, do elemento R, Ba e Co, uma proporção molar e a quantidade de O, respectivamente, atendendo às seguintes condições:

$$0,2 \leq x \leq 0,65,$$

$$0,001 \leq y \leq 0,2,$$

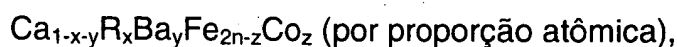
30 $0,3 \leq 1-x-y \leq 0,6,$

$$0,03 \leq z \leq 0,65, \text{ e}$$

$$4 \leq n \leq 7,$$

sendo 19 no caso das proporções de composição estequiométricas, nas quais $x = z$ e $n = 6$.

15. Magneto de ferrita sinterizado, com uma estrutura de ferrita tipo M, CARACTERIZADO pelo fato de compreender Ca, um elemento R o qual seja pelo menos um elemento de terra-rara indispensavelmente incluindo La, Ba, Fe e Co como elementos indispensáveis, as proporções de composição de Ca, R, Ba, Fe e Co sendo representadas pela seguinte fórmula geral:



10 em que $(1-x-y)$, x , y , z e n são números representando as quantidades de Ca, o elemento R, Ba e Co e uma proporção molar respectivamente atendendo às seguintes condições:

$$0,2 \leq x \leq 0,65,$$

$$0,001 \leq y \leq 0,2,$$

15 $0,3 \leq 1-x-y \leq 0,65,$

$$0,03 \leq z \leq 0,65 \text{ e}$$

$$4 \leq n \leq 7.$$

16. Magneto de ferrita sinterizado de acordo com a reivindicação 15, CARACTERIZADO pelo fato de que $1 \leq x/z \leq 3$ é atendido.

20 17. Magneto de ferrita sinterizado de acordo com a reivindicação 15 ou 16, CARACTERIZADO pelo fato de que ele tem anisotropia; em que um tamanho de grão de cristal médio dos grãos de cristal tipo M ao longo da direção da anisotropia é de $0,9 \mu\text{m}$ ou mais, e em que 30% ou mais dos grãos de cristal tipo M têm uma proporção de aspecto (tamanho de partícula/espessura) de 3 ou menos.

25 18. Magneto de ferrita sinterizado de acordo com qualquer uma das reivindicações de 15 a 17, CARACTERIZADO pelo fato de que 50% ou menos do conteúdo de Ba (y) é substituído com Sr.

30 19. Material magnético tipo óxido de acordo com qualquer uma das reivindicações de 15 a 18, CARACTERIZADO pelo fato de que o referido corpo calcinado contém de 0,05 a 0,2% em massa (calculada como B_2O_3) de B.

20. Magneto de ferrita sinterizado de acordo com qualquer uma das reivindicações 15 a 19, CARACTERIZADO pelo fato de que as proporções da composição de Ca, R, Ba, Fe, Co e O são representadas pela seguinte fórmula geral:

5 $Ca_{1-x-y}R_xBa_yFe_{2n-z}Co_zO_\alpha$ (por proporção atômica),

em que (1-x-y), x, y, z, n e α são números representando as quantidades de Ca, do elemento R, Ba e Co, uma proporção molar e a quantidade de O, respectivamente, atendendo às seguintes condições:

$$0,2 \leq x \leq 0,65,$$

10 $0,001 \leq y \leq 0,2,$

$$0,3 \leq 1-x-y \leq 0,65,$$

$$0,03 \leq z \leq 0,65 \text{ e}$$

$$4 \leq n \leq 7,$$

15 α sendo 19 no caso das proporções da composição estequiométricas, nas quais $x = z$ e $n = 6$.

21. Método para a produção de um magneto de ferrita sinterizado, com uma estrutura de ferrita tipo M e compreendendo Ca, um elemento R o qual seja pelo menos um elemento de terra-rara indispensavelmente incluindo La, Ba, Fe e Co como elementos indispensáveis, as proporções da
20 composição de Ca, R, Ba, Fe e Co sendo representadas pela seguinte fórmula geral:

$Ca_{1-x-y}R_xBa_yFe_{2n-z}Co_z$ (por proporção atômica),

em que (1-x-y), x, y, z e n são números representando as quantidades de Ca, o elemento R, Ba e Co e uma proporção molar respectivamente atendendo às seguintes condições:
25

$$0,2 \leq x \leq 0,65,$$

$$0,001 \leq y \leq 0,2,$$

$$0,3 \leq 1-x-y \leq 0,65,$$

$$0,03 \leq z \leq 0,65 \text{ e}$$

30 $4 \leq n \leq 7,$

O referido método sendo caracterizado pelo de compreender uma etapa de mistura dos materiais de partida para isso, uma etapa de cal-

cinação, uma etapa de pulverização, uma etapa de moldagem e uma etapa de sinterização.

5 22. Método para a produção de um magneto de ferrita sinterizado de acordo com a reivindicação 21, CARACTERIZADO pelo fato de que $1 \leq x/z \leq 3$ é atendido.

10 23. Método para a produção de um magneto de ferrita sinterizado de acordo com a reivindicação 21 ou 22, CARACTERIZADO pelo fato de compreender as etapas de pulverizar finamente um corpo calcinado para formar pó fino com um tamanho de partícula médio de 0,4 a 1,3 μm , moldar o pó fino resultante e sinterizar o corpo verde resultante numa atmosfera com uma pressão parcial de oxigênio de 0,05 a 1 atm.

15 24. Método para a produção de um magneto de ferrita sinterizado de acordo com a reivindicação 21 ou 22, CARACTERIZADO pelo fato de compreender as etapas de pulverizar finamente um corpo calcinado num estado úmido para formar uma pasta para moldar contendo o pó fino com um tamanho de partícula médio de 0,4 a 1,3 μm , a moldagem da pasta resultante num campo magnético e a sinterização do corpo verde resultante numa atmosfera com uma pressão de oxigênio parcial de 0,05 a 1 atm.

20 25. Método para a produção de um magneto de ferrita sinterizado de acordo com qualquer uma das reivindicações de 21 a 24, CARACTERIZADO pelo fato de compreender as etapas de mistura de um composto Ca, um composto R e um composto de ferro para formar uma mistura Ca-R-Fe na etapa de mistura dos materiais de partida, calcinando a mistura Ca-R-Fe resultante e adicionando pelo menos um composto Ba e um composto Co
25 na etapa de pulverização do produto calcinado resultante, para proporcionar uma composição correspondendo às referidas proporções de composição do magneto de ferrita sinterizado.

30 26. Método para a produção de um magneto de ferrita sinterizado de acordo com qualquer uma das reivindicações de 21 a 24, CARACTERIZADO pelo fato de que um composto Ca, um composto R, um composto Ba, um composto de ferro e um composto Co são misturados na etapa de mistura dos materiais de partida para formar uma mistura Ca-R-Ba-Fe-Co.

27. Método para a produção de um magneto de ferrita sinterizado de acordo com qualquer uma das reivindicações 21 a 24, CARACTERIZADO pelo fato de que um composto Ca, um composto R, parte de um composto Ba (5% ou mais e menos do que 100% do y total), um composto de ferro e um composto Co são misturados na etapa de mistura dos materiais de partida para formar uma mistura Ca-R-Ba-Fe-Co; e em que o balanço do composto Ba (mais de 0% e 95% ou menos do y total) é adicionado na etapa de pulverização depois da calcinação, para proporcionar uma composição correspondendo ao referido magneto de ferrita sinterizado.

28. Método para a produção de um magneto de ferrita sinterizado de acordo com qualquer uma das reivindicações 21 a 24, CARACTERIZADO pelo fato de que um composto Ca, um composto R, um composto de ferro e um composto Co são misturados na etapa de mistura dos materiais de partida para formar uma mistura Ca-R-Fe-Co; e em que o composto Ba é adicionado na etapa de pulverização depois da calcinação, para proporcionar uma composição correspondendo ao referido magneto de ferrita sinterizado.

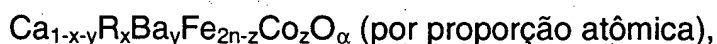
29. Método para a produção de um magneto de ferrita sinterizado de acordo com qualquer uma das reivindicações de 21 a 24, CARACTERIZADO pelo fato de que um composto Ca, um composto R, um composto Ba, um composto de ferro e parte de um composto Co (5% ou mais e menos de 100% do z total) são misturados na etapa de mistura dos materiais de partida para formar uma mistura Ca-R-Ba-Fe-Co; e em que o balanço do composto Co (mais de 0% e 95% ou menos do z total) é adicionado na etapa de pulverização depois da calcinação, para proporcionar uma composição correspondendo ao referido magneto de ferrita sinterizado.

30. Método para a produção de um magneto de ferrita sinterizado de acordo com qualquer uma das reivindicações de 21 a 24, CARACTERIZADO pelo fato de que um composto Ca, um composto R, um composto Ba e um composto de ferro são misturados na etapa de mistura dos materiais de partida, para formar uma mistura Ca-R-Ba-Fe; e em que o composto Co é adicionado na etapa de pulverização depois da calcinação para propor-

cionar uma composição correspondendo ao referido magneto de ferrita sinterizado.

31. Método para a produção de um magneto de ferrita sinterizado de acordo com qualquer uma das reivindicações 21 a 30, CARACTERIZADO pelo fato de que um composto Sr é adicionado no referido etapa de mistura e/ou no referido etapa de pulverização, de forma que 50% ou menos do conteúdo de Ba (y) é substituído com Sr.

32. Método para a produção de um magneto de ferrita sinterizado de acordo com qualquer uma das reivindicações 21 a 31, CARACTERIZADO pelo fato de que as proporções da composição de Ca, R, Ba, Fe, Co e O são representadas pela seguinte fórmula geral:



em que (1-x-y), x, y, z, n e α são números representando as quantidades de Ca, do elemento R, Ba e Co, uma proporção molar e a quantidade de O, respectivamente, atendendo as seguintes condições:

$$0,2 \leq x \leq 0,65,$$

$$0,001 \leq y \leq 0,2,$$

$$0,3 \leq 1-x-y \leq 0,65,$$

$$0,03 \leq z \leq 0,65 \text{ e}$$

$$4 \leq n \leq 7,$$

sendo 19 no caso de proporções de composição estequiométricas, nas quais $x = z$ e $n = 6$.

Fig. 1(a)

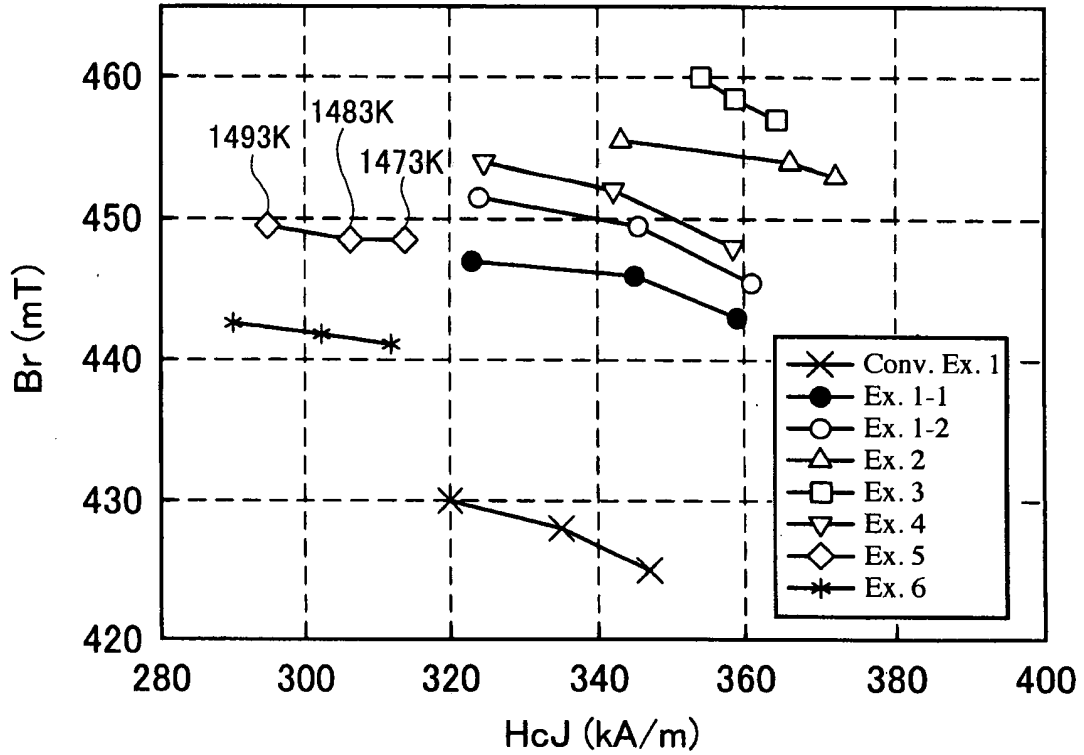


Fig. 1(b)

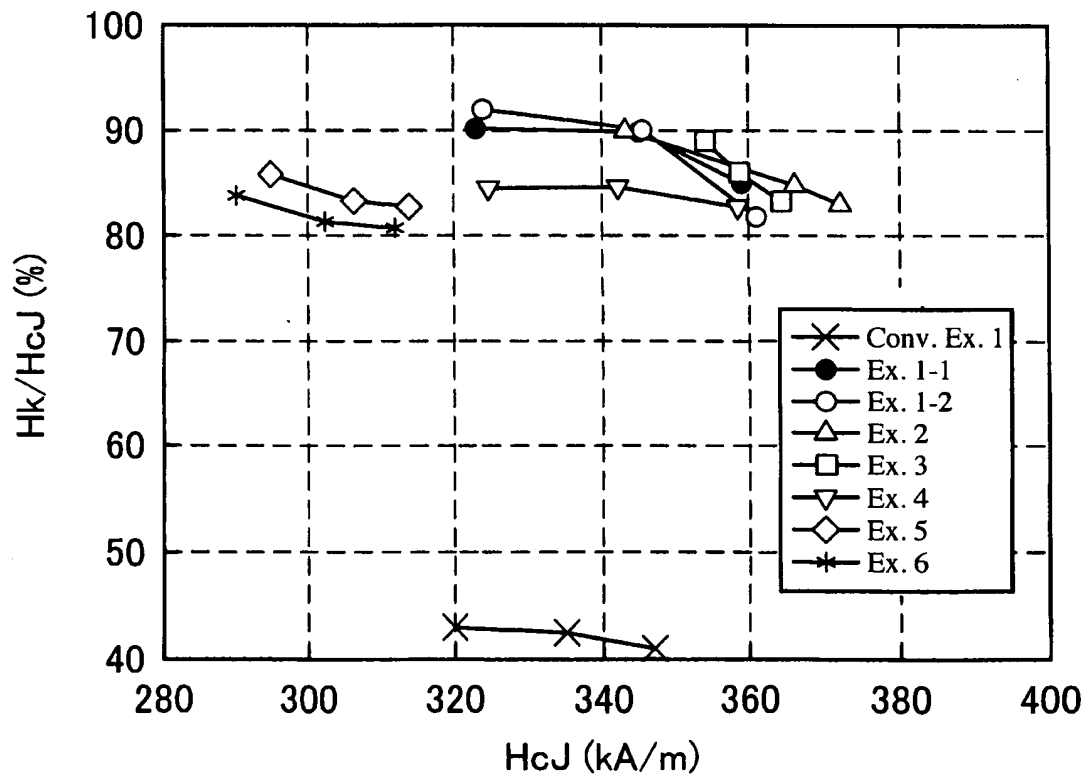


Fig. 2

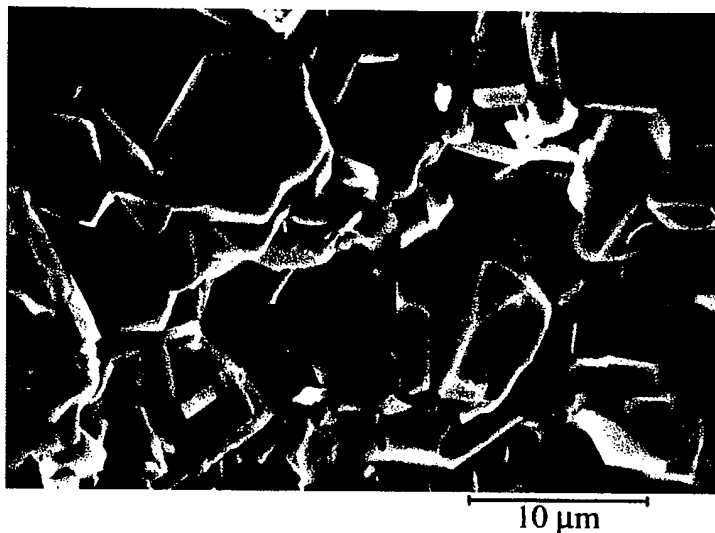


Fig. 3

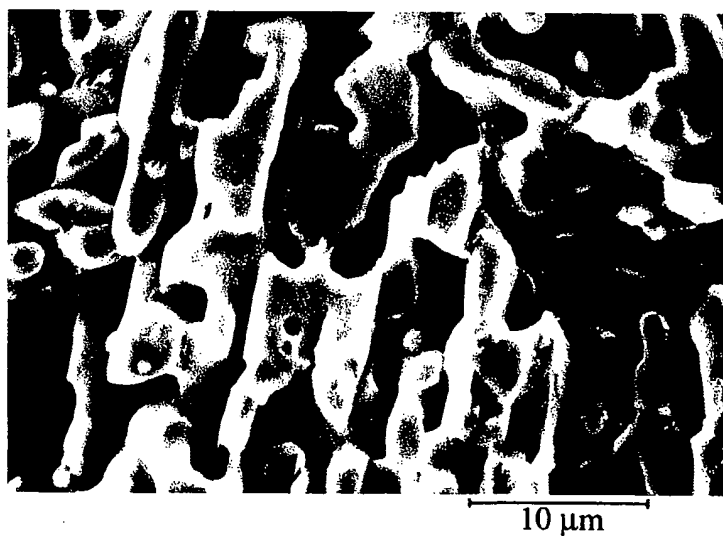


Fig. 4

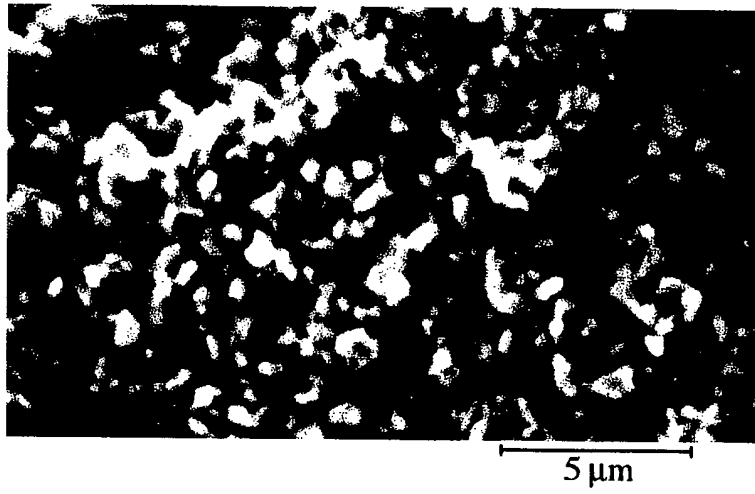


Fig. 5

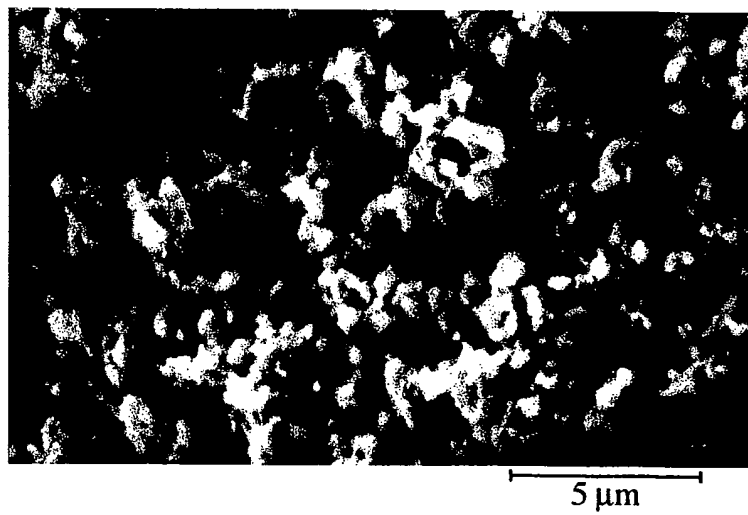


Fig. 6

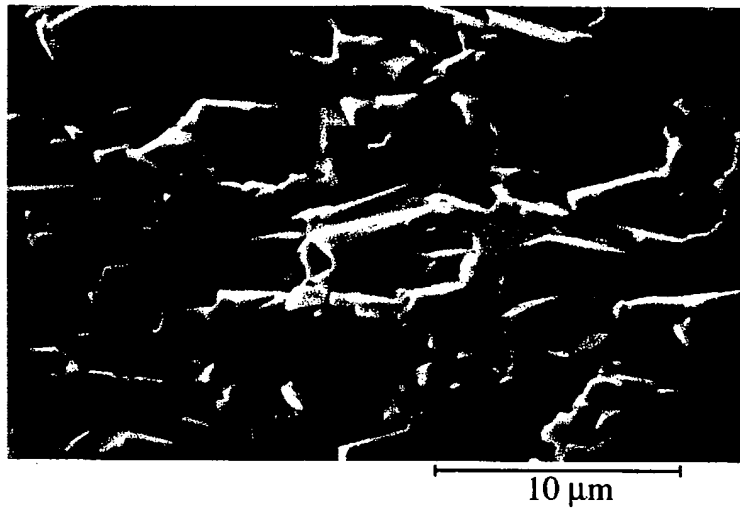


Fig. 7

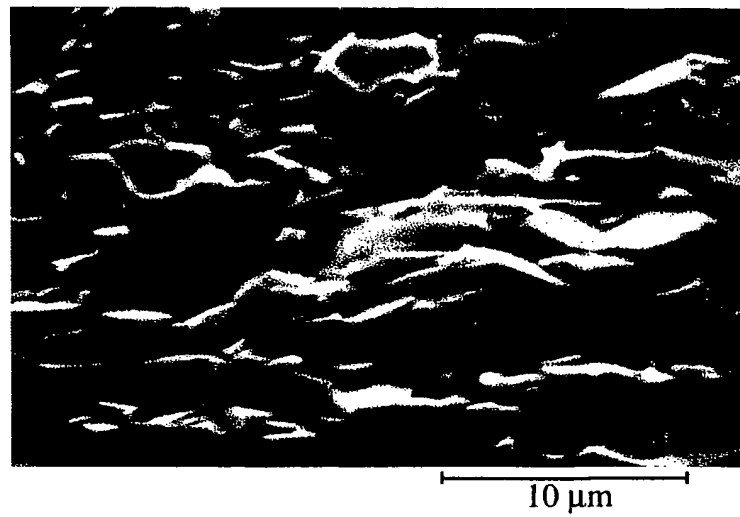


Fig. 8(a)

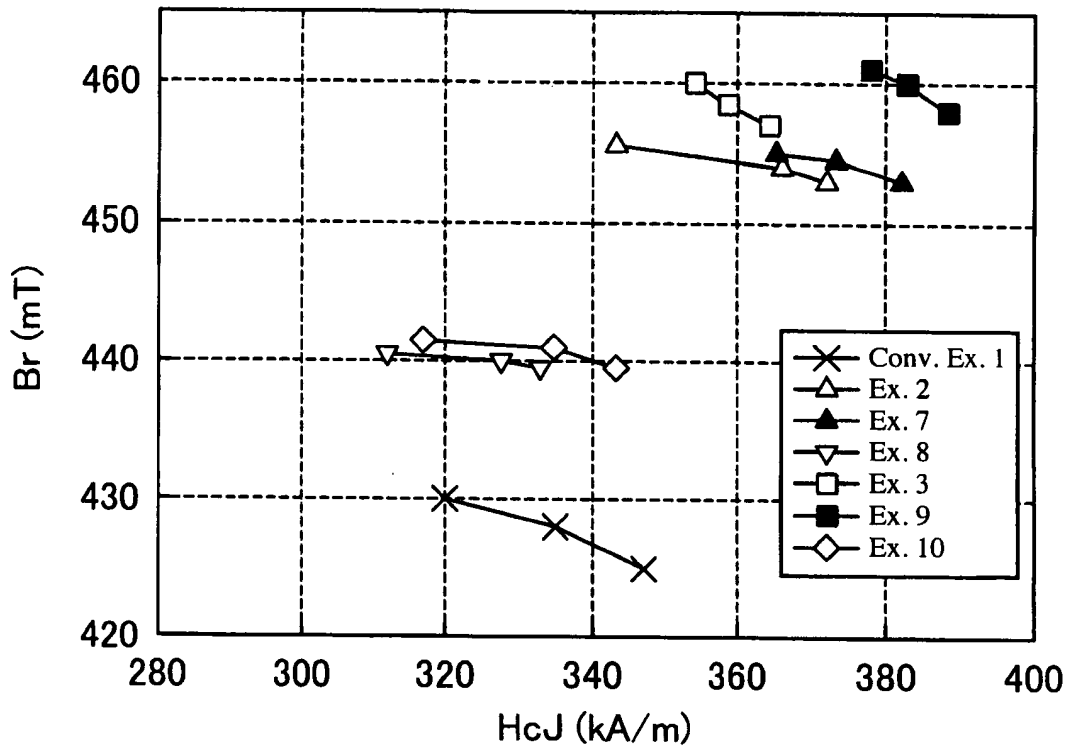


Fig. 8(b)

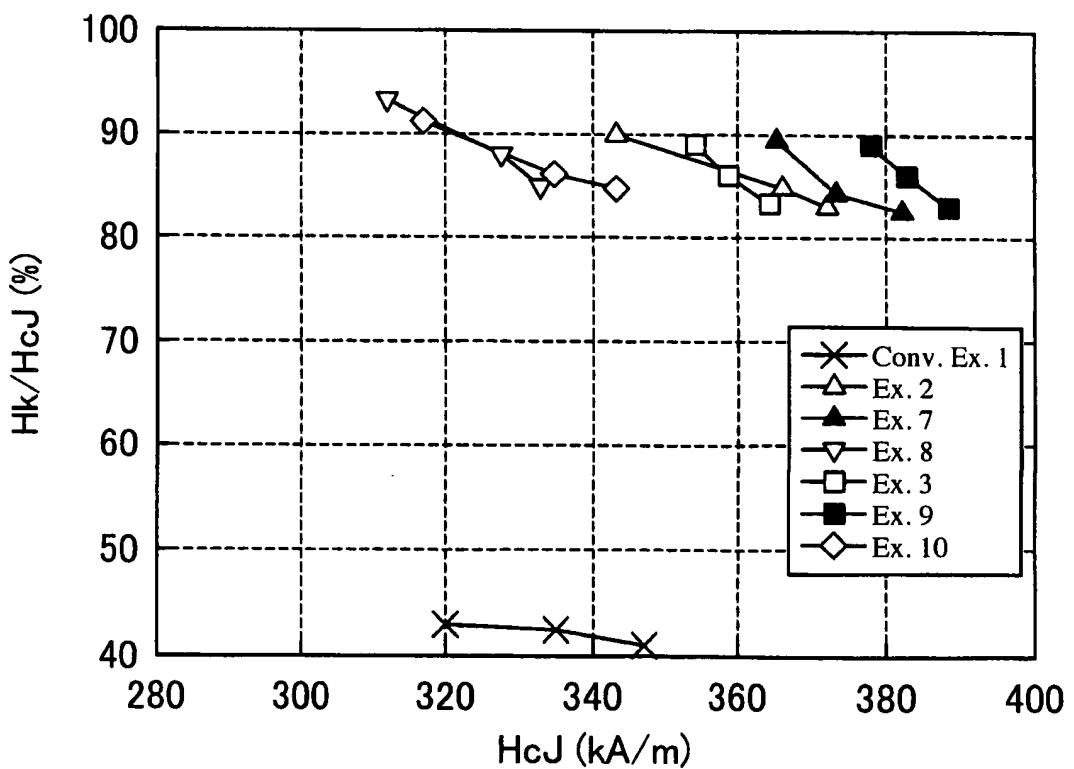


Fig. 9(a)

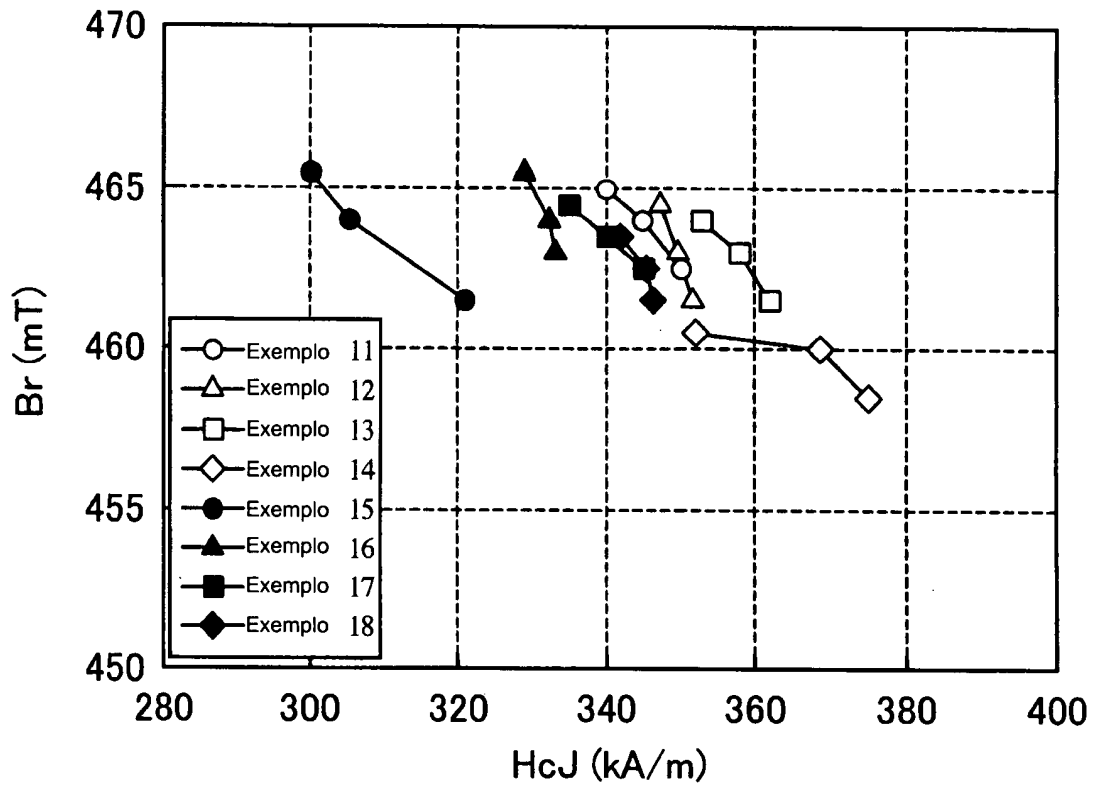


Fig. 9(b)

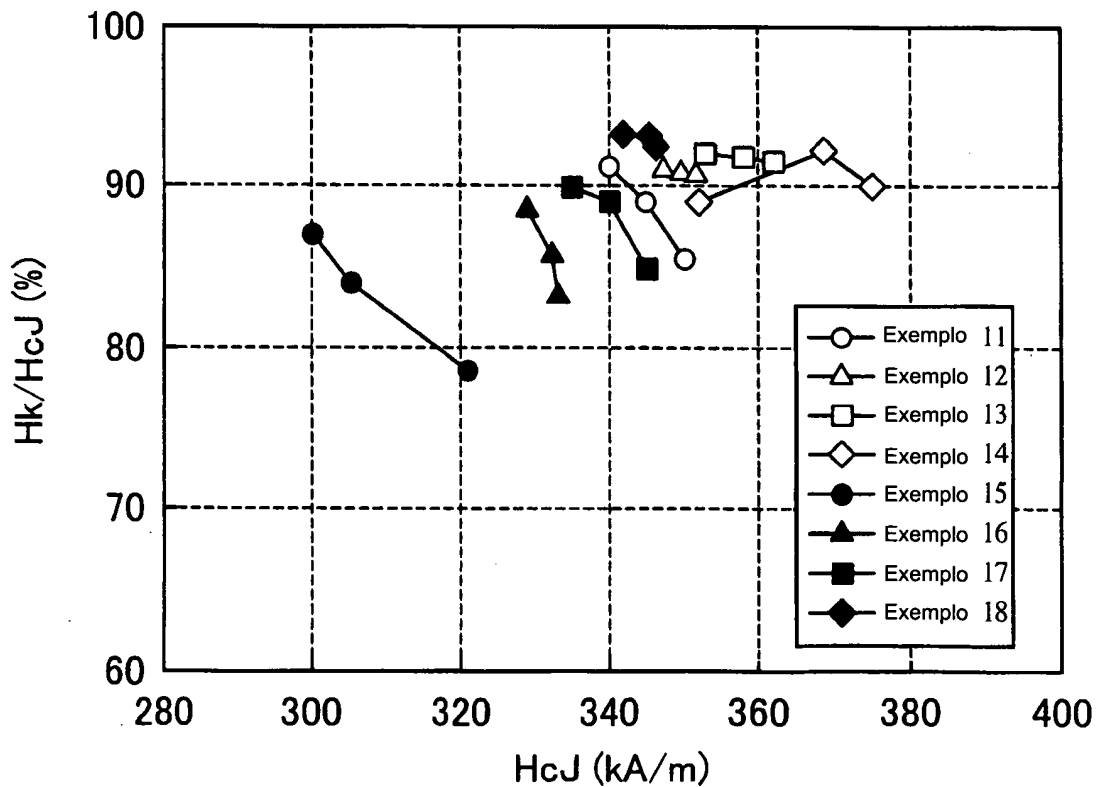


Fig. 10(a)

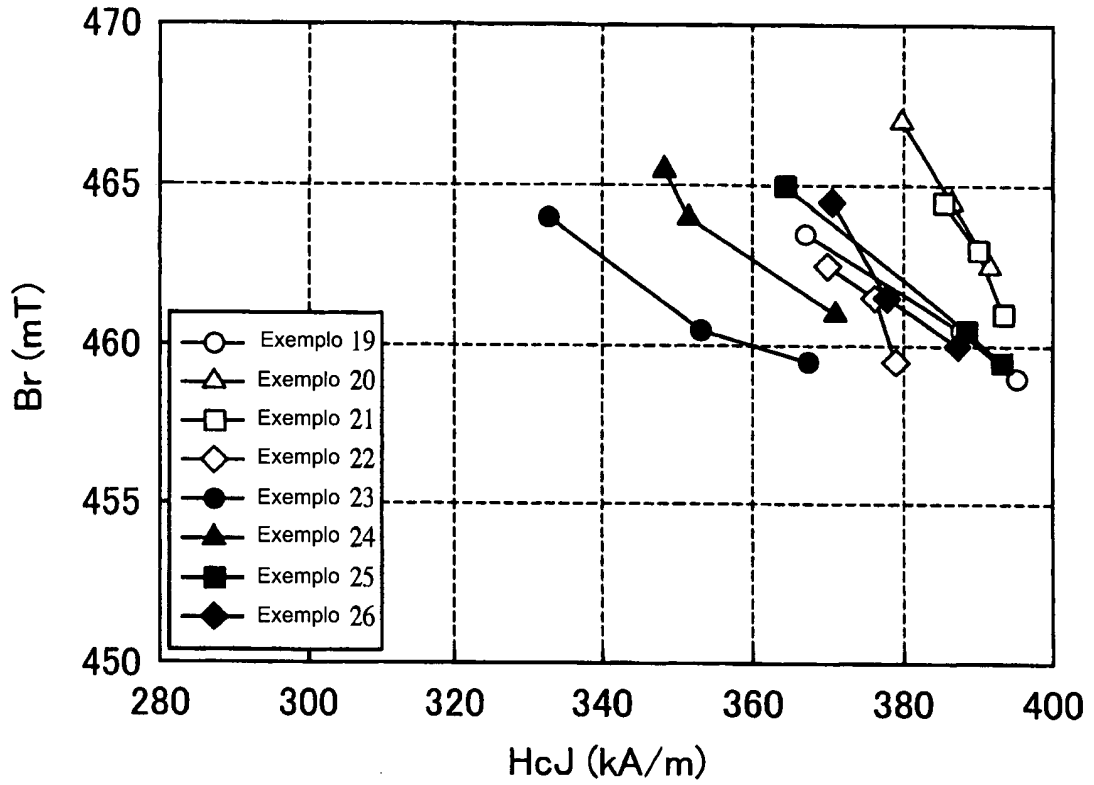


Fig. 10(b)

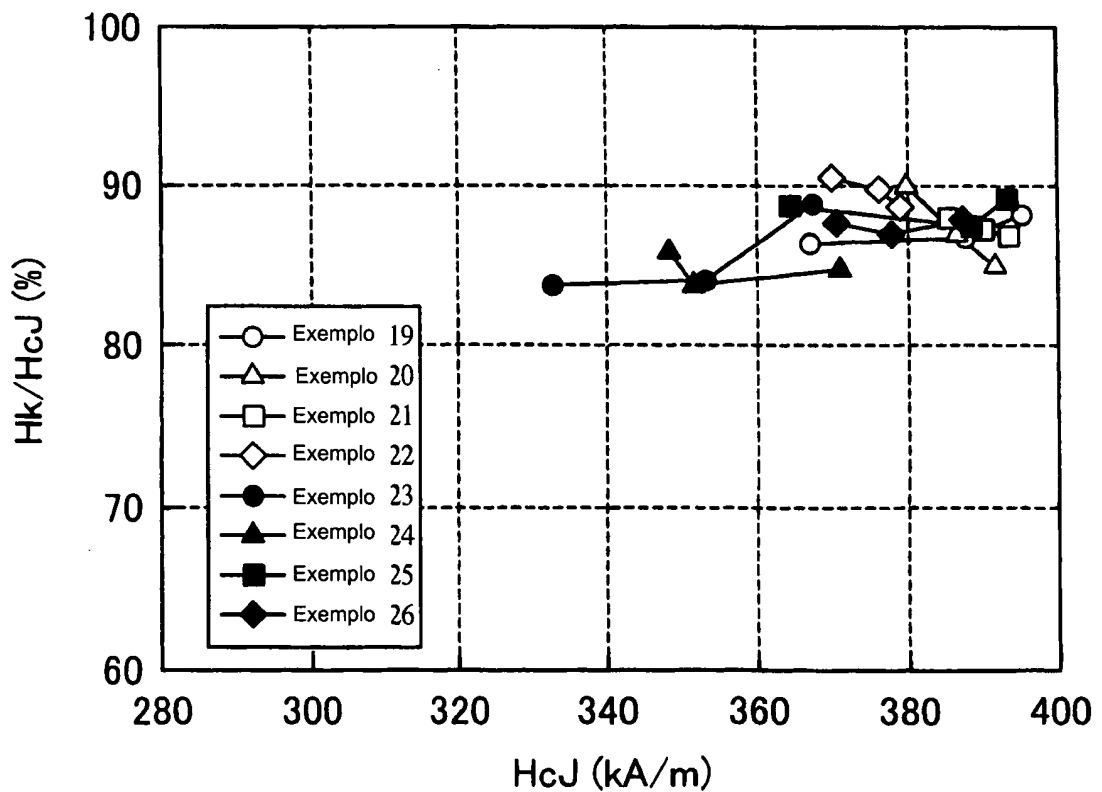


Fig. 11(a)

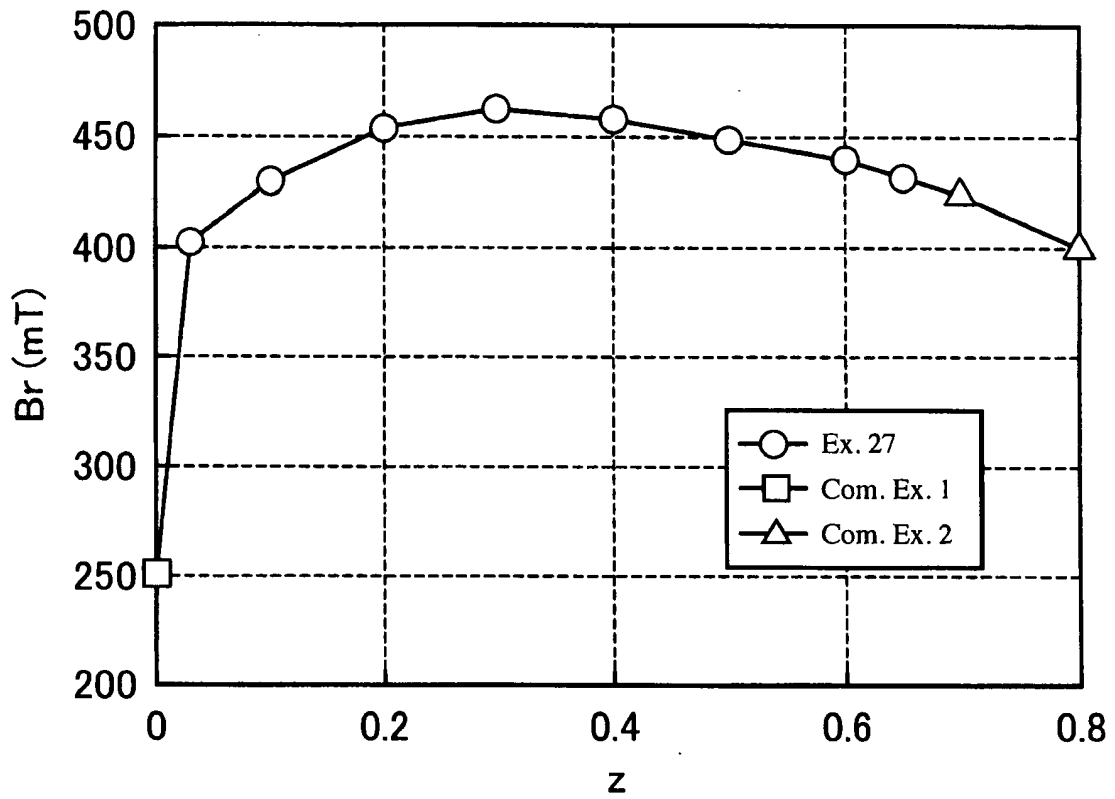


Fig. 11(b)

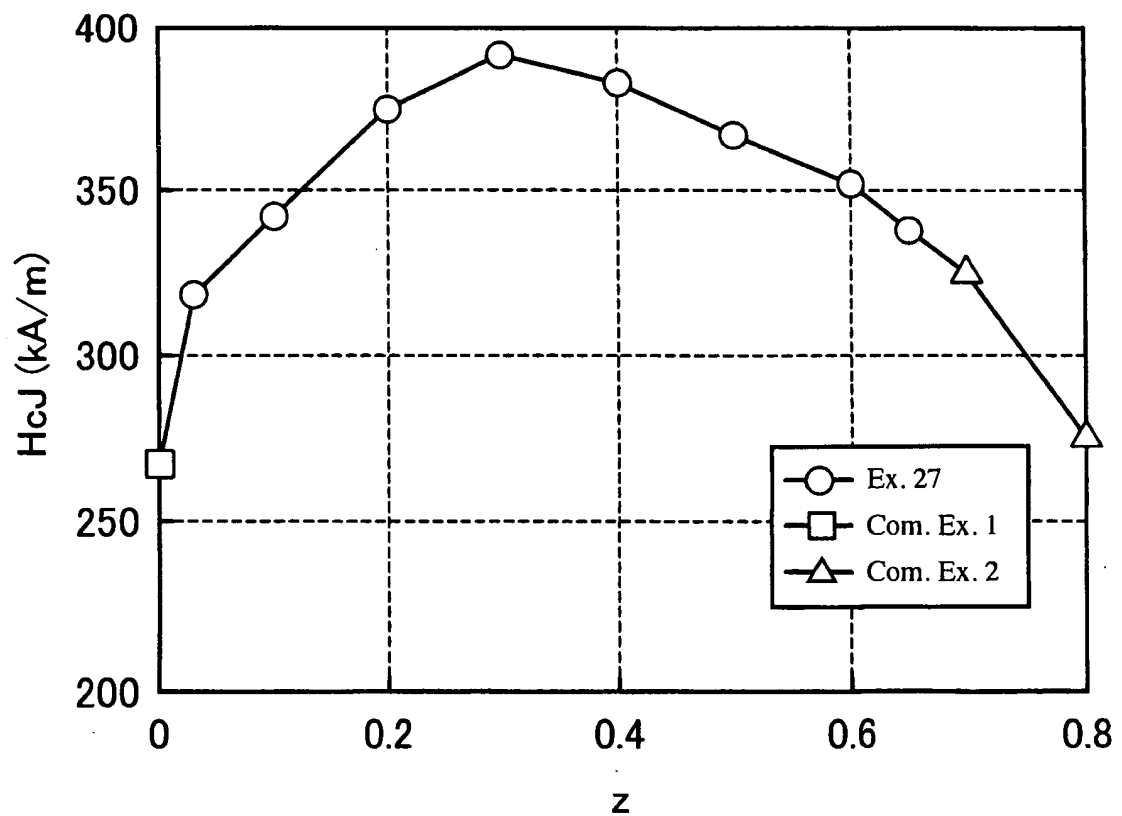


Fig. 12(a)

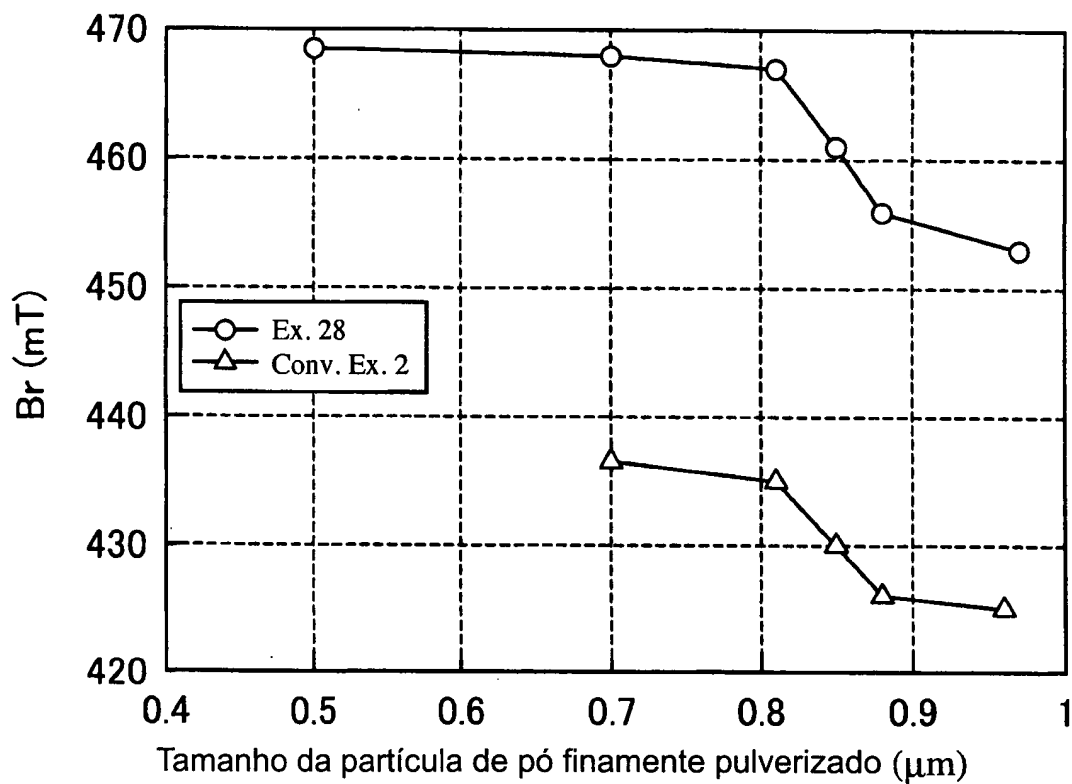


Fig. 12(b)

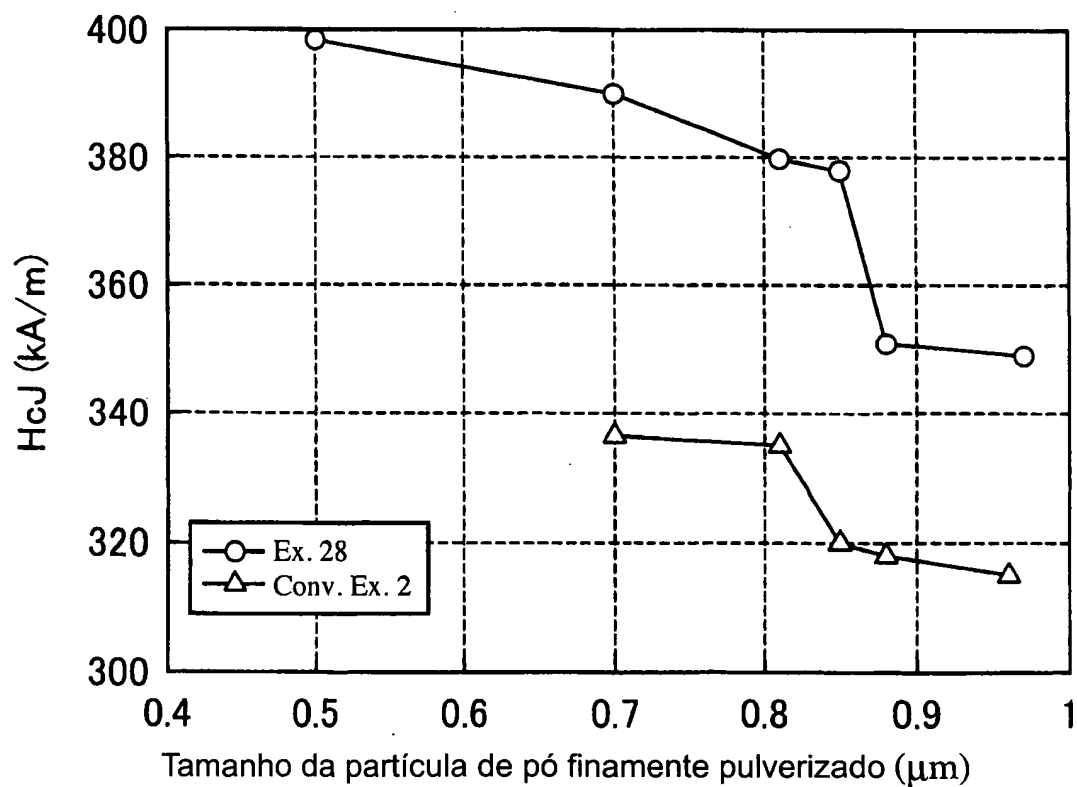


Fig. 13(a)

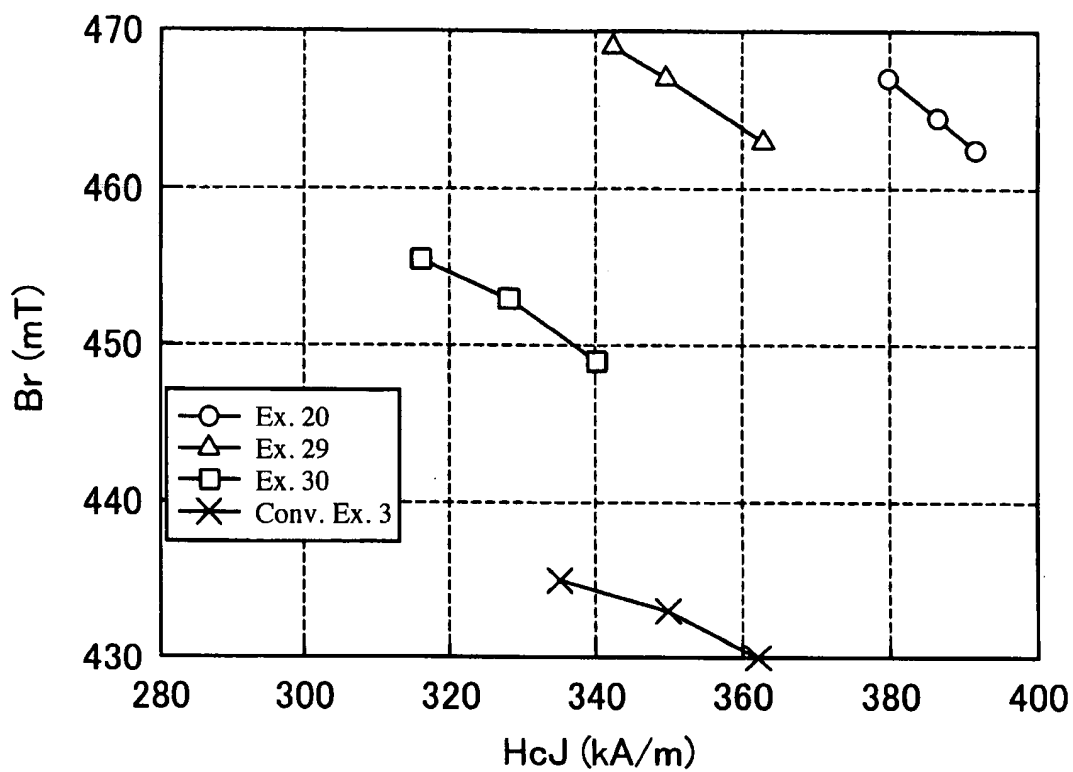


Fig. 13(b)

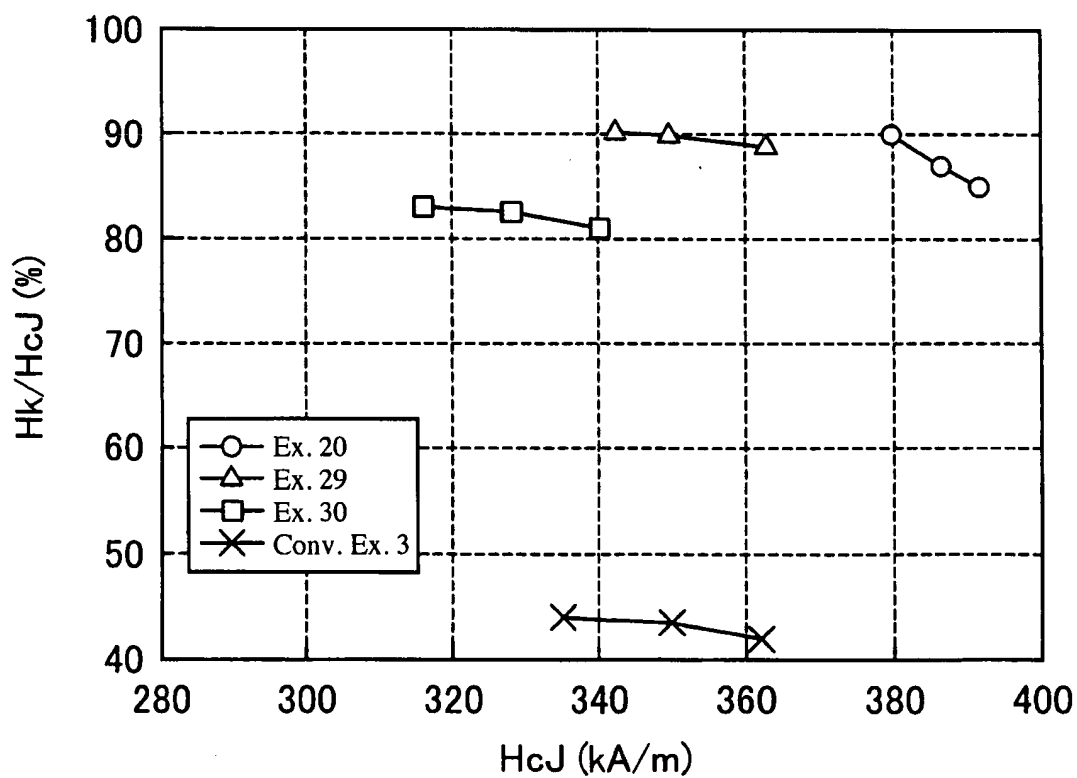


Fig. 14(a)

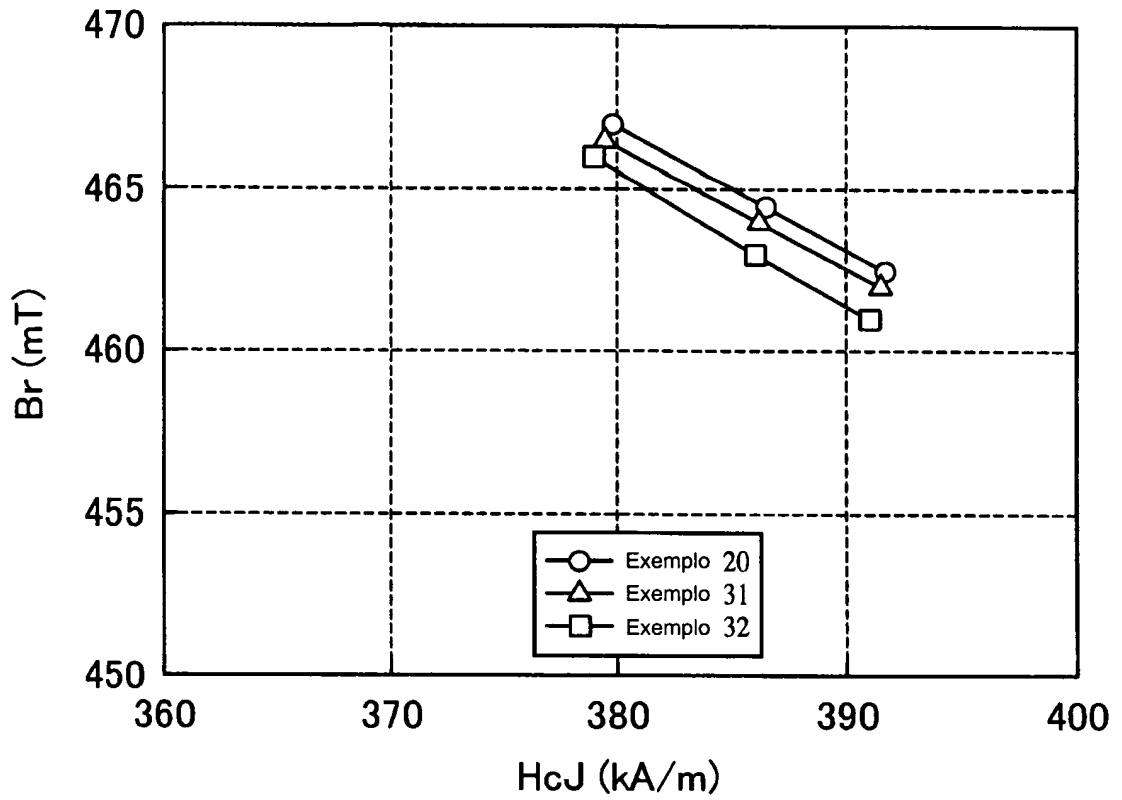


Fig. 14(b)

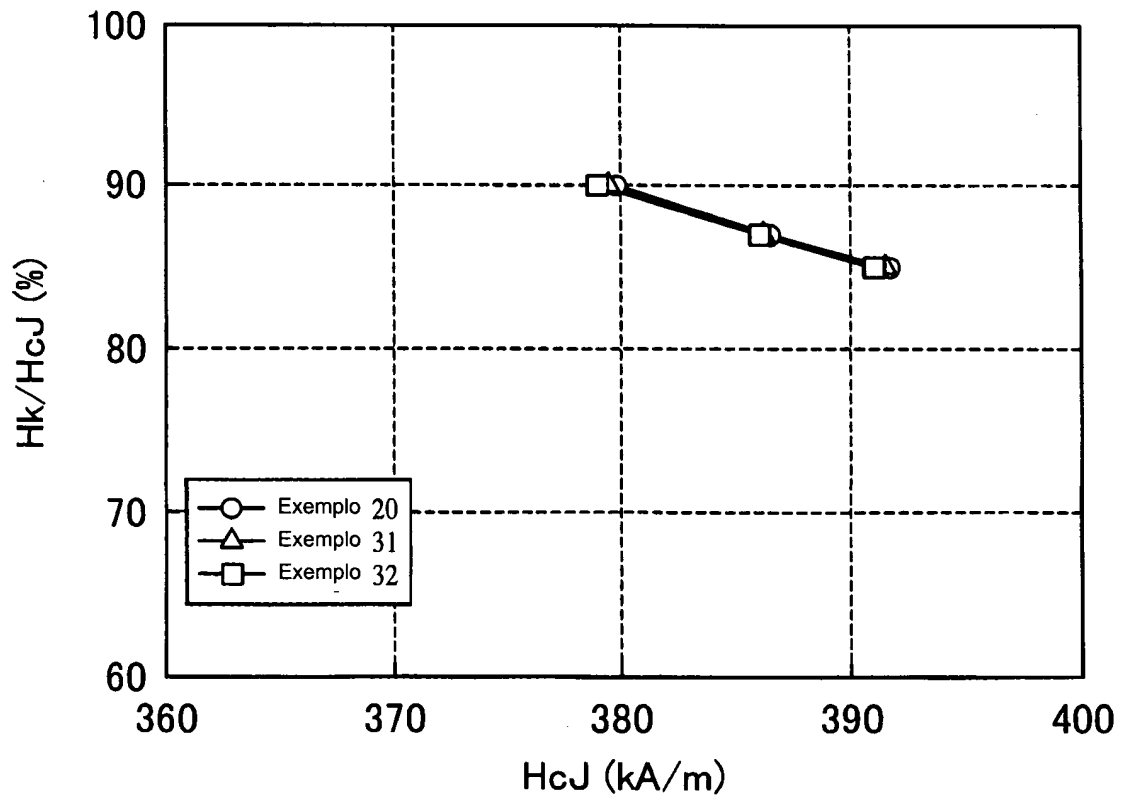


Fig. 15(a)

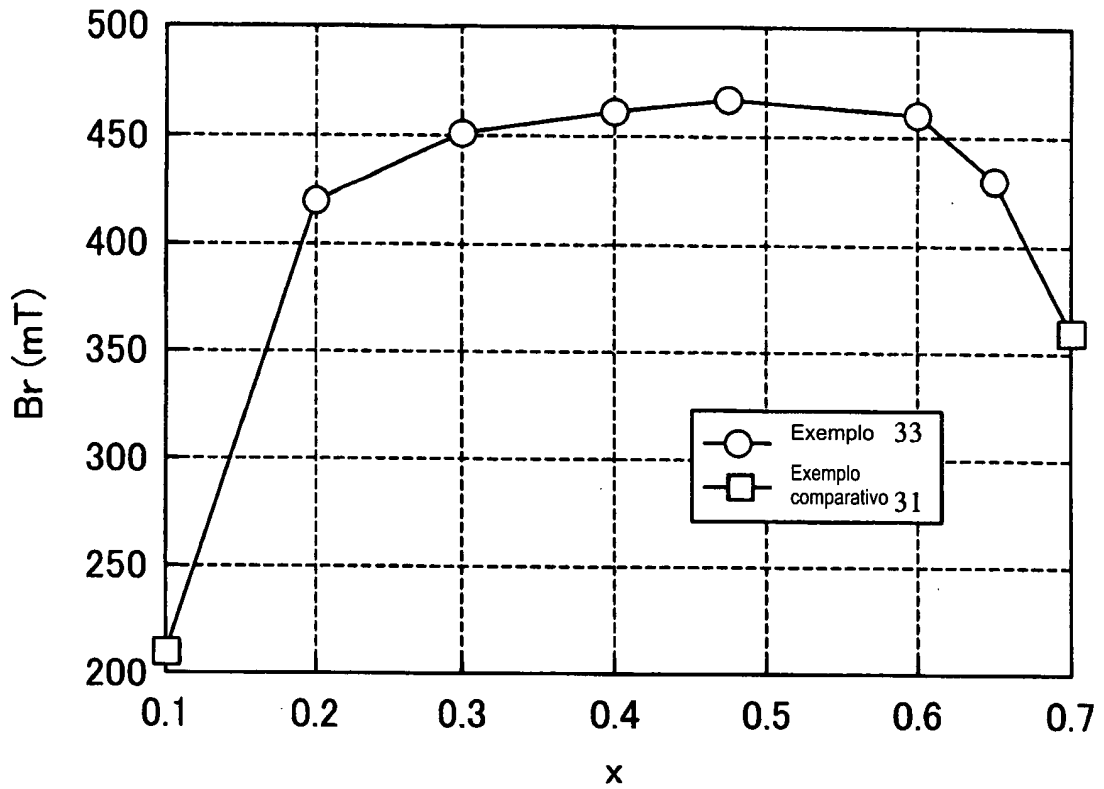
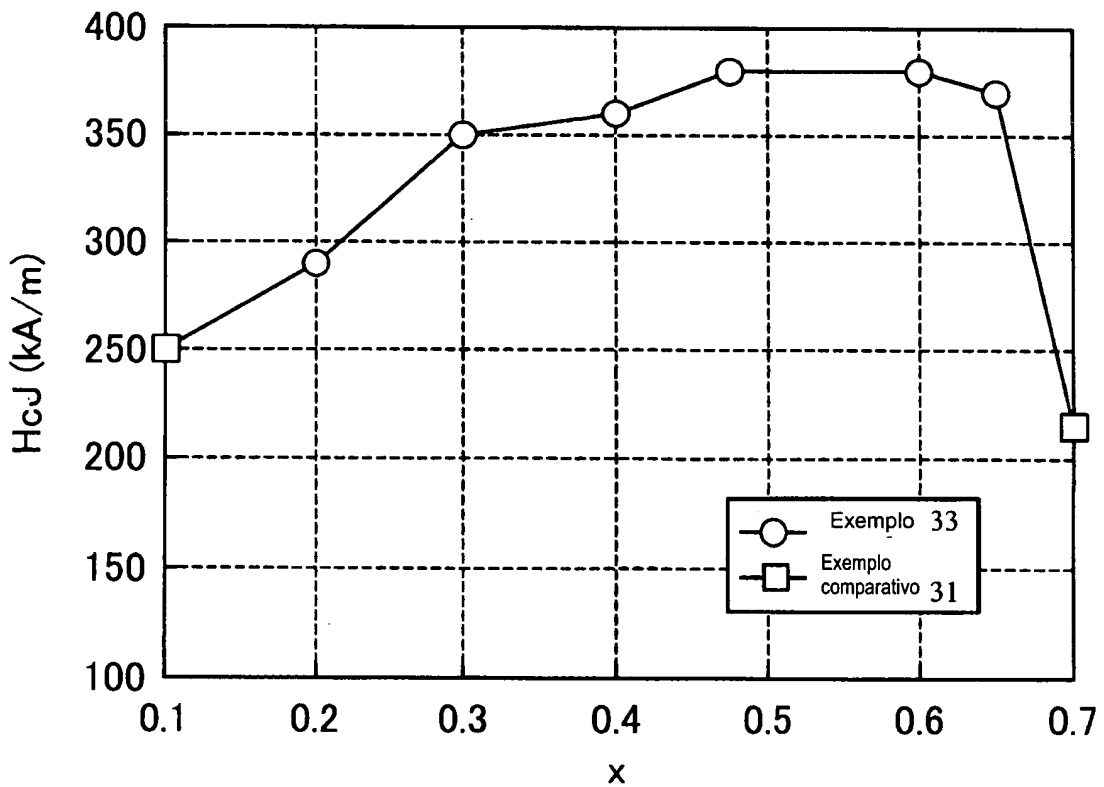


Fig. 15(b)



2006'8960-1

RESUMO

Patente de Invenção: "MATERIAL MAGNÉTICO, TIPO ÓXIDO E SEU MÉTODO DE PRODUÇÃO, E MAGNETO DE FERRITA SINTERIZADO E SEU MÉTODO DE PRODUÇÃO".

- 5 Magneto de ferrita sinterizado, com uma estrutura de ferrita tipo M e compreendendo Ca, um elemento R o qual seja pelo menos um elemento de terra-rara indispensavelmente incluindo La, Ba, Fe e Co como elementos indispensáveis, o qual é representado por $Ca_{1-x-y}R_xBa_yFe_{2n-z}Co_z$, em que (1-x-y), x, y, z e n são números representando as quantidades de Ca, do elemento R, Ba e Co e uma proporção molar, atendendo a $0,2 \leq x \leq 0,65$, $0,001 \leq y \leq 0,2$, $0,03 \leq z \leq 0,65$ e $4 \leq n \leq 7$.
- 10