



PI 04138538
PI 04138538

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR
INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

CARTA PATENTE Nº PI 0413853-8

O INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL concede a presente PATENTE DE INVENÇÃO, que outorga ao seu titular a propriedade da invenção caracterizada neste título, em todo o território nacional, garantindo os direitos dela decorrentes, previstos na legislação em vigor.

(21) Número do Depósito: PI 0413853-8

(22) Data do Depósito: 08/09/2004

(43) Data da Publicação do Pedido: 17/03/2005

(51) Classificação Internacional: B22F 1/02; C22C 33/02; H01F 1/147

(30) Prioridade Unionista: 09/09/2003 SE 03 02427-0

(54) Título: PÓ MAGNÉTICO MALEÁVEL COM BASE DE FERRO, COMPOSIÇÃO DE PÓ COMPREENDENDO O MESMO E MÉTODO DE PREPARAÇÃO DE UM MATERIAL COMPOSTO MALEÁVEL

(73) Titular: HOGANAS AB, Sociedade Sueca. Endereço: S-263 83 Hoganass, Suécia (SE).

(72) Inventor: ZHOU YE; OLA ANDERSSON

Prazo de Validade: 10 (dez) anos contados a partir de 23/06/2015, observadas as condições legais.

Expedida em: 23 de Junho de 2015.

Assinado digitalmente por:

Júlio César Castelo Branco Reis Moreira
Diretor de Patentes



Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**PÓ MAGNÉTICO MALEÁVEL COM BASE DE FERRO, COMPOSIÇÃO DE PÓ COMPREENDENDO O MESMO E MÉTODO DE PREPARAÇÃO DE UM MATERIAL COMPOSTO MALEÁVEL**".

5 CAMPO DA INVENÇÃO

A presente invenção refere-se a um novo pó composto magnético maleável e a um novo pó magnético maleável para produzir o pó composto. Mais especificamente, a invenção relaciona-se a um novo pó com base de ferro que seja útil para a preparação de um material magnético maleável tendo propriedades melhoradas quando usado tanto em altas quanto em baixas frequências. A invenção também refere-se a um método para a produção de componentes compostos magnéticos maleáveis do novo pó.

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

15 Materiais magnéticos maleáveis são usados para aplicações tais como materiais de núcleo em indutores, estatores e rotores para máquinas elétricas, ativadores, sensores e núcleos de transformadores. Tradicionalmente, núcleos magnéticos maleáveis, tais como rotores e estatores em máquinas elétricas, são feitos de laminados de aço empilhados. Materiais compostos magnéticos maleáveis, SMC, são baseados em partículas magnéticas maleáveis, geralmente com base de ferro, com um revestimento eletricamente isolante em cada partícula. Compactando-se as partículas isoladas opcionalmente juntamente com lubrificantes e/ou aglutinantes usando-se o processo tradicional da metalurgia do pó, são obtidas as peças SMC. Usando-se essa técnica da metalurgia do pó é possível produzir-se materiais que tenham um maior grau de liberdade no projeto dos componentes SMC do que usando-se os laminados de aço como material SMC podem transportar um fluxo magnético tridimensional e podem ser obtidas formas tridimensionais pelo processo de compactação.

25 Duas características chave de um componente de núcleo de ferro são suas características de permeabilidade magnética e de perda de núcleo. A permeabilidade magnética de um material é uma indicação de sua capacidade de tornar-se magnetizado ou de sua capacidade de transportar um fluxo magnético. A permeabilidade é definida como a razão do fluxo magnético induzido para a força magnetizante ou intensidade de campo.

Quando um material magnético é exposto a um campo variável, ocorrem perdas de energia devido tanto às perdas por histerese quanto às perdas por corrente de Foucault. A perda por histerese é provocada pelo gasto necessário de energia para sobrepor as forças magnéticas retidas dentro do componente do núcleo de ferro. A perda por corrente de Foucault é provocada pela produção de correntes elétricas no componente do núcleo de ferro devido ao fluxo de mudanças provocado pelas condições da corrente alternada (AC).

Pesquisas na produção de pó metalúrgico de componentes de núcleos magnéticos usando-se pós com base de ferro revestidos foram direcionadas para o desenvolvimento de composições de pós de ferro que aumentam certas propriedades físicas e magnéticas sem afetar de forma prejudicial outras propriedades do componente final. As propriedades desejadas do componente incluem por exemplo uma alta permeabilidade através de uma faixa de frequência estendida, baixas perdas de núcleo, alta indução de saturação, e alta resistência. Normalmente uma densidade aumentada do componente aumenta todas essas propriedades. As propriedades desejadas do pó incluem sua capacidade de adequação às técnicas de moldagem por compressão, isto é, significa que o pó pode ser facilmente moldado até um componente de alta densidade, que pode ser facilmente ejetado do equipamento de moldagem. Para minimizar as perdas por corrente de Foucault nos componentes feitos de pós compostos magnéticos maleáveis, muitos esforços têm sido direcionados para aumentar a resistividade do revestimento que circunda o pó metálico magnético. Alterando-se por exemplo a composição química do revestimento ou a espessura do revestimento a resistividade é afetada. Entretanto, uma melhoria da resistividade normalmente tem um efeito negativo na permeabilidade magnética de um componente composto magnético maleável a uma dada densidade.

Um grande número de publicações de patentes ensina diferentes tipos de revestimentos eletricamente isolantes. Exemplos de patentes publicadas recentemente referentes a revestimentos inorgânicos são as patentes US 6309748 e US 6348265. Revestimentos de materiais inorgânicos

são conhecidos, por exemplo, da Patente US 5595609. Revestimentos compreendendo tanto materiais orgânicos quanto inorgânicos são conhecidos por exemplo da Patente US 6372348 e 5 063 011, segundo cujas publicações as partículas são circundadas por uma camada de fosfato de ferro e um material termoplástico.

Em contraste às patentes acima que descrevem melhorias em uma ou mais propriedades dos componentes magnéticos maleáveis obtidos devido aos diferentes tipos de revestimentos de isolamento elétrico, a presente invenção é baseada na descoberta de que vantagens inesperadas podem ser obtidas dependendo da natureza do pó base, isto é, o pó cujas partículas não são revestidas ou eletricamente isoladas. Especialmente inesperada é a descoberta de que um pó base mais puro aumenta a resistividade (diminui as perdas por corrente de Foucault) do componente magnético maleável final. Foi também descoberto que a permeabilidade e a perda total podem ser notadamente melhoradas usando-se como pó base um pó que seja bastante puro, tenha um baixo teor de oxigênio e uma baixa superfície específica.

Sumário da Invenção

Em resumo, o pó de acordo com a presente invenção é um pó de alta pureza de ferro recozido consistindo em partículas base circundadas por um revestimento eletricamente isolante. Além disso o pó base é distinguido por um teor de inevitáveis impurezas, que são de menos de 0,30%, um teor de oxigênio que é de menos de 0,05% e uma área de superfície específica de acordo com medida pelo método BET que é de menos de 60m²/kg.

Pós de ferro altamente puros adequados para a preparação de materiais SMC estão descritos na Patente US 4 776 980. De acordo com essa patente é feito uso de um pó preparado eletroliticamente. Particularmente é determinado que a forma da partícula é importante e que as partículas não devem ter a forma esférica e devem ter a forma de disco. Uma diferença principal entre os pós de acordo com a presente invenção e a invenção descrita nas Patentes US é que o pó de acordo com a presente inven-

ção é preparado por uma pulverização de água de custo muito mais baixo que fornece partículas que têm uma forma irregular. Adicionalmente partículas preparadas pela pulverização de água são muito maiores que as partículas preparadas eletroliticamente, e o tamanho médio de partícula das partículas usadas de acordo com a presente invenção pode variar entre 100 e 450, especialmente entre 180 e 360 μm . Nenhum dado magnético específico é fornecido para o pó exemplificado.

ÁREA DE SUPERFÍCIE ESPECÍFICA DAS PARTÍCULAS

De acordo com a presente invenção foi descoberto que a área de superfície específica das partículas é uma característica diferenciadora. A área de superfície específica das partículas depende da distribuição do tamanho da partícula, da forma da partícula e da rugosidade das partículas. A ocorrência das assim chamadas porosidades abertas das partículas terá também um impacto na área de superfície específica. A área de superfície específica é normalmente medida pelo assim chamado método BET e o resultado é expresso em m^2/kg .

A área de superfície dos sólidos granulados e pulverizados ou materiais porosos é medida determinando-se a quantidade de gás que absorve uma única camada de moléculas, a assim chamada camada monomolecular em uma amostra. Esta absorção é feita no ponto de ebulição ou próximo do ponto de ebulição do gás absorvido. Sob condições específicas a área coberta por cada molécula de gás é conhecida dentro de limites relativamente estreitos. A área da amostra é assim calculada diretamente a partir do número de moléculas absorvidas, que é derivado a partir da quantidade de gás nas condições prescritas e ocupada por cada uma. Para uma mistura de nitrogênio e hélio de 30% em volume de nitrogênio as condições mais favoráveis para a formação de uma monocamada de nitrogênio absorvido são estabelecidas à pressão atmosférica e à temperatura do nitrogênio líquido. O método deve dar um erro de menos de 5% do resultado medido.

No contexto da presente invenção foi descoberto que a área específica de superfície deve ser de menos de $60 \text{ m}^2/\text{kg}$. Preferivelmente a área de superfície específica do pó é de menos de 58, mais preferivelmente

menos de 55 m²/kg. Uma área de superfície específica de menos de 10 m²/kg é menos adequada uma vez que o componente moldado terá então uma resistência muito baixa. Além disso, é preferível que as partículas tenham uma forma irregular e sejam preparadas por pulverização de água.

5 IMPUREZAS

O grau de pureza é uma outra característica importante do pó base e foi descoberto que o pó deve ser muito puro e incluir ferro com uma quantidade total de impurezas que não exceda 0,30% do pó base. São preferidos pós tendo menos de 0,25, preferivelmente menos de 0,20% em peso de impurezas. Um pó base tendo uma baixa quantidade de impurezas pode ser obtido usando-se sucata de aço pura. Impurezas que possam estar presentes no pó base são, por exemplo, Cr, Cu, Mn, Ni, P, S, Si, C. O oxigênio não é considerado como impureza no contexto da presente invenção.

TEOR DE OXIGÊNIO

15 Um teor de oxigênio suficientemente baixo, de menos de 0,05% em peso do pó, pode ser obtido recozendo-se o pó base a uma temperatura e a um tempo suficientes para obtenção do baixo teor de oxigênio. Preferivelmente os pós de acordo com a invenção têm um teor de oxigênio de menos de 0,04% em peso. A temperatura de recozimento pode variar entre
20 900°C e 1300°C e os períodos de recozimento podem variar dependendo do tamanho do forno, do tipo de aquecimento, da quantidade de material carregado no forno, etc. Os tempos de recozimento normalmente usados podem variar entre 5 e 300, preferivelmente entre 10 e 100 minutos.

REVESTIMENTO

25 De acordo com a invenção o pó base recozido é fornecido com um revestimento ou uma barreira eletricamente isolante. Adequadamente esse revestimento é uniforme e muito fino do tipo descrito na Patente US 6348265 que está aqui incorporada como referência. Tal revestimento isolante pode ser aplicado nas partículas do pó base tratando-se o pó base com
30 ácido fosfórico em um solvente orgânico por um período suficiente para se obter as quantidades indicadas. A concentração de ácido fosfórico no solvente orgânico pode variar entre 0,5 e 50%, preferivelmente entre 0,5 e 30%.

Como tal revestimento adicionará oxigênio e fósforo às partículas do pó base de ferro, uma análise química do pó revestido terá teores de oxigênio e fósforo que são maiores que aqueles do pó não revestido. Assim o teor de oxigênio deve ser preferivelmente no máximo 0,20% e o teor de fósforo no máximo 0,10% do pó revestido. Entretanto, também outros tipos de revestimentos isolantes podem ser usados.

Um revestimento regular fino em um pó de ferro terá influência insignificante na área específica de superfície do pó revestido se comparada com a área de superfície específica do pó base. De acordo com a presente invenção um revestimento influenciará em uma pequena extensão a área de superfície específica o que significa que a área de superfície específica do pó de ferro revestido será mais ou menos a mesma que a área de superfície específica do pó de ferro não-revestido.

LUBRIFICANTE E OUTROS ADITIVOS

O pó com base de ferro assim fornecido com um isolamento elétrico pode ser combinado com um lubrificante em uma quantidade de até 4% em peso. Normalmente a quantidade de lubrificante varia entre 0,1 e 2% em peso, preferivelmente 0,1 – 1,0% em peso da composição do pó. Exemplos representativos de lubrificantes usados a temperaturas ambientes (lubrificantes de baixa temperatura) são: Kenolube®, etileno-bis-estereamida (EBS) e estearatos metálicos, tais como estearato de zinco. Exemplos representativos de lubrificantes usados a temperaturas elevadas (lubrificantes de altas temperaturas) são Promold® ou estearato de lítio.

Opcionalmente a composição a ser compactada pode também incluir um aglutinante para aumentar a resistência do componente SMC. Exemplos de aglutinantes são resinas termofixas ou termoplásticas tais como resinas fenólicas, imidas de poliéter, poliamidas. O aglutinante pode também ter propriedades lubrificantes e pode então ser usado sozinho ou em uma combinação lubrificante/aglutinante.

COMPACTAÇÃO

A compactação pode ser realizada a pressões de até 2000 MPa embora normalmente a pressão varie entre 400 e 1000 MPa. A compactação

pode ser realizada tanto à temperatura ambiente quanto a uma alta temperatura. Além disso a operação de compactação é preferivelmente executada a uma operação de moldagem de pressão uniaxial em um molde ou como compactação de alta velocidade de acordo com descrito na Patente US 6503444. Lubrificação da parede do molde, onde um lubrificante externo é aplicado às paredes do molde pode ser usado para eliminar a necessidade de lubrificantes internos. Opcionalmente uma combinação de lubrificação interna e externa pode ser usada. Uma vantagem do novo pó em comparação com os pós similares conhecidos é que, à mesma pressão de compactação, pode ser alcançada uma densidade maior.

TRATAMENTO TÉRMICO

A perda total é consideravelmente reduzida pelos procedimentos de tratamento térmico. Em contraste com o material convencional de aço laminado a perda total do pó isolado é dominada pela perda por histerese que é relativamente alta a baixa frequência. Entretanto, devido ao tratamento térmico, a perda por histerese é reduzida. A uma maior frequência uma grande perda por corrente de Foucault resultará em um considerável aumento na perda total. Foi agora surpreendentemente descoberto que o pó de acordo com a presente invenção pode suportar uma maior temperatura de tratamento térmico.

A invenção é também ilustrada pelos seguintes exemplos não-limitativos:

EXEMPLO 1

Três diferentes pós de ferro com a mesma distribuição de tamanho de partícula e um tamanho médio de partícula de menos de 150 μm , mas com diferentes teores de impurezas de acordo com a tabela 1, foram recozidos a 1150°C por 40 minutos em uma atmosfera de hidrogênio. Após o recozimento o pó foi submetido a um tratamento de revestimento de fosfato de acordo com o pedido de Patente US 6348265. Os pós foram posteriormente misturados com 0,5% de um lubrificante, KENOLUBE® e moldados à temperatura ambiente em anéis com um diâmetro interno de 45 mm, um diâmetro externo de 55 mm, e uma altura de 5 mm a uma pressão de 800

MPa. A densidade dos anéis moldados foi de $7,3 \text{ g/cm}^3$. Foi executado um processo de tratamento térmico a 500°C por 0,5 h em uma atmosfera de ar. Uma medição de resistividade em quatro pontos foi feita de acordo com Koe-foed O., 1979 Geosounding Principles 1, Resistivity sounding measurements, Elsevier Science Publishing Company, Amsterdã.

TABELA 1

Impurezas	Pó A	Pó B	Pó C
C	0,0028	0,0026	0,0025
Cr	0,039	0,030	0,030
10 Cu	0,066	0,019	0,014
Mn	0,127	0,085	0,059
Ni	0,049	0,026	0,020
P	0,010	0,006	0,006
S	0,011	0,008	0,001
15 Si	0,009	0,005	0,004
Soma	0,31	0,18	0,14
Teor de oxigênio após o recozimento			
O	0,02	0,02	0,02

A Figura 1 mostra o efeito do teor de impurezas diferentes do oxigênio na fase original do pó de ferro revestido com fosfato versus a resistividade de um corpo moldado e tratado termicamente produzido a partir desse pó.

EXEMPLO 2

Esse exemplo demonstra o efeito de um procedimento de recozimento e do teor de oxigênio da fase original do pó de ferro revestido de fosfato na resistividade e nas perdas de núcleo. O mesmo pó de ferro como o pó B do exemplo 1 mas com uma distribuição de tamanho de partícula mais bruta foi usado, tamanho médio de partícula de menos de $425 \mu\text{m}$. Três procedimentos de recozimento diferentes foram aplicados de acordo com a tabela 2. As três diferentes amostras foram submetidas a um tratamento de fosfato de acordo com o exemplo 1. Três diferentes anéis, respectivamente, foram moldados e tratados termicamente de acordo com o exemplo 1. A

densidade dos anéis alcançada foram de 7,4 g/cm³. A resistividade dos componentes foi medida de acordo com o exemplo 1. Para medição da perda de núcleo e da permeabilidade magnética os anéis foram "ligados" com 112 voltas para o circuito primário e 25 voltas para o circuito secundário permitindo a medição das propriedades magnéticas medidas a 1 T, 400 Hz, com a ajuda de um medidor de histerese, Brockhaus MPG 100.

TABELA 2

<u>Amostra</u>	<u>Temperatura de recozimento</u>	<u>Tempo de recozimento</u>	<u>Teor de oxigênio</u>
10 1	1150°C	40 min	0,015%
2	1020°C	100 min	0,035%
3	1020°C	40 min	0,053%

Como pode ser visto da figura 2 a resistividade aumenta e as perdas de núcleo diminuem com a diminuição do teor de oxigênio da fase original de um pó de ferro revestido de fosfato.

EXEMPLO 3

Esse exemplo demonstra o efeito da superfície específica, medida pelo método BET, do pó de ferro pulverizado recozido.

Foram usadas duas amostras de um pó de ferro com teor de impureza de acordo com o pó B no exemplo 1, e com a mesma distribuição de tamanho de partícula e um tamanho médio de partícula de menos de 425 µm. Foi também testada uma amostra com uma distribuição de tamanho de partículas mais fina, um tamanho médio de partícula de menos de 150 µm.

As amostras com a mesma distribuição de tamanho de partículas foram recozidas em uma atmosfera de hidrogênio a temperaturas e tempo de recozimento suficientes para alcançar um teor de oxigênio de 0,035% e 0,08%, respectivamente, seguido de um tratamento com uma solução de fosfato de acordo com o exemplo 2. A amostra com a distribuição de tamanho de partículas mais fina foi recozida em uma atmosfera de hidrogênio a temperaturas e tempos de recozimento suficientes para alcançar um teor de oxigênio de 0,035%. Foram preparados anéis magnéticos de acordo com o método descrito no exemplo 2 e a resistividade, perdas de núcleo e permea-

bilidade magnética foram medidas de acordo com descrito nesse exemplo. A superfície específica e o teor de oxigênio foram medidos após o recozimento. A tabela 3 mostra o resultado de medições magnéticas e as características da fase original recozida do pó composto magnético maleável.

5 **TABELA 3**

Tamanho de partícula	Impurezas %	Superfície BET m ² /kg	Teor de oxigênio %	Perdas de núcleo W/kg	Resistividade μohm.m	Permeabilidade
<150 μm	0,14	64	0,035	58	45	480
<425 μm	0,18	57	0,08	80	30	585
<425 μm	0,18	50	0,035	45	150	673

A tabela 3 mostra que componentes magnéticos maleáveis preparados a partir daqueles pós base que têm o teor de oxigênio mais baixo e a menor área específica de superfície têm propriedades magnéticas superiores.

10 **EXEMPLO 4**

Esse exemplo mostra o efeito na permeabilidade magnética e na resistividade e na perda total de núcleo para um componente produzido pelo novo pó composto magnético maleável comparado com um componente produzido por um pó conhecido descrito na Patente US 6348265.

	Novo pó, pressão de compactação, 800 MPa, densidade 7,44 g/cm ³			Pó conhecido, pressão de compactação, 800 MPa, densidade 7,38 g/cm ³		
	Permeabilidade	Resistividade μΩm	Perda de núcleo W/kg	Permeabilidade	Resistividade μΩm	Perda de núcleo W/kg
Componente tratado termicamente 500°C	669	135	45	492	44	54
Componente tratado termicamente 550°C	740	22	46	522	2	80

15

Como pode ser visto da tabela 4 tanto a permeabilidade magnética quanto a resistividade são maiores e a perda de núcleo é menor para o

novo pó se comparado com o pó conhecido na mesma temperatura de tratamento térmico. As descobertas acima mencionadas, ilustradas pelos exemplos, descrevem um pó de ferro pulverizado, adequado para a produção de um pó composto magnético maleável. Esse pó pode ser usado para a

5 produção de núcleos magnéticos com uma resistividade maior que $40 \mu\text{ohm.m}$, uma perda de núcleo de menos de 50 W/kg a 1 T , 400 Hz e uma permeabilidade máxima acima de 600 produzidos por moldagem PM à temperatura ambiente ou a uma temperatura elevada e pressões de moldagem convencionais.

REIVINDICAÇÕES

1. Pó de ferro recozido de alta pureza adequado para a preparação de compostos magnéticos maleáveis, caracterizado pelo fato de que ele consiste em um pó base, cujas partículas têm forma irregular e circundado por um revestimento eletricamente isolante, que o teor das inevitáveis impurezas do pó base é de menos de 0,30%, que o teor de oxigênio do pó base é de menos de 0,05% e que a área de superfície específica do pó base de acordo com medida pelo método BET é de menos de 60 m²/kg.
5
2. Pó de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o tamanho de partículas do pó base está acima de cerca de 100 μm, preferivelmente entre 100 e 450 μm, e mais preferivelmente entre 180 e 360 μm.
10
3. Pó de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que o pó base inclui menos de 0,25, preferivelmente menos de 0,20% em peso de impurezas.
4. Pó de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que o pó base tem um teor de oxigênio de menos de 0,04, preferivelmente menos de 0,03% em peso.
15
5. Pó de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, caracterizado pelo fato de que o pó base tem uma área de superfície específica de menos de 55, preferivelmente menos de 50 m²/kg.
20
6. Pó de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, caracterizado pelo fato de que o revestimento inclui fósforo e oxigênio.
7. Pó de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que o teor de fósforo das partículas do pó eletricamente isolado é de menos de 0,10% em peso.
25
8. Pó de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que o teor de oxigênio das partículas do pó eletricamente isolado é de menos de 0,20% em peso.
9. Composição de pó, caracterizada pelo fato de que inclui o pó como definido em qualquer uma das reivindicações de 1 a 8 em combinação com um lubrificante e/ou um aglutinante.
30
10. Composição de pó de acordo com a reivindicação 9, caracte-

rizada pelo fato de que a quantidade de lubrificante é de menos de 4% em peso e preferivelmente entre 0,1 e 2% em peso da composição do pó.

11. Método de preparação de um material composto maleável, caracterizado pelo fato de que compreende as etapas de:

5 a) fornecer um pó de ferro pulverizado com água pura tendo um teor total de impurezas de menos de 0,30%, e superfícies específicas de acordo com medidas pelo método BET de menos de 60 m²/kg;

b) recozer o pó obtido em uma atmosfera de redução a uma temperatura e por um tempo e período suficientes para reduzir o teor de oxigênio até um valor abaixo de 0,05% de pó;

c) fornecer um revestimento eletricamente isolante nas partículas de ferro;

d) misturar opcionalmente o pó obtido com um lubrificante e/ou aglutinante;

15 e) compactar o pó obtido de acordo com a etapa d) para um corpo verde; e

f) opcionalmente aquecer o corpo verde obtido.

12. Método de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que o recozimento é executado a uma temperatura de pelo menos 900°C.

13. Método de acordo com a reivindicação 11 ou 12, caracterizado pelo fato de que o recozimento é executado a um período de pelo menos 5 minutos.

14. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações de 11 a 13, caracterizado pelo fato de que o revestimento eletricamente isolado é obtido tratando-se o pó recozido com uma solução contendo fósforo.

15. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações de 11 a 14, caracterizado pelo fato de que a compactação é executada a uma pressão de 2000 MPa.

30 16. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações de 11 a 15, caracterizado pelo fato de que a compactação é executada com lubrificação externa, opcionalmente sem lubrificação interna.

O efeito de impurezas sobre a resistividade

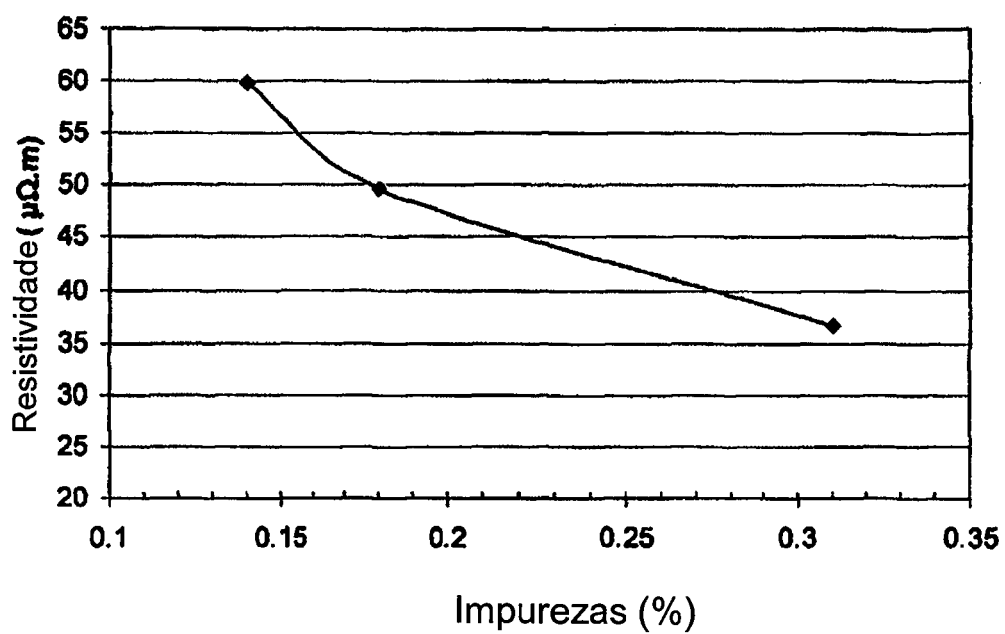


FIG 1

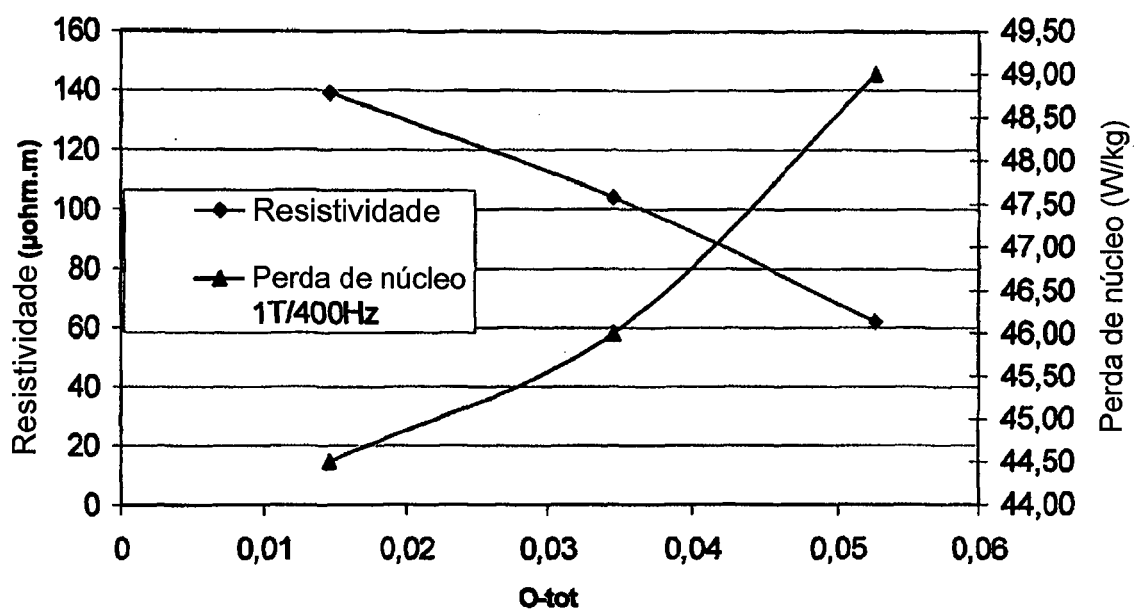


FIG 2

RESUMO

Patente de Invenção: "PÓ MAGNÉTICO MALEÁVEL COM BASE DE FERRO, COMPOSIÇÃO DE PÓ COMPREENDENDO O MESMO E MÉTODO DE PREPARAÇÃO DE UM MATERIAL COMPOSTO MALEÁVEL".

5 A presente invenção refere-se a um pó de ferro recozido de alta pureza, adequado para a preparação de compostos magnéticos maleáveis. O pó é distinguido pelo fato de que o teor das inevitáveis impurezas é de menos de 0,25%, o teor de oxigênio é de menos de 0,05% e a área de superfície específica de acordo com medida pelo método BET é de menos de
10 60 m²/kg.