



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

(11) PI 0817676-0 B1

(22) Data do Depósito: 26/09/2008

(45) Data de Concessão: 08/11/2016



(54) Título: ESTRUTURA ISOLADA DE BOBINA DE AQUECIMENTO DE INDUÇÃO

(51) Int.Cl.: C21D 1/42; C21D 9/60; H05B 6/10; H05B 6/36

(30) Prioridade Unionista: 22/08/2008 JP 2008-213937, 27/09/2007 JP 2007-251083

(73) Titular(es): NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL CORPORATION

(72) Inventor(es): HIDETOSHI TERASHIMA, SEIJI IEDA

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**ESTRUTURA ISOLADA DE BOBINA DE AQUECIMENTO DE INDUÇÃO**".

CAMPO TÉCNICO

A presente invenção refere-se a uma estrutura isolada de uma bobina de aquecimento de indução, usada para o aquecimento contínuo de uma folha de aço corrediça.

ANTECEDENTES DA TÉCNICA

O forno de recozimento contínuo de uma folha de aço, o forno de formação de ligas de uma instalação de eletrodeposição para folhas de aço, e outras instalações de produção de folhas de aço usam bobinas de aquecimento de indução, para o aquecimento rápido das folhas de aço. Esta bobina de aquecimento de indução é feita como um condutor de bobina tubular, dotado com uma passagem para folhas de aço dentro dela (do tipo solenoide), um condutor de bobina estabelecido de modo a ensanduichar a folha de acima e de abaixo (do tipo transversal), etc., para propiciar o aquecimento uniforme da folha de aço das superfícies frontal e posterior, e é coberto na sua superfície com um material isolante tendo resistência térmica.

Como o material isolante para isto, no passado, um refratário fusível isolante térmico, ou tecido de alumina, ou outra cerâmica de alumina, tais como fibras termicamente resistentes a alta temperatura, etc. foram usados.

A publicação de patente japonesa (A) de nº 2005-156124 (JP2005-156124 A), diferentemente da presente invenção, se refere a uma bobina de aquecimento de indução de um material forjado a quente e descreve uma estrutura isolada feita de refratário monolítico contendo um agregado resistente à chama poroso e cobrindo a superfície interna da bobina de aquecimento de indução.

A publicação de patente japonesa (A) de nº 2006-169603 (JP2006-169603 A) descreve uma bobina de aquecimento de indução para a mesma aplicação da presente invenção, isolada por uma cerâmica de alumina. No entanto, não descreve detalhes da cerâmica de alumina.

Esta estrutura isolada convencional de uma bobina de aqueci-

mento de indução foi selecionada focalizando apenas na resistência térmica e na capacidade de isolamento. Descobriu-se que não era possível impedir uma queda no isolamento, devido à entrada de partículas metálicas finas na atmosfera (por exemplo, fumos de zinco).

5 Na linha de galvanização de folha de aço, os fumos de zinco finos flutuam na atmosfera no forno, de modo que se este assim operar por um longo período, a força eletromagnética faz com que os fumos de zinco sejam arrastados e depositados na superfície isolada da bobina de aquecimento de indução. Descobriu-se que parte deles se deposita e se acumula
10 entre as partículas, nas fissuras, etc. do material isolante, passa pelo material isolante ao longo das fissuras, e provoca curto-circuitos na superfície da bobina e na placa de blindagem aterrada com a bobina ou entre as bobinas.

Notar que as superfícies dos fios da bobina também podem ser revestidas de antemão com um verniz, esmalte ou outro revestimento isolante. Além disso, se a temperatura dentro do forno exceder 450°C, estes revestimentos isolantes são queimados e as superfícies dos fios de cobre acabam sendo expostas. Por esta razão, se os fumos de zinco entrarem, não é possível impedir uma queda no isolamento da bobina de aquecimento de indução.

20 Se tal queda em isolamento ocorrer na bobina de aquecimento de indução, paradas na linha vão ser estimuladas e vão ocorrer perdas sérias. Por esta razão, a solução deste problema está sendo buscada intensamente. Além disso, para evitar esta dificuldade, tem sido necessário conduzir inspeções periódicas para determinar o estado de deterioração do isolamento e fazer reparos.
25

DESCRIÇÃO DA INVENÇÃO

Um objeto da presente invenção é solucionar o problema convencional mencionado acima e proporcionar uma estrutura isolada de uma bobina de aquecimento de indução, por aquecimento contínuo de uma folha
30 de aço corrediça, que mantém as características de isolamento iguais ou melhores do que no início, sob condições de uso contínuas de uma alta temperatura de várias centenas de graus Celsius, e ainda impede uma que-

da em isolamento devido aos fumos de zinco e outras partículas metálicas finas, e, desse modo, estende o tempo de vida útil da bobina de aquecimento de indução.

5 O aspecto da invenção da presente reivindicação 1, feita de modo a solucionar o problema mencionado acima, é uma bobina de aquecimento de indução para aquecimento de indução de folha de aço, caracterizada por cobrir a superfície na parte lateral voltada para a folha de aço por um tecido cerâmico, e formar uma camada termicamente resistente, feita de um material cerâmico de endurecimento superficial contendo fibras curtas cerâmicas, em um ou em ambos os lados de uma bobina de indução ou de uma
10 folha de aço do tecido cerâmico.

Notar que como mostrado na reivindicação 2, a bobina de aquecimento de indução pode ser feita como um tipo solenoide.

15 Como mostrado na reivindicação 3, de preferência, o tecido cerâmico é feito de fibras longas cerâmicas de sílica ou sílica - alumina não contendo boro.

20 Como mostrado na reivindicação 4, de preferência, o material cerâmico de endurecimento superficial inclui partículas finas de alumina ou sílica - alumina, fibras curtas cerâmicas de sílica-alumina -, sílica coloidal e um aglutinante orgânico.

Como mostrado na reivindicação 5, de preferência, as fibras curtas cerâmicas são obtidas por formação de fibras de uma massa de fibras cerâmicas.

25 Como mostrado na reivindicação 6, de preferência, o material cerâmico de endurecimento superficial é revestido por aspensão na superfície do tecido cerâmico, para formar uma camada isolante termicamente resistente.

30 Além disso, como mostrado na reivindicação 7, a bobina de aquecimento de indução pode ser instalada em um forno de recozimento contínuo de folha de aço ou um forno de formação de ligas de uma instalação de eletrodeposição.

A seguir, o efeito vantajoso da presente invenção vai ser expli-

cado.

De acordo com a estrutura isolada da bobina de aquecimento de indução da presente invenção, a superfície da parte lateral da bobina de aquecimento de indução voltado para a folha de aço é coberta por tecido cerâmico, e o lado da bobina de indução e/ou o lado da folha de aço do tecido cerâmico é formado com uma camada isolante termicamente resistente, feita de um material cerâmico de endurecimento superficial contendo fibras curtas cerâmicas.

Se apenas com isolamento da superfície da bobina por tecido cerâmico, partículas metálicas finas podem passar pelas partes de malha e entrar no seu interior. Além disso, se com emprego da estrutura da presente invenção, as fibras curtas cerâmicas contidas no material cerâmico de endurecimento superficial ficam emaranhadas na malha e as partículas cerâmicas se depositam nas fibras curtas cerâmicas e vedam completamente as partículas metálicas finas. Por esta razão, mesmo se os fumos de zinco e outras partículas metálicas finas se depositarem na superfície, não vão ser capazes de passar pela camada de material isolante e não vão nunca atingir a superfície da bobina. Portanto, não vão provocar uma queda no isolamento da bobina de aquecimento de indução como no passado.

A camada isolante termicamente resistente da presente invenção é compreendida de um tecido cerâmico, superior em resistência térmica e capacidade de isolamento, e de um material cerâmico de endurecimento superficial incluindo fibras curtas cerâmicas, de modo que podem apresentar resistência térmica e capacidade de isolamento por um longo período de tempo, mesmo sob condições de alta temperatura de 500 a 1.200°C.

Por conseguinte, é possível eliminar as paradas na linha, devido a uma queda no isolamento da bobina de aquecimento de indução.

Como mostrado na reivindicação 2, quando a bobina de aquecimento de indução para o aquecimento de indução da folha de aço for de um tipo solenoide, é suficiente produzir pelo menos apenas a circunferência interna voltada para a folha de aço com esta estrutura. Isto é porque os fumos de zinco e outras partículas metálicas finas estão presentes dentro do forno

pelo qual a folha de aço é movimentada. É desnecessário dizer que ambas as circunferências interna e externa da bobina de aquecimento de indução podem ser também cobertas por esta camada isolante termicamente resistente.

5 Como mostrado na reivindicação 3, ao produzir o tecido cerâmico de fibras longas cerâmicas de sílica ou sílica-alumina - não contendo boro, quando do aquecimento, o boro não vai eluir e difundir-se e permear na parte interna do tecido cerâmico circundante e provocar deterioração, e a resistência térmica e a capacidade de isolamento estáveis podem ser apresentadas. A temperatura de resistência térmica prática destes tecidos cerâmicos é, com sílica, igual ou superior a 800°C, e com sílica-alumina, igual ou superior a 1.000°C. Podem ser também usados para um aparelho de aquecimento de indução a alta temperatura, capaz de aquecer a uma temperatura igual ou superior a 800°C.

15 Como mostrado na reivindicação 4, se o material cerâmico de endurecimento superficial for um incluindo partículas finas de alumina ou sílica-alumina, fibras curtas cerâmicas de sílica-alumina, e sílica coloidal, é possível apresentar resistência térmica e capacidade de isolamento estáveis. Na parte de topo dele, uma vez que as partículas cerâmicas e as fibras curtas cerâmicas são de mesmo material, a adesividade entre elas é boa e é possível otimizar o efeito do impedimento de passagem de partículas metálicas finas.

20 Como mostrado na reivindicação 5, se as fibras curtas cerâmicas são obtidas por formação de fibras de uma massa de fibras cerâmicas, é possível baixar os custos de produção.

25 Como mostrado na reivindicação 6, por aspensão do material cerâmico de endurecimento superficial na superfície do tecido cerâmico, para revesti-lo, a eficiência operacional do revestimento é boa e uma área ampla pode ser revestida com uma espessura uniforme.

30 Como mostrado na reivindicação 7, por colocação da bobina de aquecimento de indução para aquecimento de indução de uma folha de aço, em um forno de recozimento contínuo de folha de aço ou em um forno de

formação de ligas de uma instalação de eletrodeposição, isto é possível aperfeiçoar a estabilidade da linha de recozimento ou a linha de eletrodeposição de liga.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

5 As Figuras 1(a), (b) e (c) são vistas em seção transversal centrais de uma bobina de aquecimento de indução na presente concretização.

A Figura 2 é uma vista explanatória mostrando o estado de vedação de uma malha de tecido cerâmico por fibras curtas cerâmicas e partículas cerâmicas.

10 A Figura 3 é uma vista explanatória de um dispositivo usado para o teste de resistir à voltagem.

A Figura 4 é uma vista comparativa do estado de isolamento entre a bobina e o quadro da presente invenção e um produto da técnica anterior a 400°C.

15 **MELHOR MODO PARA CONDUZIR A INVENÇÃO**

Abaixo, uma concretização preferível da presente invenção vai ser mostrada.

20 As Figuras 1(a), (b) e (c) são vistas em seção transversal centrais de uma bobina de aquecimento de indução 1 nos exemplos da presente concretização. A Figura 1(a) mostra o caso de um tecido cerâmico 4 no lado da folha de aço, do qual uma camada isolante termicamente resistente feita de um material cerâmico de endurecimento superficial 7, incluindo fibras curtas cerâmicas, é formada. A Figura 1(b) mostra o caso de um tecido cerâmico 4 no lado da bobina, do qual uma camada isolante termicamente resistente, feita de um material cerâmico de endurecimento superficial 7, é formada.

25 A Figura 1(c) mostra o caso de um tecido cerâmico 4 em ambos o lado da folha de aço e o lado da bobina, do qual as camadas isolantes termicamente resistentes de um material cerâmico de endurecimento superficial 7 são formadas.

30 A bobina de aquecimento de indução 1 é compreendida de um condutor de bobina 1a e um quadro de bobina 1b e é suportada por uma base 2. Nestas concretizações, a bobina de aquecimento de indução 1 é

uma do tipo solenoide no seu centro com uma passagem de folha de aço 3, pela qual uma folha de aço S passa verticalmente. Ainda mais, esta também pode ser colocada verticalmente para propiciar a passagem da folha horizontal.

5 A Figura 1(a) vai ser usada para explicar a presente invenção. A superfície do lado desta bobina de aquecimento de indução 1, voltado para a folha de aço S, isto é, a superfície próxima da passagem de folha de aço 3, é coberta por uma camada isolante termicamente resistente compreendida de um tecido cerâmico 4 e um material cerâmico de endurecimento superficial
10 7. Isto é, na superfície da bobina de aquecimento de indução 1, próxima à passagem de folha de aço 3, o tecido cerâmico 4 é preso pelos prendedores 5 e 6. A parte central deste tecido cerâmico 4 é, de preferência, ligada ao quadro da bobina 1b usando um agente de vedação. Ainda mais, a superfície deste tecido cerâmico 4 é aspergida com um material cerâmico de endurecimento superficial 7, a ser revestido a uma espessura uniforme.

O tecido cerâmico 4 tem sido convencionalmente usado para o isolamento de bobinas de aquecimento de indução. Há os tipos de sílica e de sílica - alumina. Como o tipo de sílica, por exemplo, há o N-Silica Fiber (temperatura de resistência térmica máxima de 1.000°C), produzido pela
20 Nihon Glass Fiber Industrial Co., Ltd. Como o tipo de sílica-alumina, por exemplo, há o TOMBO No. Rubilon, feito pela Nichias.

Além do mais, para o tecido cerâmico, um pano tecido de fibras longas cerâmicas de sílica-alumina, com resistência térmica e capacidade de isolamento, é preferivelmente usado. Particularmente, do ponto de vista da
25 resistência térmica, é uma composição de alumina com 70 a 80% e sílica a 30 - 20%. Nota-se que esta composição não inclui, de preferência, qualquer boro. Isto é porque o boro é eluído a uma alta temperatura e é propenso a fazer com que as fibras cerâmicas degradem.

Na presente invenção, as "fibras longas" são compreendidas de
30 fibras cerâmicas extremamente finas, feitas, basicamente, de alumina, sílica, etc., e tendo um diâmetro de mais ou menos vários microns a 10 μm , torcidas conjuntamente. por exemplo, indica fibras cerâmicas, no caso de alumi-

na, de 5 a 10 cm em comprimento, ou, no caso de sílica, de um comprimento igual ou superior a 50 cm, capazes de serem tecidas para obter um tecido cerâmico.

Há vários modos de tecer o tecido cerâmico 4, tal como uma te-
5 cedura lisa, uma tecedura sarja, uma tecedura cetim, etc., mas, na presente invenção, nenhuma diferença em ação ou efeito, devido ao processo de tecedura pode ser reconhecido, de modo que qualquer processo de tecedura pode ser usado. Além do mais, a espessura pode ser mais ou menos de 0,3 a 1,2 mm. Como este tecido cerâmico de sílica-alumina, por exemplo, as
10 fibras termicamente resistentes à temperatura ultra-alta, disponíveis da Nihon Glass Fiber Industrial Co., Ltd. com o nome de "Alumina Seven" (temperatura de resistência térmica máxima: 1.200°C), podem ser usadas.

Além disso, como explicado acima, com apenas o tecido cerâmico 4, a passagem por partículas metálicas finas pode não ser completa-
15 te impedida, de modo que na presente invenção, a superfície é revestida com um material cerâmico de endurecimento superficial 7, incluindo fibras curtas cerâmicas. Este material cerâmico de endurecimento superficial 7 inclui, por exemplo, partículas finas de alumina ou sílica-alumina, fibras curtas cerâmicas de sílica-alumina, sílica coloidal, e um aglutinante orgânico.

A "composição de sílica - alumina" significa uma contendo alu-
20 mina em um % em massa de 40 a 95% e sílica em 60 a 5%. As partículas finas têm um tamanho de um diâmetro circular equivalente de mais ou menos 0,1 a 50 μm . Como as fibras curtas cerâmicas, aquelas tendo um diâmetro de mais ou menos vários microns a 10 μm e um comprimento de mais ou
25 menos vários microns a 500 μm , obtidas de uma massa, são preferivelmente usadas.

Além do mais, "massa" significa um produto em forma de chu-
maço, após remoção das partículas esféricas (geralmente chamadas de
30 de fibras por processamento em fusão da alumina, sílica e de outros materiais. Além disso, como um aglutinante orgânico, uma cola à base de celulose pode ser usada.

Como o tal material cerâmico de endurecimento superficial 7, por exemplo, um disponível comercialmente da Shinnikka Thermal Ceramics Corporation, com o nome "Thermopreg", pode ser usado. Este material cerâmico de endurecimento superficial 7 é um produto com o objetivo de endurecer a superfície das fibras cerâmicas e impedir a ondulação das fibras e é dotado com uma resistência térmica de uma temperatura de uso máxima atingindo 1.400°C.

Quando do revestimento da superfície do tecido cerâmico 4 com este material cerâmico de endurecimento superficial 7, como mostrado na Figura 2, as fibras curtas cerâmicas 3 se emaranham com a malha do tecido cerâmico 4. Além do mais, as partículas cerâmicas 9 também se depositam neste, para bloquear seguramente a malha do tecido cerâmico 4. Estas são todas de mesmo material, de modo a adesividade é também boa. Portanto, após cura para endurecimento, a entrada dos fumos de zinco e de outras partículas metálicas finas pode ser completamente impedida. Nota-se que este revestimento pode ser feito por aspersão por uma pistola de aspersão, de modo que mesmo quando a bobina de aquecimento de indução 1 é tubular, o revestimento fácil da parte interna fica possível.

O material cerâmico de endurecimento superficial 7 tem o mesmo efeito se, como mostrado nas Figuras 1(a), (b) e (c), revestido no lado da folha de aço do tecido cerâmico 4 ou no lado da bobina de indução do tecido cerâmico 4. Qualquer um dos dois pode ser selecionado, dependendo da conveniência para a instalação. É desnecessário dizer que particularmente preferível revestir este em ambos o lado da bobina de indução e no lado da folha de aço.

No entanto, quando do revestimento do material cerâmico de endurecimento superficial 7 no lado da folha de aço do tecido cerâmico 4, para impedir soltura do material cerâmico de endurecimento superficial 7, devido ao contato com a folha de aço, devido ao mesmo tipo de problema, é preferível cobrir este com um painel ou folha de cerâmica ou outro termicamente resistente.

De modo similar, mesmo quando a bobina de aquecimento de

indução é colocada horizontalmente, é preferível tomar medidas similares para impedir a soltura do material cerâmico de endurecimento superficial 7, revestido no lado da folha de aço do tecido cerâmico 4, no lado de topo da folha de aço.

5 Além do mais, além destas estruturas isoladas, os revestimentos cerâmicos termicamente resistentes à alta temperatura (por exemplo, "Pyro-coat" feito pela Otake Ceram, etc.) ou aglutinantes cerâmicos (por exemplo, "Thermodyne" feito pela Shinnika Thermal Ceramics Corporation, etc.) também podem ser revestidos entre o condutor da bobina 1b e o material cerâmico de endurecimento superficial 7, a superfície de topo do material cerâmico de endurecimento superficial 7 da camada mais superficial, ou a superfície de topo do tecido cerâmico da camada mais superficial.

10 Como explicado acima, de acordo com a estrutura isolada da bobina de aquecimento de indução da presente invenção, é possível cobrir completamente a superfície da bobina de aquecimento de indução 1, voltada para a passagem de folha de aço 3, pelos tecido cerâmico 4 e material cerâmico de endurecimento superficial 7, e isolar e proteger a bobina de aquecimento de indução, sob condições de uma temperatura de uso de várias centenas a 400°C. Além do mais, é possível impedir completamente a entrada de fumos de zinco e de outras partículas metálicas finas flutuantes na passagem de folha de aço 3 e impedir uma queda na capacidade de isolamento. Por esta razão, é possível impedir com segurança as paradas nas linhas, devido a uma queda em isolamento da bobina de aquecimento de indução 1.

25 Quando do emprego da presente invenção para uma linha efetiva, como mostrado na Figura 4, foi confirmado que a bobina de aquecimento de indução, de acordo com a presente invenção, manteve uma resistência isolante de 7 MΩ, mesmo após 3 meses após instalação.

30 Por outro lado, uma bobina de aquecimento de indução, coberta com apenas um tecido cerâmico convencional, caiu abaixo de uma resistência isolante de 2 kΩ, cerca de 2 meses depois da instalação. A deterioração em isolamento foi significativa.

Os seguintes experimentos foram conduzidos para confirmar os efeitos vantajosos da estrutura isolada da presente invenção, explicada acima.

Experimento 1: Teste de capacidade de revestimento

5 O material cerâmico de endurecimento superficial "Thermopreg", usado na presente invenção, e o aglutinante cerâmico "Thermodyne" da mesma composição química, mas não contendo quaisquer fibras curtas, foram usados para comparação dos desempenhos de revestimento em folha de cobre resfriada e tecido de alumina (o mencionado acima "Alumina Se-

10 ven"). Nota-se que "Thermodyne" é um produto da Shinnika Thermal Ceramics Corporation, a mesma do "Thermopreg". Ambos têm composições químicas de alumina + sílica de 95% ou mais e temperaturas de uso máximas de 1.400°C.

As superfícies das folhas de cobre resfriadas com água foram

15 revestidas com "Thermopreg" e "Thermodyne" por pincelamento a espessuras de cerca de 1,5 mm e curadas para preparar dois tipos de corpos de prova. Estes corpos de prova foram colocados em um forno elétrico mantido a 650°C e aquecidos por 20 minutos, enquanto sendo resfriados por um fluxo de 3 litros por minuto de água de resfriamento, depois foram submetidos

20 a um resfriamento forçado interno por 20 minutos. Esta operação foi repetida cinco vezes, depois o estado de ocorrência de fissuras e de soltura na superfície dos corpos de prova foi confirmado visualmente.

Por conseguinte, o corpo de prova no qual "Thermodyne" foi revestido na superfície da folha de cobre resfriada com água já sofria de várias

25 fissuras finas, no estágio ao final da cura, e sofreu de empolamento e desprendimento parciais, devido aos aquecimento e resfriamento primários.

Em comparação a isto, o corpo de prova no qual "Thermopreg" foi revestido na superfície da folha de cobre resfriada com água, não apresentou quaisquer fissuras em praticamente todo o estágio do fim da cura e

30 não apresentou quaisquer fissuras ou desprendimento, mesmo após cinco operações repetidas de aquecimento e resfriamento.

A seguir, as superfícies de tecidos de alumina foram revestidas

por pincelamento com "Thermopreg" e "Thermodyne" a espessuras de cerca de 1,5 mm e curadas para preparar dois tipos de corpos de prova. Estes corpos de prova foram colocados em um forno elétrico, mantido a 650°C e aquecido por 20 minutos, depois foram submetidos a um resfriamento forçado interno por 20 minutos. Esta operação foi repetida cinco vezes, depois o estado de ocorrência de fissuras e de soltura na superfície dos corpos de prova foi checado visualmente.

Por conseguinte, o corpo de prova no qual "Thermodyne" foi revestido na superfície do tecido de alumina já sofria de várias fissuras finas no estágio do fim da cura e sofreu de empolamento parcial, devido aos aquecimento e resfriamento primários. Em comparação a isto, o corpo de prova no qual "Thermopreg" foi revestido não tinha, naturalmente, quaisquer fissuras ou desprendimento em praticamente todo o estágio do final da cura e mesmo após cinco operações repetidas de aquecimento e resfriamento.

Como um resultado do teste de capacidade de revestimento, as fibras curtas contendo "Thermopreg" foram boas em adesividade, tanto com a folha de cobre quanto com o tecido de alumina, e, além do mais, não propiciaram fissuras ou desprendimento, mesmo com aquecimento e resfriamento repetidos, de modo que entrada de fumos de zinco e de outras partículas metálicas finas pode ser efetivamente impedida.

Experimento 2: Teste de resistência à voltagem

Como os corpos de prova para o teste de resistir à voltagem, quatro tipos foram preparados: folhas de cobre revestidas nas suas superfícies com apenas "Thermopreg"; folhas de cobre revestidas nas suas superfícies com tecido de alumina e "Thermopreg"; e folhas de cobre revestidas nas suas superfícies com tecido de alumina e "Thermodyne".

Um dos quatro tipos de corpos de prova foi selecionado, como mostrado na Figura 3, o corpo de prova 11 foi preso na extremidade frontal do eletrodo de voltagem 10, um eletrodo terra 12 feito de uma folha de cobre foi colocado em contato com a sua superfície, e a corrente escoando para o eletrodo terra 12 foi detectada, enquanto aumentando gradualmente a voltagem em corrente alternada (CA), aplicada ao eletrodo de voltagem 10, de

modo a testar o desempenho de resistir à voltagem dos quatro tipos de corpos de prova 11. A fonte de energia foi uma fonte de energia comercial. Esta foi intensificada a 2.000 V para uso. Notar que as condições de teste foram uma temperatura de 24°C e uma umidade de 52%.

5 Por conseguinte, o corpo de prova no qual "Thermopreg" foi revestido na superfície da folha de cobre aumentou rapidamente em corrente de carga próximo a 1.000 V e sofreu de ruptura de isolamento. Além disso, o produto da invenção com tecido de alumina e "Thermopreg" coberto na superfície da folha de cobre apresentou uma corrente de carga de cerca de 7
10 mA, mesmo quando intensificado a 2.000 V, apresentou um valor de corrente estável durante o teste, e apresentou uma característica de resistir à voltagem. Em comparação a isto, o corpo com apenas "Thermodyne" revestido na superfície da folha de cobre sofreu de ruptura de isolamento a 1.300 V.

Além disso, o corpo de prova com tecido de alumina e "Thermodyne" coberto na superfície da folha de cobre apresentou uma corrente de carga, quanto intensificado a 2.000 V, de cerca de 20 mA, e um valor de corrente durante o teste flutuou na faixa de 4 a 17 mA ou um tanto instável.

Notar que os valores de resistência a 1.000 V foram, na ordem mencionada acima: 10 MΩ, 13 MΩ, 27 MΩ e 40 MΩ. Dos resultados, da
20 perspectiva total, a melhor característica de resistir à voltagem foi apresentada pela combinação de um tecido de alumina e "Thermopreg".

Experimento 3: Teste de resistir à voltagem na presença de fumos de zinco

Para abordar uma estrutura isolada efetivamente reparada de
25 uma bobina de aquecimento de indução, tecido de alumina revestido com "Thermodyne" e tecido de alumina revestido com "Thermopreg" foram empilhados em duas camadas e testado para resistir à voltagem, por um método similar ao mencionado acima, com o que a corrente de carga foi de 8,3 mA, mesmo a 2.700 V, ou uma boa característica de resistir à voltagem foi apresentada. Notar que as condições de teste foram uma temperatura de 26°C e
30 uma umidade de 46%.

Portanto, a voltagem foi de modo similar intensificada a 2.700 V,

no estado com os fumos de zinco dispersos sobre a superfície de topo do corpo de prova, com o que a corrente de carga aumentou a 12 mA, mas foi confirmado que não havia quaisquer pontos instáveis, mesmo durante o teste e características de resistir à voltagem superiores foram apresentadas, mesmo na presença de fumos de zinco.

Os tecidos de sílica, sílica-alumina contendo boro e sílica-alumina isenta de boro, com aplicação da presente invenção, foram aderidos às folhas de cobre resfriadas com água de um grau similar à bobina de indução e foram depois revestidos com Thermopreg, aquecidos a 500 - 1.200°C por 72 horas, e avaliados para capacidade de isolamento e resistência mecânica. Os resultados são mostrados na Tabela 1.

Além do mais, o isolamento foi avaliado por um aparelho similar ao Experimento 2 apresentado acima. Quando a fonte de energia comercial foi intensificada a 2.000 V e uma alta voltagem foi aplicada e a voltagem de carga foi de mais ou menos 7 mA, ou a característica de resistir à voltagem foi boa, o isolamento foi avaliado como "Bom", enquanto que quando a característica de resistir à voltagem foi inferior e houve ocorrência de ruptura, foi avaliado como "Inferior", como mostrado na Tabela 1. Ainda mais, a resistência mecânica foi avaliada por observação se os tecidos cerâmicos, presos nas folhas de cobre resfriadas, ficaram arqueados durante o tratamento à alta temperatura ou se ocorreram outros problemas. Quando o estado podia ser mantido, a resistência mecânica foi avaliada como "Boa", e quando o estado não podia ser mantido, a resistência mecânica foi avaliada como "Inferior" na Tabela 1.

25 Tabela 1

Condição de temperatura	Sílica + Thermopreg		Sílica-alumina contendo boro + Thermopreg	Sílica-alumina isento de boro + Thermopreg		
	Avaliação de isolamento	Avaliação de resistência mecânica	Avaliação de isolamento	Avaliação de resistência mecânica	Avaliação de isolamento	Avaliação de resistência mecânica
500°C x 72 h	Bom	Boa	Bom	Boa	Bom	Boa
600°C x 72 h	Bom	Boa	Bom	Boa	Bom	Boa
800°C x 72 h	Bom	Inferior	Bom	Boa	Bom	Boa
1000°C x 72 h	Inferior	Inferior	Bom	Inferior	Bom	Boa
1200°C x 72 h	Inferior	Inferior	Bom	Inferior	Bom	Boa

Da Tabela 1, cada material apresentou boas capacidade de isolamento e resistência mecânica até 600°C. Além disso, a sílica apresentou uma queda em resistência mecânica a 800°C e uma ruptura no isolamento a 1.000°C. Sílica-alumina contendo boro também apresentou uma queda em
5 resistência a 1.000°C. Por outro lado, mesmo em sílica-alumina isenta de boro, foi confirmado que não houve queda em resistência mecânica e uma boa capacidade de isolamento foi mantida, mesmo a 1.200°C.

APLICABILIDADE INDUSTRIAL

Por emprego da estrutura isolada de acordo com a presente invenção para uma bobina de aquecimento de indução, é possível manter as
10 características de isolamento iguais ou melhores do que no início e impedir uma queda em isolamento, devido à entrada de fumos de zinco e outras partículas metálicas finas, mesmo sob condições de uso contínuo de uma alta temperatura de centenas de graus Celsius. Por conseguinte, é possível es-
15 tender o tempo de vida útil da bobina de aquecimento de indução.

Devido a isto, a operação estável da instalação é feita e a parada da instalação, devido a dificuldades ou inspeções, pode ser evitada, de modo que é possível contribuir bastante para o aperfeiçoamento da produtividade.

20 Além disso, é desnecessário dizer que a invenção não é limitada à folha de aço. Por aplicação da presente invenção a uma bobina de aquecimento de indução de outros materiais metálicos, efeitos similares podem ser esperados. Esta é uma tecnologia capaz de ser aplicada não apenas à indústria de metais ferrosos, mas também a um mundo industrial mais amplo
25 e tem muito a contribuir para isto.

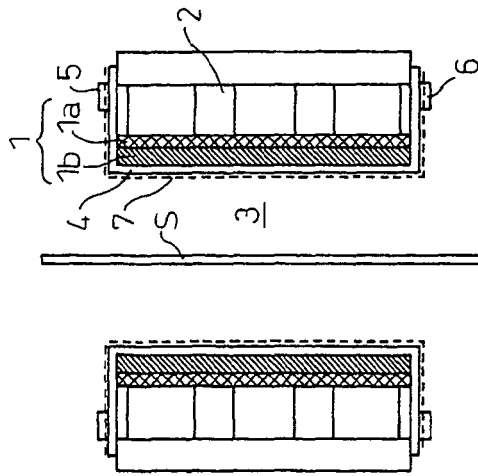
REIVINDICAÇÕES

1. Estrutura isolada de uma bobina de aquecimento de indução (1) para aquecimento de indução de folha de aço, em que a superfície na parte lateral voltada para a folha de aço é coberta por um tecido cerâmico (4), e uma camada termicamente resistente é formada, que é feita de um material cerâmico de endurecimento superficial (7), em um ou em ambos os lados de uma bobina de indução ou de uma folha de aço do tecido cerâmico (4), caracterizada pelo fato de que o referido material cerâmico de endurecimento superficial (7) contém fibras curtas cerâmicas (8).
2. Estrutura isolada de bobina de aquecimento de indução de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que a dita bobina de aquecimento de indução é uma do tipo solenoide.
3. Estrutura isolada de bobina de aquecimento de indução de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que o dito tecido cerâmico (4) é feito de fibras longas cerâmicas de sílica ou sílica-alumina não contendo boro.
4. Estrutura isolada de bobina de aquecimento de indução de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que o dito material cerâmico de endurecimento superficial (7) inclui partículas finas de alumina ou sílica-alumina, fibras curtas cerâmicas de sílica-alumina, sílica coloidal e um aglutinante orgânico.
5. Estrutura isolada de bobina de aquecimento de indução de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que as ditas fibras curtas cerâmicas (8) são obtidas por formação de fibras de uma massa de fibras cerâmicas.
6. Estrutura isolada de bobina de aquecimento de indução de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que o dito material cerâmico de endurecimento superficial (7) é revestido por aspensão na superfície do tecido cerâmico, para formar uma camada isolante termicamente resistente.
7. Estrutura isolada de bobina de aquecimento de indução de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que a dita bobina

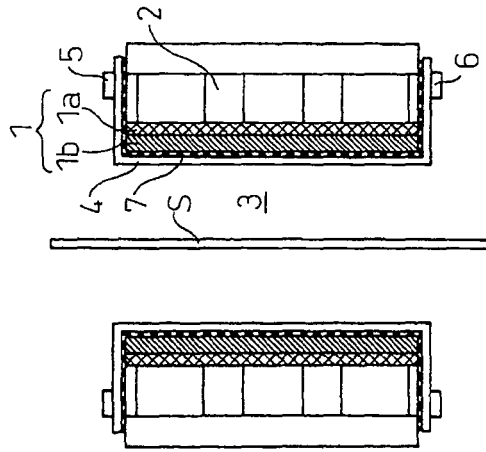
de aquecimento de indução é instalada em um forno de recozimento contínuo de folha de aço ou um forno de formação de ligas de uma instalação de eletrodeposição.

Fig.1

(a)



(b)



(c)

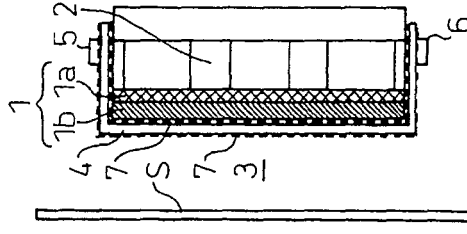


Fig.2

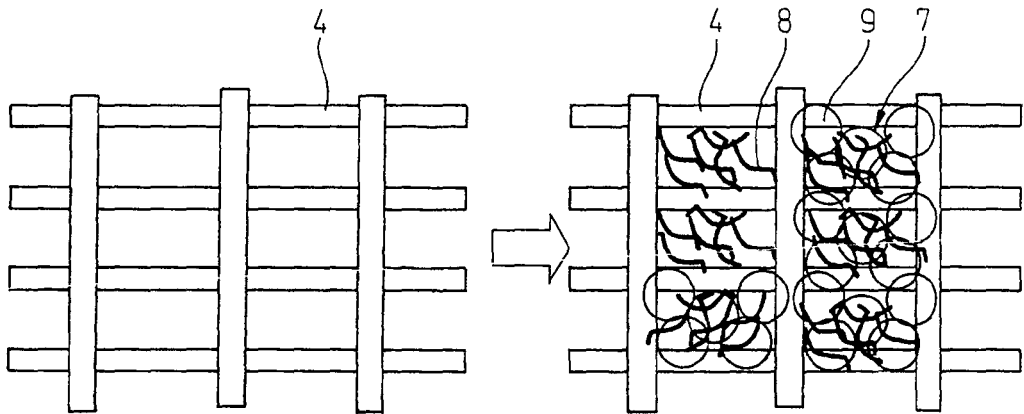


Fig.3

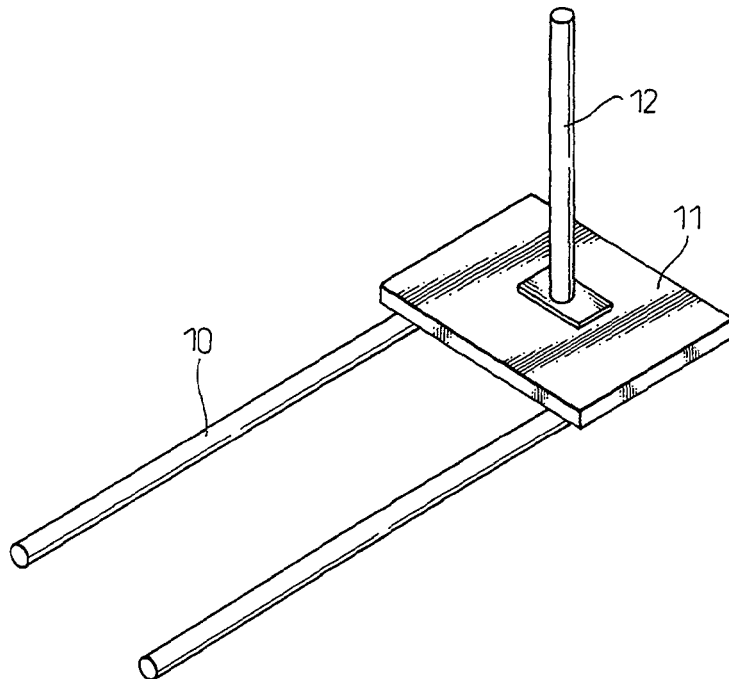


Fig.4

