

(22) Data de pedido: **2008.10.16**

(30) Prioridade(s): **2007.10.16 JP 2007269018**

(43) Data de publicação do pedido: **2010.07.28**

(45) Data e BPI da concessão: **2015.08.12**  
**198/2015**

(73) Titular(es):

**MITSUBISHI MATERIALS CORPORATION**  
**3-2, OTEMACHI 1-CHOME CHIYODA-KU TOKYO**  
**100-8117** **JP**

(72) Inventor(es):

**HATTORI, YOSHIKI** **JP**  
**YOSHIKI HATTORI** **JP**  
**HITOSHI NAKAMOTO** **JP**

(74) Mandatário:

**NUNO MIGUEL OLIVEIRA LOURENÇO**  
**RUA CASTILHO, Nº 50 - 9º 1269-163 LISBOA** **PT**

(54) Epígrafe: **PROCESSO DE FABRICO DE FIO DE LIGA DE COBRE**

(57) Resumo:

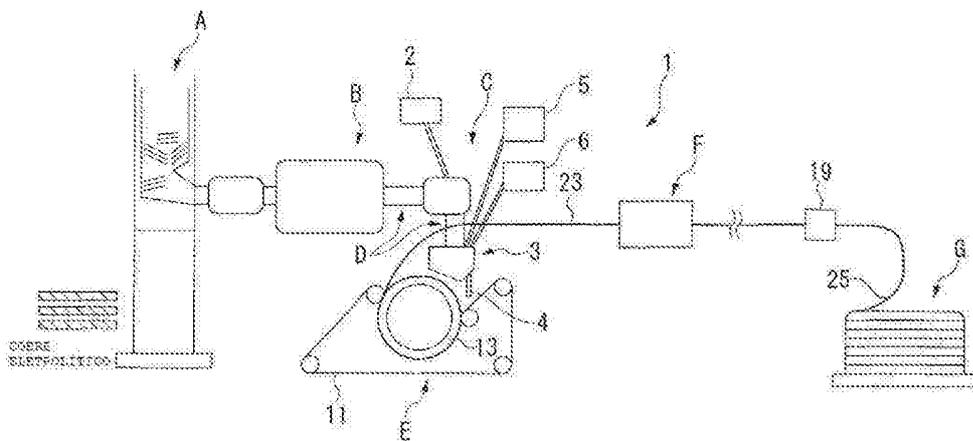
FORNECER UM MÉTODO DE PRODUIR CONTINUAMENTE UM FIO DE LIGA DE COBRE CONTENDO FÓSFORO, ADICIONANDO FÓSFORO OU UM ELEMENTO QUE É MENOS SOLÚVEL DO QUE FÓSFORO AO COBRE FUNDIDO. O MÉTODO INCLUI: ADICIONAR UM ELEMENTO MENOS SOLÚVEL NUM FORNO DE AQUECIMENTO PARA MANTER O COBRE FUNDIDO ENVIADO A PARTIR DE UM FORNO DE FUSÃO A UMA TEMPERATURA ELEVADA PRÉ-DETERMINADA; TRANSFERIR O COBRE FUNDIDO ENVIADO A PARTIR DO FORNO DE AQUECIMENTO PARA UMA PANELA; ADICIONAR O FÓSFORO AO COBRE FUNDIDO DEPOIS DE DIMINUIR A TEMPERATURA DO COBRE FUNDIDO NA PANELA; FORNECER O COBRE FUNDIDO A PARTIR DA PANELA PARA UM APARELHO DE VAZAMENTO CONTÍNUO SOBRE TAPETES ROLANTES; E LAMINANDO UM MATERIAL DE COBRE FUNDIDO À SAÍDA DO APARELHO DE VAZAMENTO CONTÍNUO SOBRE TAPETES ROLANTES, PRODUZINDO ASSIM CONTINUAMENTE UM FIO DE LIGA DE COBRE CONTENDO FÓSFORO.

## RESUMO

### "PROCESSO DE FABRICO DE FIO DE LIGA DE COBRE"

Fornecer um método de produzir continuamente um fio de liga de cobre contendo fósforo, adicionando fósforo ou um elemento que é menos solúvel do que fósforo ao cobre fundido. O método inclui: adicionar um elemento menos solúvel num forno de aquecimento para manter o cobre fundido enviado a partir de um forno de fusão a uma temperatura elevada pré-determinada; transferir o cobre fundido enviado a partir do forno de aquecimento para uma panela; adicionar o fósforo ao cobre fundido depois de diminuir a temperatura do cobre fundido na panela; fornecer o cobre fundido a partir da panela para um aparelho de vazamento contínuo sobre tapetes rolantes; e laminando um material de cobre fundido à saída do aparelho de vazamento contínuo sobre tapetes rolantes, produzindo assim continuamente um fio de liga de cobre contendo fósforo.

FIG. 1



## DESCRIÇÃO

### "PROCESSO DE FABRICO DE FIO DE LIGA DE COBRE"

#### CAMPO TÉCNICO

A presente invenção refere-se a um método de fabrico de um fio de liga de cobre por adição de elementos menos solúveis, tais como ferro e fósforo ao cobre fundido, num forno de fusão, e vazamento e laminagem contínua do cobre fundido.

#### ANTECEDENTES DA TÉCNICA

Os fios de liga de cobre contendo ferro e fósforo têm excelente resistência à abrasão. Benefícios do uso dos materiais para o carrinho de fio de contacto de uma via férrea inclui a substituição menos frequente do fio. Assim, o uso do fio de liga de cobre contendo ferro e fósforo pode reduzir os custos de manutenção dos condutores aéreos de contacto.

Como um método de fabrico dos fios de liga de cobre contendo ferro e fósforo, o Documento de Patente 1 divulga um método de vazamento contínuo.

No método, depois do cobre fundido ser vertido para fora de um forno de cuba onde uma matéria-prima de cobre é fundida, o cobre fundido é mantido numa atmosfera não-oxidante durante um certo período de tempo. Em seguida, gases de oxigénio e gases de hidrogénio são removidos do cobre fundido por um aparelho de desgaseificação. Um primeiro elemento de liga é então adicionado ao cobre fundido, enquanto o cobre fundido é aquecido por um forno de aquecimento a uma temperatura elevada. Assim, o cobre

fundido é transferido para uma panela por meio de um canal de escoamento, e um segundo elemento de liga é adicionado ao cobre fundido na panela. Adicionando ferro, como o primeiro elemento de liga e fósforo como o segundo elemento de liga, a liga de cobre contendo fósforo e ferro pode ser produzida. Um lingote é produzido pela transferência do cobre fundido da panela para um molde de grafite, e finalmente, os fios de ligas de cobre são obtidos após a aplicação do processamento por extrusão sobre o lingote.

Como um método de produzir continuamente um fio de liga de cobre, o Documento de Patente 2 divulga um método, em que um aparelho sobre tapetes rolantes é usado, com processos de vazamento e laminagem integrados.

A parte principal do aparelho de vazamento contínuo sobre tapetes rolantes é feita de um tapete sem fim que se desloca circularmente e uma roda de vazamento, que é rodada por ter uma parte da sua circunferência em contacto com o tapete sem fim. O aparelho de vazamento contínuo está ligado a um grande forno de fusão, tal como um forno de cuba e está também ligado a um aparelho de laminagem. Na configuração, a produção de cobre fundido a partir do forno de fusão é continuamente vazado e laminado, produzindo um fio de cobre na linha de produção a alta velocidade. Assim, o aparelho de vazamento contínuo sobre tapetes rolantes pode atingir uma elevada produtividade e permite a produção em massa, reduzindo conseqüentemente o custo de produção de fio de cobre.

Documento de Patente 1: Publicação de Pedido de Patente Japonesa Não Examinada No.2006-341268

Documento de Patente 2: Publicação de Pedido de Patente Japonesa Não Examinada No.2001-314.950

JP 2006 283181 descreve um carrinho de fio feito de uma liga de cobre contendo ferro e fósforo, e um método de fabrico do mesmo.

US 2001/0028135 descreve um aparelho para fabricar um fio de cobre utilizando um prato curvo.

#### DIVULGAÇÃO DA INVENÇÃO

#### PROBLEMAS A SEREM RESOLVIDOS PELA INVENÇÃO

Espera-se que a redução de custo possa ser alcançada por vazamento e laminagem contínua do fio de liga de cobre contendo ferro e fósforo divulgado no Documento de Patente 1 usando o aparelho de vazamento contínuo sobre tapetes rolantes divulgado no Documento de Patente 2.

No caso em que é o vazamento e realizado usando o molde de grafite divulgado no Documento de Patente 1, o lingote com uma secção transversal grande é vazado na vertical, enquanto, no caso do aparelho de vazamento contínuo sobre tapetes rolantes divulgado no Documento de Patente 2, o cobre fundido é dobrado durante o vazamento. Assim, sem uma composição de vazamento apropriada, as fendas são prováveis de ocorrer durante o arrefecimento, quando o lingote feito no método divulgado no Documento de Patente 1 é submetido ao processo contínuo divulgado no Documento de Patente 2. A fim de evitar a fissuração, a diferença entre a temperatura do cobre fundido e a temperatura de solidificação do cobre ter de ser reduzida. No entanto, existe uma limitação para a redução da temperatura do cobre fundido, uma vez que menos ferro solúvel é adicionado à liga de cobre.

A presente invenção foi feita tendo em vista a situação acima, um objectivo do qual é para permitir a produção em

contínuo de um fio de liga de cobre contendo fósforo usando um aparelho de vazamento contínuo sobre tapete rolante enquanto se funde um elemento menos solúvel, tal como ferro, e para alcançar a redução de custos.

#### MEIOS PARA RESOLVER O PROBLEMA

De acordo com a invenção, é fornecido o método da reivindicação 1.

O elemento menos solúvel e o fósforo, que pode ser derretido a uma temperatura mais baixa do que o elemento menos solúvel, são adicionados, separadamente no processo de adição. O elemento menos solúvel é fundido com antecedência, mantendo o cobre fundido transferido do forno de fusão, a uma temperatura elevada. O fósforo é então adicionado após diminuir a temperatura do cobre fundido. Por conseguinte, quando o cobre fundido é fornecido ao aparelho de vazamento contínuo sobre tapetes rolantes a partir da panela, a temperatura do cobre fundido é reduzida. Assim, é possível realizar adequadamente a fundição que é acompanhado com flexão.

O elemento menos solúvel é um ou mais elementos seleccionados de entre um grupo constituído por ferro, níquel, cobalto, e cromo. No método de fabrico de acordo com a invenção, uma massa de cobre é adicionada ao cobre fundido, a fim de diminuir a temperatura do cobre fundido.

Além disso, a primeira temperatura do cobre fundido na altura da adição do elemento menos solúvel pode ser igual ou superior a 1150°C, e a segunda temperatura do cobre fundido na altura da adição do fósforo pode ser igual ou inferior a 1130°C. Além disso, a primeira temperatura do cobre fundido na altura da adição do elemento menos solúvel

pode ser igual ou superior a 1170°C, e a segunda temperatura do cobre fundido na altura da adição de fósforo pode ser igual ou inferior a 1120°C.

#### EFEITOS VANTAJOSOS DA INVENÇÃO

De acordo com o aspecto da presente invenção, o elemento menos solúvel é adicionado ao cobre fundido a partir do forno de fusão, mantendo o cobre fundido a uma temperatura elevada no forno de aquecimento, de modo que o elemento menos solúvel pode ser mantido fundido. Além disso, o cobre fundido é fornecido ao aparelho de vazamento contínuo sobre tapetes rolantes após diminuir a temperatura do cobre fundido de alta temperatura, de modo que a fundição que é acompanhada com flexão pode ser apropriadamente realizada pelo aparelho de vazamento contínuo sobre tapetes rolantes, evitando assim a ocorrência de fissuras.

#### BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

Fig.1 é um diagrama que ilustra esquematicamente a configuração de um aparelho de produção utilizado para um método de fabrico de um fio de liga de cobre de acordo com uma forma de realização da invenção.

Fig.2A é um gráfico que mostra o resultado de deteção de defeitos de correntes de Foucault da forma de realização do Exemplo 1.

Fig.2B é um gráfico que mostra o resultado de deteção de defeitos de correntes de Foucault do exemplo comparativo do Exemplo 1.

Fig.3A é um gráfico que mostra o resultado de deteção de defeitos de correntes de Foucault da forma de realização do Exemplo 2.

Fig.3B é um gráfico que mostra o resultado de detecção de defeitos de correntes de Foucault do exemplo comparativo do Exemplo 2.

#### DESCRIÇÃO DOS SIMBOLOS DE REFERÊNCIA

- 1: APARELHO DE PRODUÇÃO DE FIO DE LIGA DE COBRE
- 2: PRIMEIROS MEIOS DE ADIÇÃO
- 3: PANELA
- 4: BOCAL
- 5: MEIOS DE ARREFECIMENTO DO COBRE FUNDIDO
- 6: MEIOS DE ADIÇÃO DE FÓSFORO
- 11: TAPETE SEM FIM
- 13: RODA DE VAZAMENTO
- A: FORNO DE FUSÃO
- B: FORNO DE MANUTENÇÃO
- C: FORNO DE AQUECIMENTO
- D: CALHA DE VAZAMENTO
- E: APARELHO DE VAZAMENTO CONTÍNUO SOBRE TAPETES ROLANTES
- F: APARELHO DE LAMINAGEM
- G: BOBINE

#### MELHOR MODO PARA REALIZAR A INVENÇÃO

Doravante, um método de fabrico de um fio de liga de cobre contendo fósforo de acordo com uma forma de realização da invenção que será descrita com referência aos desenhos anexos.

Em primeiro lugar, um aparelho de produção vai ser descrito.

As peças principais de um aparelho de produção 1 de uma liga de cobre de acordo com esta forma de realização inclui um forno de fusão de A, um forno de manutenção B, um forno

de aquecimento C, uma calha de vazamento D, e um aparelho de vazamento contínuo sobre tapetes rolantes E, um aparelho de laminagem F, e uma bobine G.

À medida que o forno de fusão A, por exemplo, um forno de cuba que tem um corpo principal cilíndrico do forno é usado adequadamente. Numa parte inferior do forno de fusão A, uma pluralidade de queimadores (não mostrado) é fornecido ao longo de uma direção circunferencial em várias fases, numa direção vertical. No forno de fusão A, ocorre combustão numa atmosfera redutora, produzindo assim, um denominado cobre fundido isento de oxigénio. A atmosfera redutora pode ser obtida através do aumento da proporção de combustível de, por exemplo, uma mistura gasosa de gás natural e ar.

O forno de manutenção B é usado para manter temporariamente a saída do cobre fundido a partir do forno de fusão A e controlar a quantidade do cobre fundido fornecido para um lado a jusante a um nível constante. O forno de manutenção B inclui um meio de aquecimento tais como um queimador para evitar que a temperatura mantida do cobre fundido de diminuir. Além disso, o interior do forno é mantido numa atmosfera redutora por um aumento da proporção de combustível do queimador.

À medida que o forno de aquecimento C, por exemplo, um forno eléctrico de pequena escala é usado. O forno de aquecimento C aquece o cobre fundido fornecido através do forno de manutenção B a uma pré-determinada temperatura alta e envia o cobre fundido fornecido para a calha de vazamento D num estado de alta temperatura.

Além disso, o forno de aquecimento C é fornecido um primeiro meio da adição 2 por adição de um elemento menos solúvel, tal como o ferro, ao cobre fundido a alta

temperatura no forno de aquecimento C. O elemento menos solúvel, tal como o ferro, a ser adicionada é, por exemplo, numa forma granular.

A calha de vazamento D liga o forno de manutenção B para um forno de aquecimento C, e o forno de aquecimento C para uma panela 3, para selar o cobre fundido numa atmosfera não oxidante e realizar desgaseificação depois disso para transferir o cobre fundido para a panela 3. A atmosfera não oxidante é formado por sopro, por exemplo, uma mistura gasosa de azoto e de monóxido de carbono ou um gás nobre tal como o árgon como gás inerte para a calha de vazamento D. Para a desgaseificação, uma pluralidade de barreiras (não mostrada) são fornecidas na calha de vazamento D, e um número de bolas ou pó feitas de carbono (não mostrado) são fornecidas entre as barreiras em suspensão. A desgaseificação é realizada por agitação do cobre fundido pelas barreiras. As bolas ou pó feitas de carbono podem capturar eficazmente oxigénio no cobre fundido e descarregando-a como monóxido de carbono.

A panela 3 é fornecida com um bocal 4 numa extremidade na direcção do fluxo do cobre fundido de tal modo que o cobre fundido é fornecido a partir da panela 3 para o aparelho de vazamento contínuo sobre tapetes rolantes E. Além disso, a panela 3 é fornecida com meios de arrefecimento de cobre fundido 5 e meios de adição de fósforo 6. Os meios de arrefecimento de cobre fundido 5 é usado para a adição de massas de cobre como material de arrefecimento para o cobre fundido para reduzir a temperatura do cobre fundido devido ao calor da fusão das massas de cobre. O meios de adição de fósforo 6 é usado para a adição de fósforo no cobre fundido que está a uma temperatura baixa devido à adição das massas de cobre.

Posições dos meios de arrefecimento de cobre fundido 5 e os meios de adição de fósforo 6 não estão limitados à panela 3. No entanto, a fim de adicionar fósforo ao cobre fundido que é submetido a desoxidação e desidrogenação de modo a evitar reações químicas entre o fósforo e o oxigénio tanto quanto possível, é preferível que as posições sejam fornecidas entre uma extremidade da calha de vazamento D, que passa por um meio de desgaseificação e uma extremidade da panela 3.

O aparelho de vazamento contínuo sobre tapetes rolantes E inclui um tapete sem fim 11 que se move de forma circular e uma roda de vazamento 13, que é rodada, permitindo que uma parte da circunferência do mesmo para entrar em contacto com o tapete sem fim 11. O aparelho de vazamento contínuo sobre tapetes rolantes E é também ligado ao aparelho de laminagem F.

O aparelho de laminagem F executa a laminagem sobre um material de base de fio de fundição 23 de saída a partir do aparelho de vazamento contínuo sobre tapetes rolantes E. O aparelho de laminagem F está ligado à bobine G através de um detetor de defeitos 19.

Em seguida, um método de fabrico de um fio de liga de cobre que contém fósforo usando o aparelho de produção de um fio de liga de cobre contendo fósforo configurado como descrito acima será descrito.

Em primeiro lugar, uma matéria-prima de cobre, tal como cobre electrolítico é carregado para dentro do forno de fusão A, e a matéria-prima de cobre é fundida através da combustão do queimador, obtendo-se assim o cobre fundido. Aqui, o forno de fusão A é criado numa atmosfera redutora para produzir cobre fundido num estado de baixo oxigénio.

O cobre fundido obtido no forno de fusão A é transferido num estado onde o cobre fundido é controlado a um caudal constante por ser mantido temporariamente pelo forno de manutenção B e fornecido para o forno de aquecimento C. O cobre fundido é, por exemplo, a uma temperatura igual ou inferior a 1100°C imediatamente após o forno de fusão A, devido ao queimador e é mantido a uma temperatura elevada (primeira temperatura) de, por exemplo, 1150 a 1240°C no forno de aquecimento C. A primeira temperatura é preferencialmente na gama de 1190 a 1210°C.

Além disso, o ferro (Fe) é adicionado ao forno de aquecimento C. Neste caso, o cobre fundido a, por exemplo, 1100°C, como sai a partir do forno de fusão A e o forno de manutenção B, o ferro adicionado não é completamente fundido e é mais provável que se mantenha como ferro não dissolvido. No entanto, uma vez que o cobre fundido no forno de aquecimento C é mantido a uma temperatura suficientemente elevada, mesmo o ferro menos solúvel no estado sólido pode ser completamente derretido. Como o ferro, por exemplo, ferro metálico numa forma granular é utilizado.

De modo a fundir o ferro, pode ser utilizado um método de adição de uma liga de Cu-Fe. No entanto, a liga é cara, como um aditivo, o que não é preferível.

Em seguida, o cobre fundido é enviado a partir do forno de aquecimento C através da calha de vazamento D. Uma vez que a calha de vazamento D é criada numa atmosfera não oxidante e é fornecido com as barreiras (não mostrado), o cobre fundido é agitado enquanto flui para ser desgaseificado. A desgaseificação é realizada para impedir a formação de óxidos a partir de Fe ou Sn ou semelhante de serem incorporados no cobre fundido, e para fazer que a

concentração de oxigénio do cobre fundido seja finalmente 10 ppm.

O cobre fundido desgaseificado é enviada para a panela 3, e as massas de cobre dão entrada na panela 3 como o material de arrefecimento e o fósforo é adicionado para lá pelos meios de arrefecimento do cobre fundido 5 e os meios de adição de fósforo 6, respectivamente. À medida que a massa de cobre, por exemplo, no caso de uma velocidade de vazamento de 23 t/h, uma massa com um volume de 1 a 150 mm<sup>3</sup> de entrada é de 150 kg/hora. Ao introduzir a massa de cobre, a temperatura do cobre fundido é reduzido para uma segunda temperatura mais baixa do que a primeira temperatura, por exemplo, a uma temperatura de 1085 a 113°C. A segunda temperatura é, preferencialmente no intervalo de 1090 a 1110°C.

Além disso, o fósforo é adicionado ao cobre fundido de diminuição de temperatura. Como o fósforo como um aditivo, uma liga à base de cobre (liga base de 15% P) é utilizada contendo 15% em peso de fósforo (P). A temperatura do cobre fundido tinha sido diminuída para estar no intervalo de 1085 a 1130°C, no momento da adição de fósforo uma vez que, quando a temperatura do cobre fundido é superior a 1130°C, um cristal colunar grosseiro cresce e fissuras ou defeitos são mais prováveis de ocorrer no material de base do fio fundido 23.

Além disso, se o cobre fundido enviado a partir do forno de fusão A é fornecido sem passar através do forno de aquecimento C, o fósforo pode ser adicionado ao cobre fundido a uma temperatura relativamente baixa. No entanto, neste caso, o ferro menos solúvel no estado sólido não é fundido, mas permanece como ferro não fundido, o que não é preferível. Por conseguinte, a fim de fundir o ferro, a

temperatura do cobre fundido é aumentada uma vez, e depois de o ferro no estado sólido estar completamente fundido, a temperatura do cobre fundido é diminuída para adicionar fósforo.

O cobre fundido adicionado com ferro e fósforo tal como descrito acima é injectado ao aparelho de vazamento contínuo sobre tapetes rolantes E a partir da panela 3, de modo a ser continuamente fundido, e quando o produto fundido sai a partir do aparelho de vazamento contínuo sobre tapetes rolantes E, é moldado no material de base do fio fundido 23. O material de base do fio fundido 23 é laminado pelo aparelho de laminagem F para ser produzido como um material de base de liga de cobre contendo fósforo 25, a existência de defeitos do material de base de liga de cobre 25 é detetado pelo detetor de defeitos 19, e o material de base de liga de cobre é enrolado pela bobine G, enquanto que um óleo lubrificante tal como a cera é aplicada ao mesmo.

Neste método produtivo, o ferro no estado sólido é completamente fundido, e um material de base de liga de cobre contendo fósforo 25 com boa qualidade e sem fissuras ou semelhante pode ser produzido. Além disso, o material de base de liga de cobre contendo fósforo 25 é submetido a um tratamento de solubilização, um tratamento de envelhecimento, e um tratamento de descascamento e é então atraído para um carrinho de fio com uma ranhura.

Por exemplo, é possível obter um fio de liga de cobre contendo fósforo feito de 0,080 a 0,500% em peso de Sn, 0,001 a 0,300% em peso de Fe, 0,001 a 0,100% em peso de P, e o resto incluindo Cu e impurezas inevitáveis. Particularmente, é preferível que o carrinho de fio seja feita de 0,100 a 0,150% em peso de Sn, 0,080 a 0,120% em

peso de Fe, 0,025 a 0,040% em peso de P, e o resto incluindo Cu e impurezas inevitáveis e uma taxa de Fe/P de 2,5 a 3,2.

#### EXEMPLO 1

A influência da temperatura do cobre fundido na altura da adição de fósforo na panela na ocorrência de fissuras foi estudada por experimentação.

Com uma massa de cobre como material de arrefecimento, foi utilizada uma esfera de cobre isenta de oxigênio para eletrodeposição com um diâmetro de 11 mm. Massas de cobre foram adicionadas a uma taxa de, por exemplo, 200 peças/hora enquanto que a temperatura do cobre fundido foi monitorizado e os dados utilizados para ajustar a taxa. A temperatura do cobre fundido foi 1120°C. O cobre fundido foi laminado por meio de um aparelho de laminagem, enquanto o cobre fundido foi vazado continuamente por um aparelho de vazamento contínuo sobre tapetes rolantes, produzindo, assim, fio de liga de cobre estirado-desgastado com um diâmetro de 18 mm. O fio de liga de cobre foi uma liga de cobre feita de 0,118% em peso de Sn, 0,090% em peso de Fe, e 0,031% em peso de P, e o balanço incluindo Cu e impurezas inevitáveis. Neste caso, a taxa de Fe/P foi cerca de 2,9. A concentração de oxigênio (O) foi de 8 ppm. Um gráfico que mostra os resultados de detecção de defeitos de um detetor de defeitos de correntes de Foucault do fio de liga de cobre é mostrado na Fig.2A.

Quando a adição do material de arrefecimento na panela foi limitada, a temperatura do cobre fundido passou a 1140°C, e neste caso, uma liga de cobre feita de 0,118% em peso de Sn, 0,078% em peso de Fe, e 0,051% em peso de P, e o balanço incluindo Cu e impurezas inevitáveis foi obtida. A

concentração de oxigénio (O) foi de 6 ppm. Um gráfico que mostra os resultados de deteção de fluxo do fio de liga de cobre é mostrado na Fig.2B.

No caso do exemplo anterior, cerca de 4000kg de fio de liga de cobre foi produzido, e um pequeno defeito de uma forma que não tem efeito sobre o produto e dois defeitos intermédios foram descobertos, e não houve grandes defeitos que constituem um defeito do produto. Pelo contrário, no caso do último exemplo comparativo, cerca de 2800kg de fio de liga de cobre foi produzido, e muitos grandes defeitos foram descobertos pelo detetor de defeitos a serem contados pelo detetor.

#### EXEMPLO 2

Em seguida, um fio de liga de cobre (uma assim chamada liga HRS) feito de 1550 ppm de Co, 310 ppm de Ni, 280 ppm de Zn, 380 ppm de Sn, e 470 ppm de P, e o balanço incluindo Cu e impurezas inevitáveis foi produzido por fundição contínua pelo acima descrito aparelho de vazamento contínuo sobre tapetes rolantes e laminado através do aparelho de laminagem. A concentração de oxigénio (O) foi de 6 ppm.

Massas de cobre foram adicionados na panela como um material de arrefecimento a uma taxa de, por exemplo, 200 peças/hora. A temperatura da panela foi ajustada para 1115°C e, enquanto a temperatura do cobre fundido foi monitorizada e os dados utilizados para ajustar a taxa. Fig.3A mostra os resultados da deteção de defeitos com o detetor de defeitos de correntes de Foucault do fio de liga de cobre produzido sob estas condições.

Quando a adição do material de arrefecimento na panela foi limitada, a temperatura do cobre fundido tornou-se 1140°C.

Fig.3B mostra os resultados de detecção de defeitos do detetor de defeitos de correntes de Foucault do fio de liga de cobre produzido sob estas condições.

No caso do exemplo em que a temperatura da panela foi ajustado para 1115°C, cerca de 4000kg de fio de liga de cobre foi produzido, e 19 pequenos defeitos, que não têm efeito sobre o produto e 12 defeitos intermédios foram descobertos, e houve 6 grandes defeitos que podem ser defeitos do produto. Pelo contrário, no caso do exemplo comparativo, em que a temperatura da panela foi ajustado para 1140°C, cerca de 4000kg de fio de liga de cobre foi produzido, e foram descobertos um incontável grande número de pequenos e intermédios defeitos, com 45 grandes defeitos.

Além disso, a presente invenção não deve ser limitada à forma de realização acima, mas pode ser modificada de várias maneiras dentro do âmbito de aplicação não se afastando do teor da presente invenção. Por exemplo, a entrada do material de arrefecimento na panela pode ser uma esfera de cobre feita de cobre desoxidado contendo fósforo e o arrefecimento do cobre fundido e a adição de fósforo podem ser realizados simultaneamente. Além disso, o fio de liga de cobre contendo fósforo produzido pelo método de fabrico da invenção pode ser aplicado a, fios outros que não carrinhos de fios, tal como, por exemplo, um fio para um veículo que tem um diâmetro de, por exemplo, 8 a 30mm.

Embora, a configuração em que a liga à base de cobre (15% de liga à base de P) foi adicionada por meio de adição de fósforo fornecidos na panela foi descrita, a invenção não se limita a isso. Outros elementos que não fósforo podem ser adicionados usando os meios de adição de fósforo. Como alternativa, para além dos meios de adição de fósforo, uns

segundos meios de adição podem ser fornecidos na panela para adicionar outros elementos.

### EXEMPLO 3

Um fio de liga de cobre feito de 0,118% em peso de Sn, 0,090% em peso de Fe, e 0,031% em peso de P, e o balanço incluindo Cu e inevitáveis impurezas foi produzido por fundição contínua pelo acima descrito aparelho de vazamento contínuo sobre tapetes rolantes e laminado através do aparelho de laminagem. A concentração de oxigênio (O) foi de 8 ppm.

Primeiro, o cobre fundido obtido pelo forno de fusão foi temporariamente retido pelo forno de manutenção. O cobre fundido retido foi fornecido ao forno de aquecimento, enquanto o cobre fundido foi controlado a uma taxa de fluxo constante. Uma quantidade predeterminada de ferro (Fe) foi adicionada enquanto a temperatura do forno de aquecimento foi mantida a 1200°C. O cobre fundido ao qual o ferro (Fe) tem sido adicionado foi transferido para a panela através da calha de vazamento. Aqui, a fim de arrefecer o cobre fundido, um material de arrefecimento foi adicionado. Com uma massa de cobre como material de arrefecimento, foi utilizada uma esfera de cobre isenta de oxigênio para eletrodeposição com um diâmetro de 11 mm, e as massas de cobre foram adicionadas a uma taxa de, por exemplo, 220 peças/hora enquanto que a temperatura do cobre fundido estava monitorizada e os dados utilizados para ajustar a taxa. A temperatura do cobre fundido foi de 1100°C. Aqui, uma quantidade pré-determinada de fósforo (P) e estanho (Sn) foram adicionadas ao cobre fundido, e o cobre fundido foi continuamente vazado pelo aparelho de vazamento contínuo sobre tapetes rolantes e laminado através do

aparelho de laminagem, produzindo, assim, fio de liga de cobre estirado-desgastado com um diâmetro de 18 mm.

Defeitos na superfície do fio foram medidos utilizando o detetor de defeitos de correntes de Foucault. No caso deste exemplo, cerca de 4000kg de fio de liga de cobre foi produzido. Não foram observados pequenos defeitos. Um defeito intermédio, o qual tem um efeito sobre o produto, foi descoberto. Sem grandes defeitos, que constituem um defeito do produto, não foram descobertos. Além disso, quando uma secção transversal de fio de liga de cobre foi observada usando um microscopio metalográfico a 500x, não foi detetado nenhum ferro não dissolvido(Fe).

Lisboa, 28 de Agosto de 2015

## **REIVINDICAÇÕES**

1. Um método de produzir continuamente um fio de liga de cobre contendo fósforo (25) pela adição de fósforo e um elemento que é menos solúvel do que o fósforo ao cobre fundido, compreendendo o método:

transferir o cobre fundido de um forno de fusão (A) para um forno de aquecimento (C) e adicionar o elemento menos solúvel ao cobre fundido, mantendo o cobre fundido a uma primeira temperatura no forno de aquecimento (C);

transferir o cobre fundido a partir do forno de aquecimento (C) para a panela (3) e adicionar fósforo após diminuir a temperatura do cobre fundido, adicionando uma massa de cobre ao cobre fundido, para uma segunda temperatura que é inferior à primeira temperatura ; e

produzir um material de cobre fundido (23), fornecendo o cobre fundido a partir da panela (3) a um aparelho de vazamento contínuo sobre tapetes rolantes (E), e laminando o material de cobre fundido (23) na saída a partir do aparelho de vazamento contínuo sobre tapetes rolantes (E), produzindo assim continuamente o fio de liga de cobre contendo fósforo (25);

caracterizado por o elemento que é menos solúvel do que o fósforo é um ou mais elementos seleccionados do grupo constituído por ferro, níquel, cobalto, e cromo.

2.0 método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por a primeira temperatura do cobre fundido na altura da adição do elemento menos solúvel é igual ou superior a 1150°C, e a segunda temperatura do cobre fundido na altura da adição do fósforo é igual ou menor do que 1130°C.

Lisboa, 28 de Agosto de 2015

FIG. 1

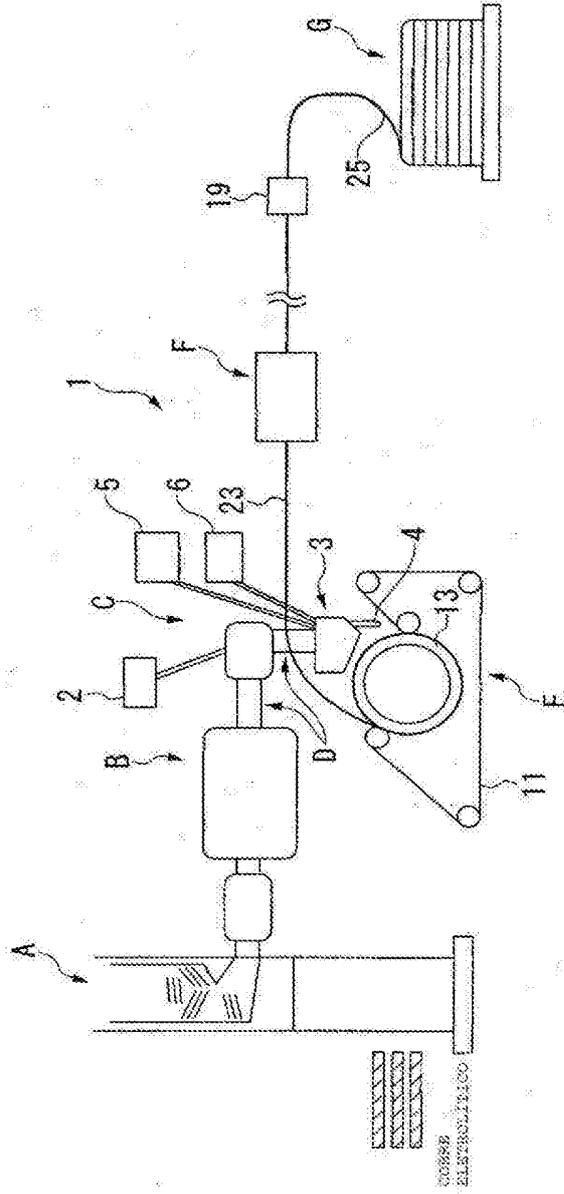


FIG. 2A



FIG. 2B

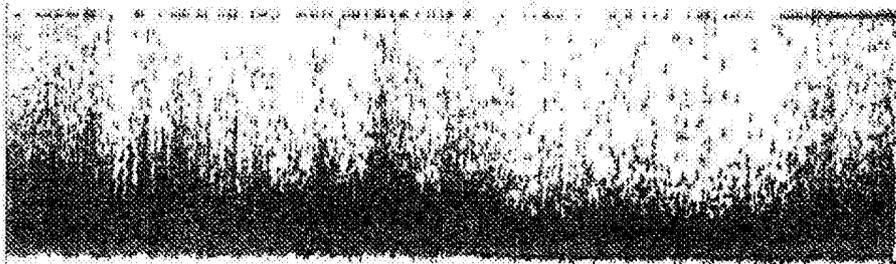


FIG. 3A

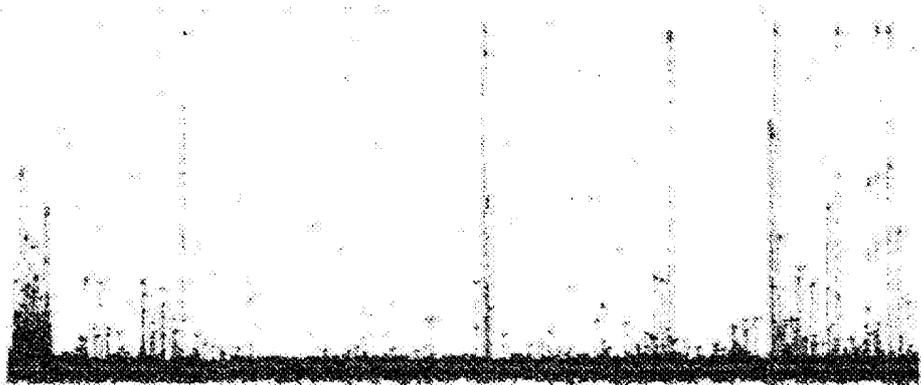


FIG. 3B

