



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 1008747-8 B1



(22) Data do Depósito: 21/01/2010

(45) Data de Concessão: 26/11/2019

(54) Título: PLUGUE, FRESA DE LAMINAÇÃO POR PERFURAÇÃO E MÉTODO DE FABRICAÇÃO DE TUBO CONTÍNUO PELO USO DO MESMO

(51) Int.Cl.: G01L 1/10; G01G 3/16; G01G 21/22; G01L 1/26.

(30) Prioridade Unionista: 03/03/2009 JP 2009-049442; 30/04/2009 JP 2009-111068.

(73) Titular(es): NIPPON STEEL CORPORATION.

(72) Inventor(es): YASUTO HIGASHIDA; YASUYOSHI HIDAKA; KAZUHIRO SHIMODA; TOMIO YAMAKAWA.

(86) Pedido PCT: PCT JP2010050668 de 21/01/2010

(87) Publicação PCT: WO 2010/100968 de 10/09/2010

(85) Data do Início da Fase Nacional: 05/08/2011

(57) Resumo: PLUGUE, FRESA DE LAMINAÇÃO POR PERFURAÇÃO E MÉTODO DE FABRICAÇÃO DE TUBO CONTÍNUO PELO USO DO MESMO Trata-se de um plugue que inclui uma parte de borda frontal que tem uma curvatura convexa; uma porção cilíndrica que tem um formato quase ou verdadeiramente cilíndrico; uma parte de tronco que tem um diâmetro externo que aumenta gradualmente em direção a uma borda posterior da mesma; uma junção de mandril fornecida em uma porção de borda posterior do plugue; um orifício de ejeção lubrificante que percorre através da parte de tronco a partir da junta de mandril que se abre sobre a superfície da porção cilíndrica; e um revestimento que compreende óxidos e Fe que é formado sobre a superfície de metal de base de cada uma dentre a parte de borda frontal bem como a parte de tronco mediante aspersão a arco com o uso de um fio de ferro. Dessa maneira, o plugue pode evitar que ocorram rachaduras de superfície interna em uma peça em bruto oca que é deformada através da laminação por perfuração, e pode estender sua vida sem exigir um longo período para isso.

"PLUGUE, FRESA DE LAMINAÇÃO POR PERFURAÇÃO E MÉTODO DE FABRICAÇÃO DE TUBO CONTÍNUO PELO USO DO MESMO".

CAMPO TÉCNICO

A presente invenção refere-se a um plugue que é usado em uma fresa de laminação por perfuração (doravante, também referida como uma "máquina perfuradora (perfuradora)") para a produção de tubos contínuos. A presente invenção refere-se também a uma máquina perfuradora com o plugue, e um método de produção de um tubo contínuo pelo uso da máquina perfuradora.

ANTECEDENTES DA TÉCNICA

Um tubo contínuo pode ser produzido pelo processo de fabricação de tubo Mannesmann. Esse processo de fabricação de tubo compreende as seguintes etapas:

(1) laminar por perfuração um material de partida (lingote redondo), que é aquecido a uma temperatura predeterminada, por uma máquina perfuradora para deformar o mesmo em uma peça em bruto oca (peça de revestimento);

(2) dilatar por rotação a peça em bruto oca através de uma fresa de dilatação por rotação (por exemplo, uma fresa mandril); e

(3) laminar por alongamento a peça em bruto oca, que foi submetida à dilatação por rotação, por uma fresa de calibragem (por exemplo, um redutor de estiramento).

A FIGURA 1 é um diagrama esquemático para ilustrar a laminação por perfuração de um material de partida por uma máquina perfuradora convencional. Como mostrado no desenho, a máquina perfuradora inclui um par de rolos cônicos 4 cada um dos quais é inclinado em relação à linha de passagem LP, um plugue em formato de bala 100 como uma ferramenta de perfuração, e um mandril 3 que é acoplado à parte posterior do plugue 100. Um material de partida 7 é fornecido como alimento em uma direção axial enquanto é girado em uma direção circunferencial pelos rolos cônicos 4. Nessa hora, o material de partida 7 é perfurado na porção central do mesmo pelo plugue 100 para formar uma peça em bruto oca 8.

Durante a perfuração por rotação pela máquina de perfuração, falhas podem ocorrer na superfície interna da peça em bruto oca (doravante, referida como "falhas da superfície interna"). O mecanismo principal da ocorrência das falhas da superfície interna é como descrito a seguir. Um efeito de forjamento rotatório durante a perfuração causa a ocorrência de fratura Mannesmann na porção central do material de partida no lado a montante da borda frontal do plugue. A fratura Mannesmann resultante é submetida a esforço de cisalhamento em uma direção circunferencial pelos rolos cônicos e pelo plugue. Como resultado, a fratura Mannesmann propaga-se em uma direção circunferencial para crescer em falhas da superfície interna.

No intuito de suprimir a ocorrência de falhas da superfície interna devido à fratura Mannesmann, é eficaz reduzir o coeficiente de fricção da superfície do plugue. A razão é descrita abaixo. Ao reduzir o coeficiente de fricção da superfície do plugue, aumenta-se a velocidade de alimentação do material de partida a ser perfurado, suprimindo assim o efeito de forjamento rotatório. Além do mais, reduzir o coeficiente de fricção da superfície do plugue irá suprimir o esforço de cisalhamento em uma direção circunferencial. A supressão do efeito de forjamento rotatório e o esforço de cisalhamento podem impedir o desenvolvimento da fratura Mannesmann, possibilitando assim a supressão da ocorrência das falhas da superfície interna.

A redução do coeficiente de fricção da superfície do plugue também contribui para impedir o desgaste e perda de fusão do plugue. Consequentemente torna-se possível impedir a formação de irregularidades côncavo-convexas na superfície do plugue e também suprimir a ocorrência de falhas da superfície interna devido a irregularidades côncavo-convexas.

As técnicas convencionais para a redução do coeficiente de fricção da superfície do plugue incluem as seguintes.

As literaturas da patente 1 e 2 apresentam um método de perfuração por rotação em que, ao usar um plugue provido de um orifício de ejeção que se abre na borda frontal do plugue, a perfuração por rotação é realizada enquanto um

lubrificante é injetado pelo orifício de ejeção. Contudo, a borda frontal do plugue apresenta naquelas literaturas de patente 1 e 2 entra em contato com o material de partida a uma pressão interfacial alta. Por essa razão, na intenção de injetar o lubrificante através do orifício de ejeção que se abre na borda frontal do plugue, é necessário injetar o lubrificante a uma pressão mais alta que a resistência à deformação do material de partida em contato com a borda frontal do plugue. Ademais, a abertura do orifício de ejeção pode ser deformada e obstruída por causa do contato com o material de partida.

A literatura da patente 3 apresenta um método de injetar um lubrificante através de um plugue sem usar um lubrificante altamente pressurizado.

A FIGURA 2 é uma vista seccional longitudinal do plugue apresentada na literatura da patente 3. Como mostrado no desenho, o plugue 101 apresentado na literatura da patente 3 inclui uma porção de borda frontal 102 que tem uma curvatura convexa, uma porção cilíndrica 103 que tem um diâmetro externo constante, e uma porção de armação 104 que tem um diâmetro externo que aumenta gradativamente em direção a borda posterior do mesmo. O orifício de ejeção 105 abre-se na parte frontal da porção de armação 104, adjacente à porção cilíndrica 103. Quando a perfuração por rotação é realizada pelo uso do plugue 101, uma lacuna 60 se forma entre a superfície da porção cilíndrica 103 e o material de partida 7. A literatura de patente 3 afirma que a lacuna 60 impede a abertura do orifício de ejeção 105 de ser obstruído, o que permite o fornecimento de uma quantia predeterminada de óleo lubrificante. No entanto, esse plugue 101 tem os seguintes problemas.

Durante a perfuração, o material de partida 7 pode entrar em contato com uma porção superior da abertura 105a do orifício de ejeção 105. Isso porque o orifício de ejeção 105 se abre na parte da frente da porção de armação 104, adjacente à porção cilíndrica 103. Quando o material de partida 7 entra em contato com a abertura 105a do orifício de ejeção 105, as falhas da superfície interna podem ocorrer na peça em bruto oca 8, ou a abertura 105a pode sofrer perda de fusão e pode ser obstruída.

Durante a perfuração, o material de partida 7 entra em contato com as proximidades da abertura 105a do orifício de ejeção 105 na porção de armação 104. Em associação com o contato, a temperatura na abertura 105a do orifício de ejeção 105 se eleva a uma alta temperatura pelo calor retido pelo material de partida 7. Então, quando um lubrificante a base de vidro é usado, o lubrificante eleva-se em temperatura nas proximidades da abertura 105a durante a perfuração, o que leva à evaporação da água e a emergência de um componente de vidro. Dessa forma, pode ser que o componente de vidro se solidifique nas proximidades da abertura 105a quando o plugue for resfriado após a perfuração, causando assim a obstrução do orifício de ejeção 105.

A literatura da patente 4 apresenta um método para resolver o problema do plugue apresentado na literatura da patente 3 descrito acima.

A FIGURA 3 é um diagrama que ilustra o plugue apresentado na literatura da patente 4, enquanto a FIGURA 3(a) é uma vista seccional longitudinal do plugue, e enquanto a FIGURA 3(b) é uma vista seccional longitudinal que ilustra como se dá a perfuração por rotação. Como mostrado na FIGURA 3(a) e na FIGURA 3(b), o plugue 120 apresentado na literatura da patente 4 é configurado de forma que uma porção cilíndrica 122 é fornecida entre uma porção de borda frontal 121 e uma porção de armação 123, e um orifício de ejeção 124 se abre na superfície da porção cilíndrica 122. Quando a perfuração por rotação é realizada com o uso do plugue 120, uma lacuna 60 se forma entre o material de partida 7 e a superfície da porção cilíndrica 122 como mostrado na FIGURA 3(b). A lacuna 60 impede a abertura 124a do orifício de ejeção 124 de entrar em contato com o material de partida 7 durante a perfuração. Assim, é possível impedir a ocorrência das falhas de superfície interna devido ao contato entre o material de partida 7 e a abertura 124a do orifício de ejeção 124, e também para impedir que a abertura 124a sofra perda de fusão e seja obstruída.

Durante a perfuração, a elevação da temperatura na abertura 124a do orifício de ejeção 124 é suprimida. Isto porque o orifício de ejeção 124 não abre na parte de borda anterior 121 ou na parte de tronco 123, um dos quais está em

contato com o material de partida 7. Desta forma, mesmo quando um lubrificante a base de vidro é usado, é possível inibir que o lubrificante se solidifique na proximidade da abertura 124a do orifício de ejeção 124, e prevenir que o orifício de ejeção 124 seja obstruído pelo lubrificante solidificado.

5 Enquanto isso, o plugue revelado na Literatura de Patente 4 descrito anteriormente, que tem um orifício de ejeção para injeção de lubrificante, deve ter uma vida útil longa já que deve ser repetidamente usado para perfuração. Devido a esta necessidade, um revestimento de escama de óxido é normalmente formado sobre a superfície do plugue para a proteção do metal base do plugue (vide, por
10 exemplo, as Literaturas de Patente 5 a 8). O revestimento de escama serve para isolar a transferência de calor do tarugo para o metal base do plugue e para impedir aderência entre o tarugo e o plugue durante a perfuração. Desta forma, danos e perda de fusão do metal base do plugue são suprimidos e se espera que a vida útil do plugue se estenda.

15 LISTA DE CITAÇÃO

LITERATURA DE PATENTE

Literatura de Patente 1: Publicação de Pedido de Patente Japonesa
Nº 1-180712

Literatura de Patente 2: Publicação de Pedido de Patente Japonesa
20 Nº 10-235413

Literatura de Patente 3: Publicação de Pedido de Patente Japonesa
Nº 51-133167

Literatura de Patente 4: Republicação Nacional de Pedido de Patente
Internacional Nº WO2006/134957

25 Literatura de Patente 5: Publicação de Patente Japonesa Nº 4-8498

Literatura de Patente 6: Publicação de Pedido de Patente Japonesa
Nº 4-74848

Literatura de Patente 7: Publicação de Pedido de Patente Japonesa
Nº 4-270003

30 Literatura de Patente 8: Publicação de Patente Japonesa Nº 64-7147

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

PROBLEMA TÉCNICO

Em geral, o revestimento de escama da superfície de plugue é formado tratando por calor um plugue feito de um aço de ferramenta de trabalho quente a uma temperatura tão alta quanto cerca de 900°C a 1000°C por diversas horas a diversas dezenas de horas. Sendo assim, a formação do revestimento de escama requer uma grande quantidade de tempo.

No caso do plugue revelado na Literatura de Patente 4 descrito anteriormente, uma escama cresce no orifício de ejeção devido ao tratamento por calor para formar o revestimento de escama. Desta forma, a abertura do orifício de ejeção se estreita pela escama assim formada. Ademais, formar um revestimento de escama espesso para aumentar o desempenho de isolamento de calor pode resultar na obstrução da abertura do orifício de ejeção pela escama. Em ambos os casos, a injeção suave de lubrificante de torna difícil devido à escama.

Um plugue, que tem sido usado repetidamente para perfuração e em que o desgaste e descolamento do revestimento de escama ocorreu, é sujeito a um retratamento por calor de reprocessamento para reuso de forma que o revestimento de escama seja reconstituído. Quando o tratamento por calor de reprocessamento deve ser realizado, um revestimento de escama remanescente sobre a superfície de plugue é completamente removido por jateamento com granalha. Então, há um risco de que a abertura do orifício de ejeção do plugue seja deformada pelo efeito do jateamento de granalha. Ademais, a escama que permanece no orifício de ejeção dentro do plugue não pode ser removida por jateamento de granalha. Sendo assim, conforme o tratamento por calor de reprocessamento é repetido, o orifício de ejeção pode ser obstruído pela escama.

Como a parte de borda anterior do plugue é colocada em contato com o material de partida de alta temperatura a uma alta pressão interfacial por uma longa duração durante a perfuração, a parte de borda anterior é mais suscetível a desgaste e perda de fusão que outras partes respectivas que constituem o plugue.

No entanto, na laminação de perfuração com uso do plugue revelado na Literatura

de Patente 4 descrita anteriormente, como o lubrificante injetado a partir do orifício de ejeção flui majoritariamente em direção a parte posterior do plugue, é menos provável que flua sobre a superfície da parte de borda anterior do plugue. Por esta taxa, o suprimento de lubrificante tende a ser insuficiente na parte de borda anterior do plugue, e é provável que o efeito de lubrificação suficiente pelo lubrificante não seja possivelmente alcançado.

Sendo assim, é difícil para o plugue revelado na Literatura de Patente 4 descrita anteriormente suprimir efetivamente o desgaste e perda de fusão da parte de borda anterior, e não é possível estender a vida útil do plugue.

Ademais, o plugue revelado na Literatura de Patente 4 descrita anteriormente não pode estender a vida útil do plugue mesmo quando o revestimento de escama é formado sobre a superfície do metal base. Isto porque o orifício de ejeção é obstruído por uma escama quando o tratamento por calor ou um tratamento por calor de reprocessamento para formar um revestimento de escama é realizado, ou a abertura do orifício de ejeção se deforma durante o jateamento de granalha realizado em associação com o tratamento por calor de reprocessamento, ambos os quais tornam difícil injetar suavemente o lubrificante.

Ademais, o plugue revelado na Literatura de Patente 4 descrita anteriormente tem um problema em que o tratamento por calor de longa duração é necessário quando um revestimento de escama é formado sobre a superfície do metal base e então leva muito tempo para fabricar o plugue.

É um objetivo da presente invenção fornecer um plugue, uma máquina de perfuração e um método para produzir um tubo contínuo usando o mesmo, os quais têm as seguintes características:

(1) habilitar a prevenção de falhas de superfície interna da peça bruta de fundição formada por laminação de perfuração,

(2) permitir a extensão da vida útil do plugue, e

(3) não necessitar de muitas horas para fabricação do plugue.

SOLUÇÃO DO PROBLEMA

O essencial da presente invenção é conforme segue.

(I) Um plugue para uso em uma fresa de laminação de perfuração para laminar por perfuração um material de partida e deformar o mesmo em uma peça bruta de fundição, sendo o plugue acoplado com uma borda anterior de um mandril e adaptado para perfurar o material de partida enquanto injeta um

5 lubrificante, o plugue incluindo:

uma parte de borda anterior que tem uma curvatura convexa;

uma parte cilíndrica que tem um formato realmente ou
aproximadamente cilíndrico e que é adjacente à parte de borda anterior;

10 uma parte de tronco que tem um diâmetro externo que aumenta
gradualmente em direção a uma borda posterior deste e que é adjacente à parte
cilíndrica;

uma junta de mandril fornecida em uma parte de borda posterior do
plugue;

15 um orifício de ejeção de lubrificante que corre através da parte de
tronco a partir da junta de mandril que se abre sobre a superfície da parte
cilíndrica; e

um revestimento que compreende óxidos e Fe que é formado sobre a
superfície de metal base de cada uma dentre a parte de borda anterior assim como
a parte de tronco por aspersão em arco sem uso de um fio de ferro.

20 (II) Um plugue para uso em uma fresa de laminação de perfuração
para laminar por perfuração um material de partida e deformar o mesmo em uma
peça bruta de fundição, sendo o plugue acoplado com a borda anterior de um
mandril e adaptado para perfurar o material de partida, o plugue incluindo:

uma parte de borda anterior que tem uma curvatura convexa;

25 uma parte de tronco que tem um diâmetro externo que aumenta
gradualmente em direção à borda posterior desta, a parte de tronco encontrando
diretamente a parte de borda anterior ou de outra forma tendo uma parte cilíndrica
de um formato realmente ou aproximadamente cilíndrico estando entre elas;

30 uma junta de mandril fornecida em uma parte de borda posterior do
plugue; e

um revestimento que compreende óxidos e Fe é formado ao menos sobre a superfície de metal base de cada uma dentre a parte de borda anterior assim como a parte de tronco por aspersão a arco com uso de um fio de ferro.

Os plugues anteriormente descritos de (I) e (II) são preferencialmente configurados de forma que uma taxa de regiões ocupadas pelos óxidos no revestimento seja de 55% a 80%.

Os plugues descritos anteriormente de (I) e (II) são de preferência configurados de forma que uma taxa de regiões ocupadas pelos óxidos no revestimento não seja maior que 40% em uma parte adjacente ao metal base, e 55% a 80% em uma parte de camada de superfície.

Esses plugues são de preferência configurados de forma que uma espessura do revestimento seja maior na parte de borda anterior que na parte de tronco.

(III) Uma fresa de laminação de perfuração para laminar por perfuração um material de partida e deformar o mesmo em uma peça bruta de fundição enquanto injeta um lubrificante a partir de um plugue acoplado com uma borda anterior de um mandril, a fresa de laminação de perfuração incluindo:

um mandril que tem um orifício de passagem em uma direção axial;

um aparelho de suprimento de lubrificante para fornecer o lubrificante para o orifício de passagem; e

um plugue que tem um orifício de ejeção de lubrificante em comunicação com o orifício de passagem, em que

o plugue compreende uma parte de borda anterior que tem uma curvatura convexa, uma parte cilíndrica que tem um formato realmente ou aproximadamente cilíndrico e uma parte de tronco que tem um diâmetro externo que aumenta gradualmente em direção a uma borda posterior desta,

o orifício de ejeção de lubrificante se abre sobre a superfície da parte cilíndrica, e

um revestimento que compreende óxidos e Fe é formado sobre a superfície de metal base de cada uma dentre a parte de borda anterior assim como

a parte de tronco por aspersion a arco com uso de um fio de ferro.

A fresa de laminação de perfuração descrita anteriormente de (III) é de preferência configurado de forma que uma taxa de regiões ocupadas pelos óxidos no revestimento seja de 55% a 80%.

- 5 A fresa de laminação de perfuração descrita anteriormente de (III) é de preferência configurado de forma que uma taxa de regiões ocupadas pelos óxidos no revestimento não seja maior que 40% em uma parte adjacente ao metal base, e 55% a 80% em uma parte de camada de superfície.

- 10 Estas fresas de laminação de perfuração são de preferência configuradas de forma que uma espessura do revestimento seja maior na parte de borda anterior que na parte de tronco.

(IV) Um método para produzir um tubo contínuo por uso do fresa de laminação de perfuração anteriormente descrito de (III), em que

- 15 Enquanto o material de partida é laminado por perfuração, o material de partida é deformado em uma peça bruta de fundição enquanto o lubrificante está sendo injetado a partir do orifício de ejeção do plugue.

EFEITOS VANTAJOSOS DA INVENÇÃO

O plugue da presente invenção tem os seguintes efeitos notáveis:

- 20 (1) prevenir uma falha em superfície interna da peça bruta de fundição deformada por laminação de perfuração;
- (2) estender a vida útil do plugue; e
- (3) não necessitar de muitas horas para fabricação do plugue.

- Os excelentes recursos do plugue da presente invenção podem ser completamente exercidos aplicando o plugue à máquina de perfuração e o método
- 25 para produzir um tubo contínuo da presente invenção.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

A FIGURA 1 é um diagrama esquemático para ilustrar a laminação de perfuração de um material de partida por uma máquina de perfuração convencional.

- 30 A FIGURA 2 é uma vista seccional longitudinal do plugue revelado na

Literatura de Patente 3.

A FIGURA 3 é um diagrama para ilustrar o plugue revelado na Literatura de Patente 4, enquanto a FIGURA 3(a) é uma vista seccional longitudinal do plugue, e enquanto a FIGURA 3(b) é uma vista seccional longitudinal para
5 ilustrar como se passa a laminação de perfuração.

A FIGURA 4 é um diagrama esquemático para mostrar a construção de uma máquina de perfuração da presente invenção.

A FIGURA 5 é uma vista seccional longitudinal para mostrar um primeiro exemplo de configuração do plugue da presente invenção.

10 A FIGURA 6 é uma vista seccional longitudinal para mostrar um segundo exemplo de configuração do plugue da presente invenção.

A FIGURA 7 é uma vista seccional longitudinal para mostrar outro exemplo da do segundo exemplo de configuração do plugue da presente invenção.

15 [FIGURA 8] A FIGURA 8 é uma vista seccional longitudinal para mostrar um terceiro exemplo de configuração do plugue da presente invenção.

A FIGURA 9 é um diagrama para mostrar resultados de medição de análise de raios X de revestimentos de superfície em um plugue relativos a distâncias de aspersão a arco.

20 A FIGURA 10 é um diagrama para mostrar microestruturas de seções transversais em um plugue relativas a distâncias de aspersão a arco.

A FIGURA 11 é um diagrama para mostrar uma correlação entre a taxa de óxido no revestimento em um plugue e a aderência do revestimento.

25 A FIGURA 12 é um diagrama para mostrar uma correlação entre a taxa de óxido no revestimento em um plugue e a quantidade de desgaste do revestimento.

A FIGURA 13 é um diagrama para mostrar uma correlação entre a taxa de óxido no revestimento em um plugue e o número de perfurações (o número de passes) em sucessão.

30 A FIGURA 14 é um diagrama para mostrar uma microestrutura da seção transversal do revestimento de superfície em um plugue quando aspersão a

arco é conduzida enquanto aumenta gradualmente a distância de aspersão.

A FIGURA 15 é uma vista seccional longitudinal para mostrar outro exemplo do primeiro exemplo de configuração do plugue da presente invenção.

5 A FIGURA 16 é uma vista seccional longitudinal para mostrar outro exemplo do segundo exemplo de configuração do plugue da presente invenção.

A FIGURA 17 é uma vista seccional longitudinal para mostrar como a laminação de perfuração ocorre com uso do plugue do primeiro exemplo de configuração da presente invenção.

10 A FIGURA 18 é uma vista seccional longitudinal do plugue usado no Exemplo 1.

A FIGURA 19 é uma vista seccional longitudinal do plugue usado no Exemplo 2.

DESCRIÇÃO DE MODALIDADES

1. Construção da máquina de perfuração

15 A FIGURA 4 é um diagrama esquemático para mostrar a construção de uma máquina de perfuração da presente invenção. Conforme mostrado no desenho, a máquina de perfuração 1 inclui um par de rolos cônicos 4, a plugue 2, um mandril 3 e um aparelho de suprimento de lubrificante 5.

O plugue 2 tem um orifício de ejeção 24 para injetar um lubrificante.

20 A borda anterior do mandril 3 é encaixada em uma junta de mandril 26 fornecida na borda posterior do plugue 2 de forma que o mandril 3 seja acoplado ao plugue 2. Dentro do mandril 3, um orifício de passagem 31 axialmente passando através do corpo a partir da borda anterior para a borda posterior deste é fornecido. Com o mandril 3 sendo acoplado ao plugue 2, o orifício de passagem 31 está em
25 comunicação com o orifício de ejeção 24.

O aparelho de suprimento de lubrificante 5 inclui um tanque 52 que acomoda o lubrificante 51 e uma bomba 53. O lubrificante 51 é bombeado do tanque 52 para o orifício de passagem 31 pela bomba 53 e é esguichado do orifício de ejeção 24 em direção à superfície do plugue 2.

30 O rolo cônico 4 pode ter um formato de barril sem ser limitado a um

formato de cone conforme mostrado na FIGURA 4. Além disso, a máquina de perfuração 1 pode ser de um tipo de três rolos em que três rolos cônicos são fornecidos sem ser limitado a um tipo de dois rolos em que dois rolos cônicos 4 são fornecidos conforme mostrado na FIGURA 4.

5 2. Configuração do plugue

2-1 Geometria do plugue

2-1-1 Primeiro exemplo de configuração

A FIGURA 5 é uma vista seccional longitudinal para mostrar um primeiro exemplo de configuração do plugue da presente invenção. Conforme
10 mostrado no desenho, o plugue 2 inclui uma parte de borda anterior 21, uma parte cilíndrica 22, uma parte de tronco 23 e uma parte de relevo 25.

A parte de borda anterior 21 representa a parte anterior do plugue 2, e tem uma curvatura convexa ao longo de uma direção axial. Durante a laminação de perfuração, a parte de borda anterior 21 é pressionada contra o material de
15 partida para perfurar a parte central do material de partida.

A parte cilíndrica 22 é fornecida adjacente à parte de borda anterior 21. Durante a laminação de perfuração, uma lacuna é formada entre a superfície da parte cilíndrica 22 e o material de partida, assim a superfície da parte cilíndrica 22 não entra em contato com o material de partida. A parte cilíndrica 22 pode ter
20 um formato a frusto-cônico cujo diâmetro externo aumenta em direção à borda posterior desta, sem ser limitado a um formato cônico que tem um diâmetro externo constante. Resumindo, a parte cilíndrica 22 pode ter um formato realmente cilíndrico ou um formato aproximadamente cilíndrico cujo diâmetro externo varia em alguma extensão desde que entrar em contato com o material de
25 partida seja inibido durante a laminação de perfuração.

A parte de tronco 23 é fornecida adjacente à parte cilíndrica 22. A parte de tronco 23 tem uma seção transversal circular e o diâmetro externo da qual aumenta gradualmente em direção à borda posterior desta. Durante a laminação de perfuração, a parte de tronco 23 gradualmente expande o diâmetro interno do
30 material de partida quanto está em contato com o material de partida que foi

perfurado pela parte de borda anterior 21, e lamina o material de partida entre ele próprio e o rolo cônico 4 para formar uma peça bruta de fundição que tem uma espessura de parede desejada.

5 A parte de relevo 25 representa a parte posterior do plugue 2, e é fornecida adjacente à parte de tronco 23. O diâmetro externo da parte de relevo 25 gradualmente diminui em direção à borda posterior. Durante a laminação de perfuração, a parte de relevo 25 não entra em contato com a superfície interna da peça bruta de fundição formada pela parte de tronco 23. Assim, a parte de relevo 25 serve para impedir que a borda posterior do plugue 2 entre em contado com a
10 peça bruta de fundição e cause falhas de superfície interna.

A parte de borda posterior do plugue 2 é fornecida com uma junta de mandril 26 para acoplar o plugue 2 ao mandril 3. A junta de mandril 26 é um recesso com uma profundidade predeterminada que é fornecida na parte central da borda posterior superfície 25a do plugue 2. A junta de mandril 26 é encaixada com
15 a borda anterior do mandril 3 em um método bem conhecido para acoplar o plugue 2 ao mandril 3.

O plugue 2 tem um orifício de ejeção 24. O orifício de ejeção 24 passa da parte inferior 26a da junta de mandril 26 através da parte de tronco 23 para se abrir sobre a superfície da parte cilíndrica 22. O orifício de ejeção 24
20 mostrado na FIGURA 5 é configurado de forma que um caminho que passa da parte inferior 26a da junta de mandril 26 através da parte de tronco seja dividido em dois caminhos ramificados e cada caminho ramificado alcance a superfície da parte cilíndrica 22 para formar duas aberturas 24a que são dispostas em um ângulo circunferencialmente igual na parte cilíndrica 22. O orifício de ejeção 24
25 pode ser configurado de forma que o caminho não se bifurque e forme uma única abertura 24a sobre a superfície da parte cilíndrica 22, ou de outra forma que o caminho seja dividido em três caminhos ramificados ou mais para formar três aberturas 24a ou mais sobre a superfície da parte cilíndrica 22.

Quando o mandril 3 é acoplado à junta de mandril 26, o orifício de
30 ejeção 24 do plugue 2 se comunica com o orifício de passagem 31 do mandril 3. O

lubrificante que é bombeado do aparelho de suprimento de lubrificante 5 é alimentado ao orifício de ejeção 21 através do orifício de passagem 31 para ser injetado da abertura 24a.

5 O material do metal base do plugue 2 é o mesmo que um metal base do plugue bem conhecido (por exemplo, a um aço de ferramenta de trabalho quente pelo JIS).

O plugue 2 da presente invenção, que tem tal orifício de ejeção 24 para injeção de lubrificante, é fornecido com um revestimento 27 que compreende óxidos (por exemplo, Fe_3O_4 e FeO) e Fe (metal) usando um aparelho de aspersão a arco com um fio de ferro, que é predominantemente composto de Fe, sobre a
10 superfície de metal base de cada uma dentre a parte de borda anterior 21 e a parte de tronco 23 excluindo a parte onde a abertura 24a é formada.

2-1-2 Segundo exemplo de configuração

A FIGURA 6 é uma vista seccional longitudinal para mostra um
15 segundo exemplo de configuração do plugue da presente invenção. O plugue 2 mostrado no desenho somente difere, comparado com o plugue 2 do primeiro exemplo de configuração mostrado na FIGURA 5 descrita anteriormente, em que não tem orifício de ejeção, e assim o plugue não tem a função de injetar lubrificante.

20 A FIGURA 7 é uma vista seccional longitudinal para mostrar outro exemplo do segundo exemplo de configuração do plugue da presente invenção. O plugue 2 mostrado no desenho é configurado, comparado com o plugue 2 do segundo exemplo de configuração mostrado na FIGURA 6, de forma que o revestimento 27 formado sobre a superfície de metal base de cada uma dentre a
25 parte de borda anterior 21 e a parte de tronco 23 é formado continuamente sobre a superfície de metal base da parte cilíndrica 22 também.

2-1-3 Terceiro exemplo de configuração

A FIGURA 8 é uma vista seccional longitudinal para mostrar um
30 terceiro exemplo de configuração do plugue da presente invenção. O plugue 2 mostrado no desenho é uma variante do plugue 2 do segundo exemplo de

configuração mostrado na FIGURA 6 e na FIGURA 7 descrita anteriormente, em que a parte cilíndrica 22 do plugue do segundo exemplo de configuração é omitida e a parte de borda anterior 21 é diretamente adjacente à borda anterior da parte de tronco 23 e é projetada a partir desta.

5 No caso dos plugues 2 do segundo e terceiro exemplos de configuração mostrado na FIGURA 6 a FIGURA 8, a máquina de perfuração não requer nem um aparelho de suprimento de lubrificante nem um orifício de passagem no mandril.

10 Doravante, as características do revestimento aspergido a arco fornecido no plugue da presente invenção serão descritas.

2-2. Revestimento de aspersão a arco

15 A FIGURA 9 é um diagrama para mostrar resultados de medição de análise de raios X de revestimentos de superfície em um plugue relativos a distâncias de aspersão a arco. A FIGURA 10 é um diagrama para mostrar microestruturas de seções transversais de revestimentos de superfície em um
20 plugue relativas a distâncias de aspersão a arco. A distância de aspersão de refere à distância a partir do bocal de aspersão do aparelho de aspersão a arco para a superfície do metal base do plugue a ser aspergido. A FIGURA 9 e a FIGURA 10 respectivamente mostram os resultados de medição e microestruturas
de seções transversais dos revestimentos formados em condições respectivas em
que a aspersão a arco foi realizada em cada distância de aspersão variada de 200 mm, 400 mm, 600 mm, 800 mm, 1000 mm, 1200 mm a 1400 mm.

25 É evidente a partir da FIGURA 9 que no revestimento formado sobre a superfície do metal base do plugue por aspersão a arco, os teores de Fe_3O_4 e FeO , que são óxidos, aumentam enquanto o teor de Fe diminui conforme a distância de aspersão aumenta. Isto é causado pelo fato de que a oxidação do metal de aspersão fundido (Fe) esguichado a partir de um bocal de aspersão ocorre muito mais conforme a distância de aspersão se torna mais longa.

30 Em uma seção transversal do revestimento mostrado na FIGURA 10, como regiões relevantes no desenho são notadas, as regiões observadas em cor

cinza claro indicam Fe, as regiões observadas em cor cinza escuro indicam óxidos e as regiões observadas em uma cor preta indicam cavidades. Conforme mostrado no desenho, por exemplo, quando a distância de aspersão é 200 mm, 20% a 30% da área de seção transversal do revestimento são ocupados por óxidos, e os 70% a 80% remanescentes da área são ocupados por Fe. Quando a distância de aspersão é de 1000 mm, cerca de 80% da área do revestimento são ocupados por óxidos e os 20% remanescentes da área são ocupados por Fe. É também evidente a partir da microestrutura da FIGURA 10 que conforme a distância de aspersão aumenta, a quantidade de óxidos aumenta, enquanto a quantidade de Fe diminui.

Desta forma, a taxa da região ocupada por óxidos em um revestimento (doravante, chamado de uma "taxa de óxido") varia dependendo da distância de aspersão. Sendo assim, é possível controlar a taxa de óxido em um revestimento ajustando a distância de aspersão.

A FIGURA 11 é um diagrama para mostrar uma correlação entre a taxa de óxido no revestimento em um plugue e a aderência do revestimento. A aderência do revestimento, que representa um desempenho de adesão do revestimento à superfície do metal base do plugue, serve como um indicador para propriedade anti-descolamento em laminação de perfuração. Isto é, quando a aderência é grande, é menos provável que o revestimento se descole e quando a aderência é pequena, é mais provável que o revestimento descole. Conforme mostrado no desenho, a propriedade anti-descolamento do revestimento decai conforme a taxa de óxido no revestimento aumenta, e decai severamente em uma taxa de óxido de não menos que 80%.

A FIGURA 12 é um diagrama para mostrar uma correlação entre a taxa de óxido no revestimento em um plugue e a quantidade de desgaste do revestimento. A quantidade de desgaste do revestimento, que é representada por uma perda de peso quando a superfície revestimento é friccionada de forma deslizante 1.600 vezes, serve como um indicador de resistência a desgaste em laminação de perfuração. Isto é, quando a quantidade de desgaste é pequena, é

menos provável que o revestimento se desgaste, e quando a quantidade de desgaste é grande, é mais provável que o revestimento se desgaste. Conforme mostrado no desenho, a resistência a desgaste do revestimento decai conforme a taxa de óxido no revestimento aumenta, e decai severamente a uma taxa de óxido de não menos que 80%.

O fato de que a propriedade anti-decolamento e a resistência a desgaste de um revestimento decaem conforme a taxa de óxido no revestimento aumenta é causado pela diminuição de Fe (metal) que se encontra entre óxidos e contribui para a ligação entre os óxidos.

É evidente a partir da FIGURA 11 e FIGURA 12 descritas anteriormente que conforme a taxa de óxido em um revestimento diminui, a propriedade anti-descolamento e a resistência a desgaste do revestimento são mais provavelmente garantidas. No entanto, quando a taxa de óxido é muito pequena, a condutividade de calor relativamente aumenta já que a maioria do revestimento está ocupada por Fe, e então o desempenho de isolamento de calor decai. Sendo assim, se torna mais provável que a perda de fusão e o dano de deformação ocorram na parte de borda anterior do plugue durante a laminação de perfuração.

A FIGURA 13 é um diagrama para mostrar uma correlação entre a taxa de óxido no revestimento em um plugue e o número de perfuração (o número de passes) em sucessão. O desenho mostra os resultados de testes de perfuração a serem descritos a seguir.

Como plugues de amostra, uma pluralidade de plugues em formato de tarugo bem conhecidos foi preparada, os quais não foram fornecidos com um orifício de ejeção para injeção de lubrificante, sendo feitos de um aço de ferramenta de trabalho quente especificado pelo JIS como o metal base. Um revestimento de cerca de 400 μm foi formado sobre a superfície de cada metal base do plugue por aspersão a arco de um fio de ferro. Quando a aspersão a arco foi realizada, a posição do bocal de aspersão foi ajustada para a distância de aspersão correspondente a respectiva taxa de óxido de forma que a taxa de óxido

no revestimento devesse se tornar 25, 45, 60, 75 e 85%.

Note-se que, do ponto de vista da aderência do revestimento aspergido, é desejável executar um tratamento de pré-condicionamento sobre a superfície de plugue por jateamento de granalha antes da aspersão a arco. Isto porque executar o jateamento de granalha pode fornecer aspereza apropriada à superfície do metal base do plugue assim aumentando a aderência entre o revestimento aspergido e o metal base do plugue.

Ademais, para fins de comparação, um revestimento foi formado por aspersão a plasma de um pó de Fe_3O_4 sobre a superfície do metal base do plugue usando um aparelho de aspersão a plasma. Este revestimento pela aspersão a plasma foi feito de 100% de óxidos. A aspersão a plasma é inferior à aspersão a arco nos seguintes pontos. O aparelho a ser usado para aspersão a plasma tem um mecanismo complexo para aspergir a plasma um pó e então requer custos muito altos. O pó, que é um material de aspersão para aspersão a plasma, é significativamente mais custoso que o fio de ferro que é um metal fonte de aspersão para aspersão a arco. A aspersão a plasma não pode ajustar a taxa de óxido no revestimento.

Um teste que repetidamente lamina por perfuração um material de partida foi conduzido com uso de um plugue de amostra com um revestimento. Como o material de partida, um tarugo redondo feito de SUS304 (o aço inoxidável austenítico especificado pelo JIS) e com um diâmetro externo de 70 mm e um comprimento de 1000 mm foi usado. Este material de partida foi aquecido a 1200°C e um teste de perfuração para deformar o mesmo em uma peça bruta de fundição de um diâmetro externo de 74 mm, uma espessura de parede de 8,6 mm e um comprimento de 2200 mm foi conduzido.

Sob essas condições, a inspeção visual foi realizada para um plugue de amostra a cada vez que a laminação de perfuração foi completada, e a vida útil do plugue foi avaliada para investigar o número de passes no momento em que a perda de fusão ou dano de deformação foi discernida na parte de borda anterior do plugue, isto é, o número de materiais de partida que foram capazes de serem

laminados por perfuração sucessivamente (o número de laminação de perfuração em sucessão).

Conforme mostrado pelos círculos vazados na FIGURA 13, o número de laminação de perfuração em sucessão foi 0 (zero) no plugue em que a taxa de
5 óxido no revestimento foi 25%, o número de laminação de perfuração em sucessão foi 1 passe nos plugues em que a taxa de óxidos no revestimento foi 45% e 85%, e o número de laminação de perfuração em sucessão foi 3 passes nos plugues em que a taxa de óxidos no revestimento foi 60% e 75%.

No plugue aspergido a plasma para comparação, conforme mostrado
10 por um círculo preto na FIGURA 13, o número de laminação de perfuração em sucessão foi de 1 passe. Além disso, nos plugues em que a taxa de óxidos no revestimento foi 25% e 45%, a perda de fusão e o dano de deformação foram observados na parte de borda anterior do plugue.

Os resultados mostrados na FIGURA 13 revelaram que os plugues
15 com um revestimento aspergido a arco em que a taxa de óxido no revestimento foi ajustada para ser de 55% a 80% tiveram uma vida útil de não menos que 2 vezes a do plugue aspergido a plasma, e ademais os plugues com um revestimento aspergido a arco em que a taxa de óxido no revestimento foi ajustada para ser de 60% a 75% tiveram uma vida útil de não menos 3 vezes a do plugue aspergido a
20 plasma.

Tais características do revestimento aspergido a arco serão
similarmente exercidas mesmo quando soldagem a arco é aplicada ao plugue descrito anteriormente do primeiro exemplo de configuração da presente invenção que tem um orifício de ejeção, e os plugues do segundo e terceiro exemplos de
25 configuração da presente invenção que não têm orifício de ejeção. Em tais casos, os plugues 2 do primeiro, segundo e terceiro exemplos de configuração da presente invenção mostrados na FIGURA 5 a FIGURA 8 descritos anteriormente terão uma vida útil mais longa do que de um plugue aspergido a plasma se o revestimento 27 for formado sobre a superfície de metal base de cada uma dentre
30 a parte de borda anterior 21 e a parte de tronco 23 (também incluindo a parte

cilíndrica 22 no plugue do segundo exemplo de configuração) por aspersão a arco de forma que a taxa de óxido no revestimento 27 seja de 55% a 80%. Ademais, no ponto de vista de estender ainda mais a vida útil do plugue, é preferível configurar a taxa de óxido no revestimento 27 para ser de 60% a 75%.

5 Quando o revestimento por aspersão a arco não é formado na parte cilíndrica 22, o plugue 2 da presente invenção pode ser facilmente obtido mascarando a superfície da parte cilíndrica 22 com uma fita adesiva, etc.

Em seguida, ainda mais efetividade em relação à taxa de óxido no revestimento, que foi revelada a partir dos resultados mostrados na FIGURA 13 descrita anteriormente, será discutida. O plugue que foi usado no teste levou aos resultados mostrados na FIGURA 13 descrita anteriormente é aquele fornecido com um revestimento em que a taxa de óxido no revestimento é uniforme por toda a região que engloba a parte adjacente ao metal base e a parte de camada de superfície realizando aspersão a arco com a distância de aspersão sendo mantida constante. Aqui, um teste foi conduzido em um plugue em que a taxa de óxido no revestimento gradualmente aumenta em direção ao lado de camada de superfície.

Quando se forma um revestimento, a aspersão a arco é iniciada em um estado onde o bocal de aspersão foi colocado próximo à superfície do metal base do plugue, isto é, em um estado onde a distância de aspersão era curta, e a partir daí o bocal de aspersão foi movido para longe para completar a aspersão a arco em um estado onde a distância de aspersão se torna suficientemente longa. Como resultado, um revestimento em que a taxa de óxido gradualmente aumenta em direção ao lado de camada de superfície formado sobre a superfície do metal base do plugue. Este revestimento teve uma taxa de óxido inferior na parte adjacente ao metal base e uma taxa de óxido mais alta na parte de camada de superfície.

A FIGURA 14 é um diagrama para mostrar uma microestrutura da seção transversal da superfície revestimento em um plugue quando a aspersão a arco é conduzida enquanto gradualmente aumenta a distância de aspersão. Na seção transversal do revestimento mostrado no desenho, como com a FIGURA 10

descrita anteriormente, as regiões observadas em uma cor cinza claro indicam Fe, as regiões observadas em uma cor cinza escuro indicam óxidos e as regiões observadas em uma cor preta indicam cavidades. Conforme mostrado na FIGURA 14, o revestimento formado sobre a superfície do metal base do plugue teve uma taxa de óxido inferior na parte adjacente ao metal base e uma taxa de óxido mais alta na parte de camada de superfície.

Um teste similar ao teste de perfuração descrito anteriormente foi conduzido usando tais plugues de amostra em que a taxa de óxido no revestimento foi variada. A avaliação deste foi realizada em termos da vida útil do plugue com base no número descrito anteriormente de perfuração (o número de passes) em sucessão. Além disso, para fins de comparação, um teste similar foi conduzido em um plugue com um revestimento, em que a taxa de óxido foi uniforme sobre toda a área afetada, formado sobre a superfície do metal base do plugue por aspersão a arco com a distância de aspersão sendo mantida constante. A Tabela 1 mostra os resultados do teste.

Tabela 1

Nº do Teste	Condição de aspersão a arco	Número de perfuração em sucessão
	Distância de aspersão	
1	Constante a 1000 mm	2 passes
2	Variada de 200 mm a 1000 mm	4 passes
3	Variada de 400 mm a 1000 mm	3 passes
4	Variada de 500 mm a 1000 mm	2 passes

Conforme mostrado na tabela, o plugue do Teste Nº 1 é aquele sobre o qual o revestimento foi formado por aspersão a arco com a distância de aspersão sendo mantida constante a 1000 mm, e a taxa de óxido no revestimento foi uniforme a cerca de 80% sobre toda a área afetada.

O plugue do Teste Nº 2 é aquele sobre o qual um revestimento foi formado por aspersão a arco com a distância de aspersão sendo gradualmente variada de 200 mm a 1000 mm; o plugue do Teste Nº 3 é aquele sobre o qual um

revestimento foi formado por aspersão a arco com a distância de aspersão sendo gradualmente variada de 400 mm a 1000 mm, e o plugue do Teste Nº 4 é aquele sobre o qual um revestimento foi formado por aspersão a arco com a distância de aspersão sendo gradualmente variada de 500 mm a 1000 mm. Como resultado,

5 no plugue do Teste Nº 2, a taxa de óxido no revestimento foi de cerca de 25% na parte adjacente ao metal base e de cerca de 80% na parte de camada de superfície; no plugue do Teste Nº 3, a taxa de óxido no revestimento foi de cerca de 40% na parte adjacente ao metal base e de cerca de 80% na parte de camada de superfície; e no plugue do Teste Nº 4, a taxa de óxido no revestimento foi de

10 cerca de 50% na parte adjacente ao metal base e de cerca de 80% na parte de camada de superfície.

Em qualquer um dos tampões dos testes nº 1 a 4, a espessura do revestimento foi de cerca de 400 mm.

Conforme mostrado na tabela 1, o plugue do teste nº 1, em que a

15 razão de óxido no revestimento foi uniforme, exibiu 2 passagens no número de penetração em sucessão. Enquanto isso, entre os tampões dos testes nº 2 a 4 em que a razão de óxido no revestimento é mais alta na lateral da camada de superfície que na lateral de metal de base, o plugue de teste nº 2 exibiu 4 passagens no número de penetrações em sucessão, o plugue de teste nº 3 exibiu

20 3 passagens no número de penetração em sucessão, sendo que todos esses números de teste aumentaram no que diz respeito ao número de penetração em sucessão, em comparação com o teste 1. E o plugue de teste nº 4 exibiu 2 passagens no número de penetração sucessiva, mostrando dessa forma números comparáveis de penetração em sucessão assim como o plugue de teste nº 1.

25 Os resultados mostrados na Tabela 1 revelaram que um plugue em que a razão de óxido no revestimento foi maior na lateral da camada de superfície que na lateral de metal de base teve uma vida de plugue igual a, ou mais longa que aquela de um plugue em que a razão de óxido no revestimento foi uniforme, e adicionalmente, que um plugue em que a razão de óxido no revestimento não foi

30 maior de 40% na parte adjacente ao metal de base exibiu uma extensão na vida do

plugue. Isso é causado pelo fato de que, quando a razão de óxido foi baixa na parte adjacente ao metal de base de plugue no revestimento foi uniforme, o Fe (metal) foi enriquecido e, portanto, a adesão entre o revestimento e o metal de base de plugue foi reforçada, liberando, assim, a tensão aplicada a isso e tornando o revestimento menos propenso a descolamento.

Essas propriedades do revestimento aspergido a arco em que a razão de óxido variou serão exercidas similarmente quando a aspersão a arco for aplicada ao plugue do primeiro exemplo de configuração da presente invenção que tem o orifício de ejeção descrito acima, e os tampões do segundo e terceiro exemplos de configuração da presente invenção que não têm orifício de ejeção. Nesses casos, é preferencial configurar de modo que a razão de óxido no revestimento seja maior na lateral da camada de superfície que na lateral de metal de base, em particular, de modo que a razão de óxido não seja maior que 40% na parte adjacente ao metal de base e a razão de óxido seja de cerca de 55% a 80% na parte de camada superficial.

Em seguida, a espessura do revestimento a ser formado sobre a superfície do metal de base de plugue será discutida. Os tampões de amostra descritos acima têm um exterior com formato de bala e são dotados de um revestimento de espessura uniforme sobre toda a região da parte de caminhão até a parte de borda da parte frontal do plugue. No presente documento, a fim de exibir os efeitos da espessura do revestimento na parte de tronco e na parte de borda de parte frontal, a espessura de revestimento de cada uma dentre a parte de tronco do plugue e da parte de borda frontal do plugue varia amplamente. A realização de testes similar à realização de testes de perfuração supracitada foi conduzida com o uso dos tampões de amostra em que a espessura do revestimento variou. A avaliação da mesma foi conduzida em termos da vida de plugue com base no número de perfuração (o número de passagens) em sucessão conforme descrito acima, similar à avaliação mostrada na tabela anteriormente mencionada 1. A tabela 2 mostra os resultados da realização de teste.

Tabela 2

teste nº	Espessura de revestimento		Número de penetração em sucessão
	Porção de tronco	Porção de borda frontal	
11	400 mm	400 µm	4 passagens
12	400 µm	600 µm	5 passagens
13	400 µm	800 µm	6 passagens
14	600 µm	800 µm	6 passagens
15	800 µm	800 µm	1 passagem
16	400 µm	1200 µm	10 passagens

Conforme mostrado na mesma Tabela, o plugue do teste nº 11 era um que era dotado de um revestimento tendo uma espessura de cerca de 400 mm sobre toda a região da parte de caminhão da parte de borda frontal. O plugue do teste nº 12 era o que era dotado de um revestimento tendo uma espessura de cerca de 400 mm na parte de tronco e cerca de 600 mm na parte de borda frontal; o plugue do teste nº 13 era o que era dotado de um revestimento tendo uma espessura de cerca de 400 mm na parte de tronco e cerca de 800 mm na parte de borda frontal; e o plugue do teste nº 14 era o que era dotado de um revestimento tendo uma espessura de cerca de 600 mm na parte de tronco e de cerca de 800 mm na parte de borda frontal. O plugue do teste nº 15 era o que era dotado de um revestimento tendo uma espessura de cerca de 800 mm sobre toda a região. O plugue do teste nº 16 era o que era dotado de um revestimento tendo uma espessura de cerca de 400 mm na parte de tronco assim como nos testes nº 11 a 13, e uma espessura de cerca de 1200 mm, que era maior que em quaisquer outros plugues, na parte de borda frontal.

Além disso, qualquer um dos plugues dos testes nº 11 a 16 era o que era dotado de um revestimento sendo submetido à aspersão a arco com a distância de aspersão variando gradualmente de 200 mm a 1000 mm, e a razão de óxido no revestimento era maior na lateral da camada de superfície que na lateral de metal de base.

Conforme mostrado na Tabela 2, o plugue do teste nº 11, em que a

espessura de revestimento era delgada e uniforme sobre toda a região, exibiu 4 passagens no número de penetração em sucessão. Os plugues dos testes nº 12, 13, 14, e 16, em que a espessura de revestimento era maior na parte de borda frontal que na parte de tronco, exibiu 5, 6, 6, e 10 passagens respectivamente no número de penetração em sucessão, e o número de penetração em sucessão aumentou à medida que a espessura de revestimento da parte de borda frontal do plugue aumentou. No plugue do teste nº 15, em que a espessura de revestimento era grande e uniforme sobre toda a região, o revestimento da parte de tronco do plugue descolado após uma passagem de perfuração, e o número de penetração em sucessão remanescente para ser uma única passagem.

Os resultados mostrados na tabela 2 mostram claramente que a vida do plugue se estende à medida que a espessura de revestimento na parte de borda frontal do plugue aumenta. Além disso, quando a espessura de revestimento na parte de tronco do plugue é excessivamente grande, o descolamento do revestimento ocorrerá durante a perfuração, deteriorando, dessa forma, a vida do plugue.

Essas propriedades que se referem à espessura de revestimento de aspersão a arco também serão exercidas de uma maneira similar quando a aspersão a arco é aplicada ao plugue do primeiro exemplo de configuração da presente invenção que tem o orifício de ejeção descrito acima, e os plugues do segundo e terceiro exemplos de configuração que não têm orifício de ejeção.

A figura 15 é uma vista seccional longitudinal para mostrar outro exemplo do primeiro exemplo de configuração do plugue da presente invenção. O plugue 2 da presente invenção mostrado no desenho é o plugue sobre o qual o revestimento 27 da parte de borda frontal 21 que tem a espessura t_1 foi formada por aspersão a arco de modo que a espessura t_1 é maior que a espessura t_2 do revestimento 27 da parte de tronco 23 com base no resultado mostrados na tabela 2 descrita acima. Esse plugue 2 é extremamente eficaz na prevenção do desgaste e perda de fusão da parte de borda frontal 21. Isso se deve ao fato de que o fornecimento de lubrificante para a parte de borda frontal 21 do plugue tende a se

esgotar, resultando assim na ocorrência de desgaste ou perda de fusão mesmo se o lubrificante for injetado a partir do orifício de ejeção 24 durante a perfuração.

A figura 16 é uma vista seccional longitudinal para mostrar outro exemplo do segundo exemplo de configuração do plugue da presente invenção. O plugue 2 da presente invenção mostrado no desenho é configurado, assim como com o plugue 2 do primeiro exemplo de configuração mostrado na figura 15, tal que, a fim de evitar o desgaste e a perda de fusão da parte de borda frontal 21, o revestimento é formado por aspensão a arco tal que a espessura t1 do revestimento 27 da parte de borda frontal 21 é maior que a espessura t2 do revestimento 27 da parte de tronco 23.

O plugue 2 do primeiro e do segundo exemplos de configuração mostrados na figura 15 e na figura 16 é, de preferência, configurado tal que a espessura de revestimento t2 da parte de tronco 23 do plugue é menor que 800 mm, e com mais preferência, não mais de 600 mm com base no resultado mostrado na tabela 2 descrito acima. De modo similar, é preferível, também para o plugue do terceiro exemplo de configuração, que as espessuras de revestimento da parte de borda frontal e da parte de tronco sejam especificadas.

3. Método de produção de tubos contínuos

Um material de partida (tarugo arredondado) é carregado em uma fornalha de aquecimento bem conhecida e aquecido. O material de partida aquecido é descarregado a partir da fornalha de aquecimento. Em seguida, a máquina de perfuração 1 mostrada na figura 4 é usada para perfurar rotatoriamente o material de partida descarregado 7 para render uma peça em bruto oca 8. Com isso, se o plugue 2 do primeiro exemplo de configuração for usado, o lubrificante 51 será bombeada pelo aparelho de suprimento de lubrificante 5, enquanto o material de partida 7 é laminado por perfuração, dessa forma, fazendo com que o lubrificante seja injetado a partir do orifício de ejeção 24 do plugue 2.

O lubrificante 51 é injetado enquanto o material de partida 7 é laminado por perfuração, mas não quando o material de partida 7 não é submetido

à laminação por perfuração. A máquina de perfuração 1 inclui um sensor de carga não mostrado para detectar uma carga aplicada ao cilindro cônico 4. O lubrificante 51 é bombeado pelo aparelho de fornecimento de lubrificante 5 correspondendo a um sinal de carga que é produzido pelo sensor de carga mediante a detecção da carga. Isso permite que o lubrificante 51 seja injetado apenas durante a laminação por perfuração. Outro sensor pode ser usado no lugar do sensor de carga para determinar se a laminação por perfuração está em andamento ou não.

Após o material de partida 7 ser laminado por perfuração pela máquina de perfuração 1 e ser transformado em uma peça em bruto oca 8, a peça em bruto oca 8 é laminada por alongamento através de uma fresa de laminação por alongamento (por exemplo, uma fresa para plugue e uma fresa para mandril). Após a laminação por alongamento, o formato é ajustado por uma fresa de calibragem (por exemplo, um redutor de estiramento, uma bobinadeira, e um medidor de tamanho) para render um tubo contínuo.

A figura 17 é uma vista seccional longitudinal para mostrar como a laminação por perfuração é executada com o uso do plugue do primeiro exemplo de configuração da presente invenção. Conforme mostrado no desenho, durante a laminação por perfuração, após o contato com a parte de borda frontal 21 do plugue 2, o material de partida 7 entra em contato com a superfície da parte posterior da parte de tronco 23 sem contatar as superfícies da parte cilíndrica 22 e a parte frontal da parte de tronco 23. Ou seja, um vão 60 é formado entre o material de partida 7 e a superfície da parte cilíndrica 22. Com essa condicionamento, visto que a abertura 24a do orifício de ejeção 24 é formada sobre a superfície da parte cilíndrica 22, o lubrificante é injetado a partir da abertura 24a no vão 60. Portanto, uma alta pressão não é necessária para injetar um lubrificante.

Devido ao vão descrito acima 60, a abertura 24a do orifício de ejeção 24 não entra em contato com o material de partida 7. Portanto, é possível evitar que ocorra rachaduras na superfície interna em razão do contato entre o material de partida 7 e a abertura 24a. Além disso, é possível evitar que a abertura 24a

experimente uma perda de fusão e seja obstruída em razão do contato com o material de partida 7.

Embora a abertura 24a do orifício de ejeção 24 não seja formada na parte de borda frontal 21 bem como na parte de tronco 23, ambas as quais são para contato com o material de partida 7, a elevação de temperatura da abertura 24a durante a perfuração é suprimida. Portanto, mesmo quando um lubrificante à base de vidro é usado, o lubrificante não é propenso à solidificação próximo da abertura 24a de um modo que o orifício de ejeção 24 não seja obstruído pelo lubrificante solidificado.

Na parte de borda frontal 21 e na parte de tronco 23, qualquer uma das quais que seja para contato com o material de partida 7 durante a laminação por perfuração, um revestimento 27 é formado sobre a superfície do metal de base da mesma mediante aspensão a arco, respectivamente. Visto que o revestimento 27 compreende óxidos e Fe, ele tem um excelente desempenho de isolamento de calor e uma propriedade anti-agarramento. Portanto, o revestimento 27 pode evitar que a parte de borda frontal 21 e a parte de tronco 23 do plugue 2 experimentem um desgaste e uma perda de fusão.

O revestimento 27 não é formado na parte cilíndrica 22 em que a abertura 24a do orifício de ejeção 24 é formada. Por essa razão, não há chance de que a abertura 24a seja estreitada ou bloqueada pelo revestimento, e dessa, uma injeção suave do lubrificante não é prejudicada. Mesmo se o revestimento não for formado sobre a superfície do metal de base da parte cilíndrica 22, visto que o material de partida 7 não entrará em contato com a superfície da parte cilíndrica 22, o desgaste e a perda de fusão da parte cilíndrica 22 não ocorrerá.

Adicionalmente, visto que a formação do revestimento 27 é conduzida por aspensão a arco, o processamento por muitas horas, como um tratamento por calor convencional para a formação de um revestimento em escala não é necessário. Portanto, ele não requer um longo período para produzir o plugue 2 em que o revestimento 27 é formado por aspensão a arco.

Conforme descrito até aqui, é possível evitar que a abertura 24a seja

obstruída em qualquer evento que seja causado pelo contato com o material de partida 7, ou de outro modo, pela solidificação do lubrificante, e também é possível inibir o desgaste e a perda de fusão de qualquer uma dentre a parte de borda frontal 21 e a parte de tronco 23, permitindo dessa forma a extensão da vida do plugue.

Exemplos

(Exemplo 1)

A fim de confirmar os efeitos da presente invenção, um teste de perfuração foi conduzido mediante o uso da máquina de perfuração mostrada na figura 4 descrita acima. As condições do teste estão descritas a seguir.

[Método de teste]

(1) Peça de trabalho (material de partida)

Dimensões: um tarugo arredondado com um diâmetro externo de 70 mm e um comprimento de 1000 mm.

Material: SUS304 especificado pelo Padrão JIS.

(2) Plugue

Um plugue que corresponde ao exemplo da primeira configuração descrito acima e que tem um orifício de ejeção foi adotado. Um aço ferramenta de trabalho a quente especificado pelo Padrão JIS foi usado como o metal de base, e um revestimento foi formado sobre a superfície do metal de base mediante a aspersão a arco com o uso de um fio de ferro tal que a espessura de revestimento respectiva da parte de borda frontal bem como da parte de tronco variasse amplamente. A geometria do plugue foi conforme mostrado na figura 18, e a espessura de revestimento t_1 da parte de borda frontal e a espessura de revestimento t_2 da parte de tronco foram conforme mostrado na tabela 3. Os números mostrados na figura 18 são designados por mm como uma unidade de dimensão.

Tabela 3

Plugue nº	Condição de aspersão a arco	Espessura de revestimento	Número de penetração	Estado do orifício
--------------	--------------------------------	------------------------------	-------------------------	-----------------------

	Distância de aspersão	Porção de borda frontal t1	Porção de tronco t2	em sucessão	de ejeção
A	Constante a 1000 mm	400 μm	400 μm	3 passagens	i
B	Variou de 200 mm a 1000 mm	400 μm	400 μm	4 passagens	i
C	Variou de 200 mm a 1000 mm	800 μm	400 μm	6 passagens	i
D	Variou de 200 mm a 1000 mm	1200 μm	400 μm	10 passagens	i
E	Variou de 200 mm a 1000 mm	800 μm	800 μm	2 passagens	i
F	Variou de 200 mm a 1000 mm	1200 μm	300 μm	10 passagens	i
G	Variou de 200 mm a 1000 mm	1200 μm	200 μm	6 passagens	Δ
H	Revestimento em escala através de tratamento por calor	400 μm	400 μm	2 passagens	.

Com a formação do revestimento, duas categorias foram adotadas:

uma em que a distância de aspersão foi fixada a 1000 mm, e a outra em que a distância de aspersão variou gradualmente de 200 mm a 1000 mm. Na primeira categoria, a razão de óxido no revestimento foi de cerca de 80% de uniformemente sobre toda a região relevante; e na segunda categoria, a razão de óxido no revestimento foi de cerca de 25% na parte adjacente ao metal de base e cerca de 80% na parte de camada superficial.

Além disso, por motivo de comparação, um plugue em que um

revestimento em escala foi formado sobre toda a área da superfície do metal de base foi preparado através de tratamento por calor.

(3) Laminação por perfuração

- Os respectivos plugues descritos acima foram usados para laminar por perfuração de maneira repetitiva as peças de trabalho, que foram aquecidas a 1200°C, para produzir carcaças ocas com as dimensões a seguir.

Dimensões de carcaça oca: um diâmetro externo de 74 mm, uma espessura de parede de 8,6 mm, e um comprimento de 2200 mm.

- Embora a laminação por perfuração tenha sido conduzida, um lubrificante à base de vidro que tem a composição química mostrada na tabela 4 foi injetado a partir do plugue.

Tabela 4

Componente	Teor (% em massa)
Substância em camadas à base de óxido	10 ~ 40
Um ou mais tipos de sais de metais alcalinos ou sais de amina de ácido bórico	5 ~ 30
Um ou mais tipos de polímeros solúveis em água	0,11 ~ 3,0
Água	Equilíbrio

Método de avaliação

(1) Vida do plugue

- Foi feita uma inspeção visual para um plugue toda vez em que a laminação por perfuração foi concluída, e a vida do plugue foi avaliada pelo número de passagens em um momento quando a perda de fusão ou danos de deformação ocorreram na parte de borda frontal do plugue, ou seja, o número dos materiais de partida que puderam ser laminados por perfuração sucessivamente (o número de laminação por perfuração em sucessão).

Além disso, a vida do plugue foi avaliada mediante o impelimento do lubrificante a ser injetado a partir do orifício de ejeção do plugue cada vez que a

laminação por perfuração fosse concluída e mediante a observação do estado da injeção do lubrificante.

Símbolos de referência na coluna do "estado do orifício de ejeção" da Tabela 3 têm os seguintes significados.

5 O: Satisfatório, indicando que nenhum problema foi percebido na injeção do lubrificante.

Δ: Regular, indicando que, embora a injeção do lubrificante fosse aparentemente possível, a velocidade da injeção diminuiu e a deterioração do mesmo foi percebida.

10 X: Inaceitável, indicando que a injeção de lubrificante foi desabilitada.

(2) Rachaduras de superfície interna

As rachaduras da superfície interna foram avaliadas pela presença ou ausência de rachadura(s) mediante a inspeção visual da superfície interna de cada carcaça oca que foi formada através de laminação por perfuração.

15 Resultados de teste

Os resultados mostrados na tabela 3 indicam o seguinte.

O plugue H, que foi um Exemplo Comparativo e em que um revestimento em escala foi formado através de tratamento por calor, exibiu 2 passagens no número de penetração em sucessão, e uma perda de fusão foi observada na parte de borda frontal do plugue. O orifício de ejeção do plugue H foi obstruído após as 2 passagens, e a injeção de lubrificante foi desabilitada. Isso foi causado pelo fato de que, quando o plugue foi termo-tratado, um crescimento em escala também no orifício de ejeção e no orifício de ejeção foi facilitado para ser facilmente obstruído antes da perfuração.

25 Os plugues de A a G eram Exemplos Inventivos da presente invenção e cada um tem um revestimento formado por aspensão a arco na parte de borda frontal bem como na parte de tronco, sendo que cada um exibiu um estado satisfatório do orifício de ejeção. Entre eles, entretanto, o plugue G, em que a espessura de revestimento da parte de tronco foi tão delgada quanto 200 μm, exibiu um declínio na velocidade da injeção de lubrificante. A razão concebível

para isso é que o desempenho de isolamento de calor na parte de tronco sofreu declínio em razão da espessura delgada do revestimento da parte de tronco, e assim, a abertura do orifício de ejeção se deformou gradualmente à medida que a perfuração foi repetida.

5 O plugue A, que foi um exemplo inventivo da presente invenção, foi configurado tal que a distância de aspersão foi fixada em 1000 mm, e a espessura de revestimento foi de 400 mm tanto na parte de borda frontal quanto na parte de tronco. Esse plugue A exibiu 3 passagens no número de penetração em sucessão e uma vida mais longa que a do plugue H que era um Exemplo Comparativo.

10 Cada um dos plugues de B a G, exemplos inventivos da presente invenção, tem a razão de óxido no revestimento configurada para mais alta na parte de camada superficial que na lateral de metal de base mediante a variação da distância de aspersão, exibiu uma vida igual a, ou mais longa que a do plugue H que foi um exemplo comparativo.

15 Entre eles, o plugue B, em que a espessura de revestimento foi de 400 mm tanto na parte de borda frontal quanto na parte de tronco, exibiu 4 passagens no número de penetração em sucessão. Além disso, os plugues C e D, em que a espessura de revestimento da parte de borda frontal foi aumentada para 800 mm e 1200 mm respectivamente, exibiram um aumento no número de
20 penetração em sucessão para ser de 6 passagens e 10 passagens, respectivamente.

O plugue E, em que a espessura de revestimento foi configurada para ser de 800 mm tanto na parte de borda frontal quanto na parte de tronco, exibiu um descolamento no revestimento da parte de tronco, e foi desabilitado após 2
25 passagens de perfuração. Isso se deu pelo fato de que a espessura de revestimento da parte de tronco era muito grande de um modo que o descolamento do revestimento foi prontamente facilitado.

Cada um dos plugues F e G é configurado tal que a espessura de revestimento da parte de borda frontal fosse de 1200 mm e a espessura de
30 revestimento da parte de tronco fosse configurada para ser, respectivamente, 300

mm e 200 mm, ou seja, menor que 400 mm, exibiu 10 passagens e 6 passagens no número de penetração em sucessão, respectivamente.

Além disso, em qualquer um dos plugues A a H, não foi observada qualquer rachadura na superfície interna nas carcaças ocas obtidas.

5 Exemplo 2

Um teste de perfuração foi conduzido mediante a adoção de um plugue sem um orifício de ejeção. As condições do teste estão descritas a seguir.

Método de teste

(1) Peça de trabalho (material de partida)

10 Dimensões: um tarugo arredondado com um diâmetro externo de 70 mm e um comprimento de 1000 mm.

Material: SUS304 especificado pelo Padrão JIS.

(2) Plugue

15 Um plugue que corresponde ao exemplo da segunda configuração descrito acima e que não tem um orifício de ejeção foi adotado. Um aço ferramenta de trabalho a quente especificado pelo Padrão JIS foi usado como o metal de base, e um revestimento foi formado sobre a superfície do metal de base mediante a aspersão a arco com o uso de um fio de ferro tal que a espessura de revestimento de cada uma dentre a parte de borda frontal e da parte de tronco variasse amplamente. A geometria do plugue foi conforme mostrado na figura 19, e
20 a espessura de revestimento t_1 da parte de borda frontal e a espessura de revestimento t_2 da parte de tronco foram conforme mostrado na tabela 5. Os números mostrados na figura 19 são designados por mm como uma unidade de dimensão.

25 Tabela 5

Plugue nº	Condição de aspersão a arco	Espessura de revestimento		Número de penetração em sucessão
	Distância de aspersão	Porção de borda frontal t1	Porção de tronco t2	
AA	Constante a 1000 mm	400 mm	400 µm	2 passagens
BB	Variou de 200 mm a 1000 mm	400 µm	400 µm	3 passagens
CC	Variou de 200 mm a 1000 mm	800 µm	400 µm	5 passagens
DD	Variou de 200 mm a 1000 mm	1200 µm	400 µm	9 passagens
EE	Variou de 200 mm a 1000 mm	800 µm	800 µm	1 passagem
FF	Variou de 200 mm a 1000 mm	1200 µm	300 µm	9 passagens
GG	Variou de 200 mm a 1000 mm	1200 µm	200 µm	5 passagens
HH	Revestimento em escala através de tratamento por calor	400 µm	400 µm	1 passagem

Com a formação do revestimento, duas categorias foram adotadas:

uma em que a distância de aspersão foi fixada a 1000 mm, e a outra em que a distância de aspersão variou gradualmente de 200 mm a 1000 mm. Na primeira categoria, a razão de óxido no revestimento foi de cerca de 80% de uniformemente sobre toda a região relevante; e no segundo caso, a razão de óxido no revestimento foi de cerca de 25% na parte adjacente ao metal de base e cerca de 80% na parte de camada superficial.

Além disso, por motivo de comparação, um plugue em que um revestimento em escala foi formado sobre toda a área da superfície do metal de base foi preparado através de tratamento por calor. Antes de cada laminação por perfuração, um lubrificante à base de vidro que tem uma composição química mostrada na tabela 4 descrita acima foi aplicado e empilhado sobre a superfície do revestimento de cada plugue.

(3) Laminação por perfuração

Os respectivos plugues descritos acima foram usados para laminar por perfuração de maneira repetitiva as peças de trabalho, que foram aquecidas a 1200°C, para produzir carcaças ocas com as dimensões a seguir.

Dimensões de carcaça oca: um diâmetro externo de 74 mm, uma espessura de parede de 8,6 mm, e um comprimento de 2200 mm.

Método de avaliação

(1) Vida do plugue

Foi feita uma inspeção visual para um plugue toda vez em que a laminação por perfuração foi concluída, e a vida do plugue foi avaliada pelo número de passagens em um momento quando a perda de fusão ou danos de deformação ocorreram na parte de borda frontal do plugue, ou seja, o número dos materiais de partida que puderam ser laminados por perfuração sucessivamente (o número de laminação por perfuração em sucessão).

(2) Rachaduras de superfície interna

As rachaduras da superfície interna foram avaliadas pela presença ou ausência de rachadura(s) mediante a inspeção visual da superfície interna de cada carcaça oca que foi formada através de laminação por perfuração.

Resultados de teste

Os resultados mostrados na tabela 5 indicam o seguinte.

O plugue HH, que foi um Exemplo Comparativo e em que um revestimento em escala foi formado através de tratamento por calor, exibiu 1 passagem no número de penetração em sucessão, e uma perda de fusão foi observada na parte de borda frontal do plugue.

O plugue AA, que foi um exemplo inventivo da presente invenção, foi configurado tal que a distância de aspersão foi fixada em 1000 mm, e a espessura de revestimento foi de 400 mm tanto na parte de borda frontal quanto na parte de tronco. Esse plugue AA exibiu 2 passagens no número de penetração em
5 sucessão e uma vida mais longa que a do plugue AA que era um Exemplo Comparativo.

Em cada um dos plugues BB a GG, exemplos inventivos da presente invenção, a razão de óxido no revestimento foi configurada para ser mais alta na parte de camada superficial que na lateral de metal de base mediante a variação
10 da distância de aspersão, exibiu uma vida igual a, ou mais longa que a do plugue HH, que foi um exemplo comparativo.

Entre eles, o plugue BB, em que a espessura de revestimento foi de 400 mm tanto na parte de borda frontal quanto na parte de tronco, exibiu 3 passagens no número de penetração em sucessão. Além disso, no caso dos
15 plugues CC e DD, a espessura de revestimento da parte de borda frontal foi aumentada para 800 mm em CC e 1200 mm em DD, exibiu um aumento no número de penetração em sucessão pra ser de 5 passagens e 9 passagens, respectivamente.

O plugue EE, em que a espessura de revestimento foi configurada
20 para ser de 800 mm tanto na parte de borda frontal quanto na parte de tronco, exibiu um descolamento no revestimento da parte de tronco, e foi desabilitado após 1 passagem de perfuração. Isso se deu pelo fato de que a espessura de revestimento da parte de tronco era muito grande de modo que é facilitado prontamente o descolamento do revestimento.

25 Nos plugues FF e GG, a espessura de revestimento da parte de borda frontal em cada um foi de 1200 mm enquanto a espessura de revestimento da parte de tronco foi de, respectivamente, 300 mm e 200 mm, ou seja, para ser menor que 400 mm, e 9 passagens e 5 passagens no número de penetração em sucessão, respectivamente, foram exibidas.

30 Além disso, em qualquer um dos plugues AA a HH, não foi observada

qualquer rachadura na superfície interna nas carcaças ocas obtidas.

Aplicabilidade Industrial

A presente invenção pode ser aplicada de maneira eficaz para a produção de um tubo contínuo mediante o trabalho a quente.

5

LISTA DE SINAIS DE REFERÊNCIA

1: máquina de perfuração, 2: plugue, 3: mandril, 4: cilindro cônico, 5: aparelho de fornecimento de lubrificante, 7: material de partida, 8: peça em bruto oca, 21: parte de borda frontal, 22: parte cilíndrica, 23: parte de tronco, 24: orifício de ejeção lubrificante, 24a: abertura, 25: parte em relevo, 25a: superfície de borda posterior, 26: junta de mandril, 26a: superfície inferior, 27: revestimento, 31: orifício passante, 51: lubrificante, 52: tanque, 53: bomba, e 60: vão.

10

REIVINDICAÇÕES

1. Plugue para uso em uma fresa de laminação por perfuração para a laminação por perfuração de um material de partida e para a deformação do mesmo transformando-o em uma peça em bruto oca, em que o plugue (2) é acoplado a uma borda frontal de um mandril (3) e adaptado para perfurar o material de partida, o plugue (2) incluindo,

uma parte de borda frontal (21) que tem uma curvatura convexa;

uma parte de tronco (23) que tem um diâmetro externo que aumenta gradualmente em direção à borda posterior da mesma, sendo que a parte de tronco (23) que está diretamente em contiguidade com a parte de borda frontal (21) ou, de outro modo, que tem uma porção cilíndrica (22) de um formato verdadeiramente ou quase cilíndrico residindo entre elas;

uma junta de mandril (26) fornecida em uma porção de borda posterior do plugue (2) caracterizado por o plugue (2) incluir:

um revestimento (27) que compreende óxidos e Fe que é formado ao menos sobre a superfície de metal de base de cada uma dentre a parte de borda frontal (21) bem como da parte de tronco (23) através de uma aspersão a arco com o uso de um fio de ferro;

em que uma razão entre regiões ocupadas pelos óxidos no revestimento ser igual ou menor que 40% em uma porção adjacente ao metal de base, e 55% a 80% em uma parte de camada superficial.

2. Plugue, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por a porção cilíndrica (22) ser adjacente a parte de borda frontal (21); em que

o plugue (2) inclui um orifício de ejeção (24) para injetar lubrificante que passa através da parte de tronco (23) da junta do mandril (26) que se abre na superfície da parte cilíndrica (22).

3. Plugue, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 e 2, **CARACTERIZADO** pelo fato de que:

uma espessura do revestimento (27) é maior na parte de borda

frontal (21) que na parte de tronco (23).

4. Fresa de laminação por perfuração para a laminação por perfuração de um material de partida e deformação do mesmo transformando-o em uma peça em bruto oca enquanto injeta um lubrificante a partir de um plugue (2) acoplado a uma borda frontal de um mandril (3), o plugue (2) compreendendo: parte de borda frontal (21) possuindo uma curvatura convexa; uma porção cilíndrica (22) contendo um formato verdadeiramente ou quase cilíndrico; e uma parte de tronco (23) possuindo um diâmetro externo aumentando gradualmente em direção a sua borda traseira, **CARACTERIZADA** pelo fato de que

a fresa de laminação por perfuração inclui: um mandril (3) que tem um orifício passante (31) em uma direção axial; um aparelho de fornecimento de lubrificante (5) para fornecer o lubrificante ao orifício passante (31); e um plugue (2) que tem um orifício de ejeção lubrificante (24) em comunicação com o orifício passante (31),

o orifício de ejeção lubrificante (24) se abre sobre a superfície da porção cilíndrica (22),

um revestimento (27) que compreende óxidos e Fe é formado sobre a superfície de metal de base de cada uma dentre a parte de borda frontal (21) bem como a parte de tronco (23) mediante aspersão a arco com o uso de um fio de ferro; e

uma razão entre regiões ocupadas pelos óxidos no revestimento ser igual ou menor que 40% em uma porção adjacente ao metal de base, e 55% a 80% em uma parte de camada superficial.

5. Fresa de laminação por perfuração, de acordo com a reivindicação 4, **CARACTERIZADA** pelo fato de que

uma espessura do revestimento (27) é maior na parte de borda frontal (21) que na parte de tronco (23).

6. Método de produção de um tubo contínuo, **CARACTERIZADO** pelo fato de que

a fresa de laminação por perfuração, de acordo com as reivindicações 4 e 5 ser usada, e

enquanto o material de partida é laminado por perfuração, o material de partida é deformado formando uma peça em bruto oca enquanto o lubrificante (51) está sendo injetado a partir do orifício de ejeção (24) do plugue (2).

FIG. 1

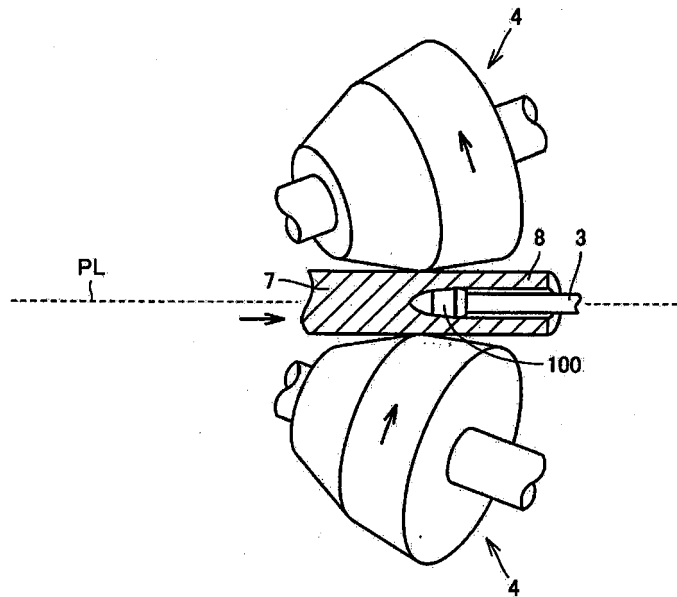


FIG. 2

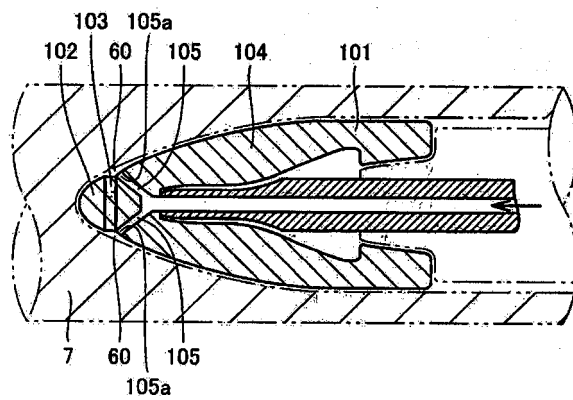
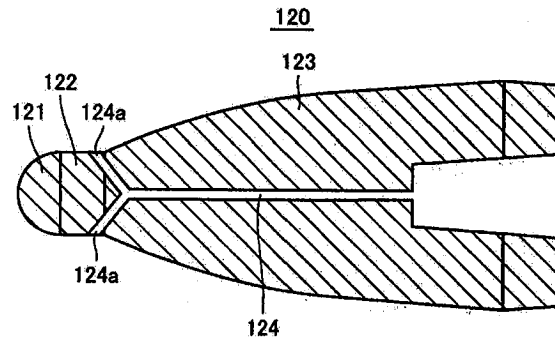


FIG. 3

(a)



(b)

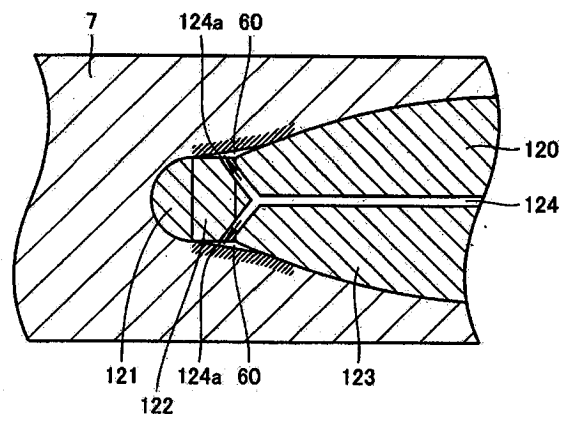


FIG. 4

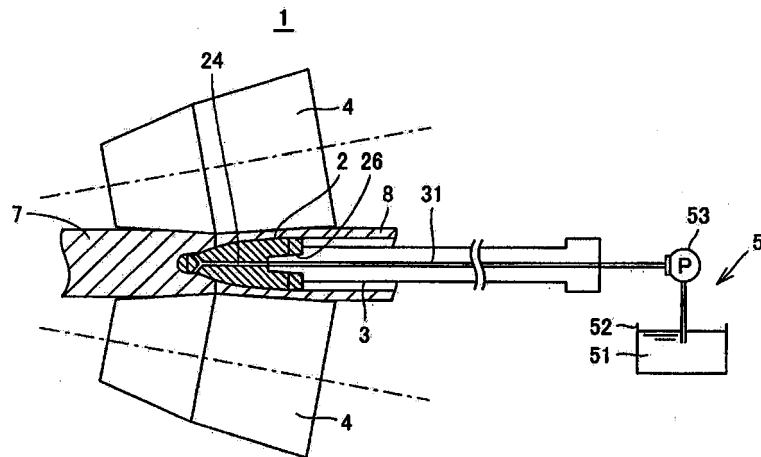


FIG. 5

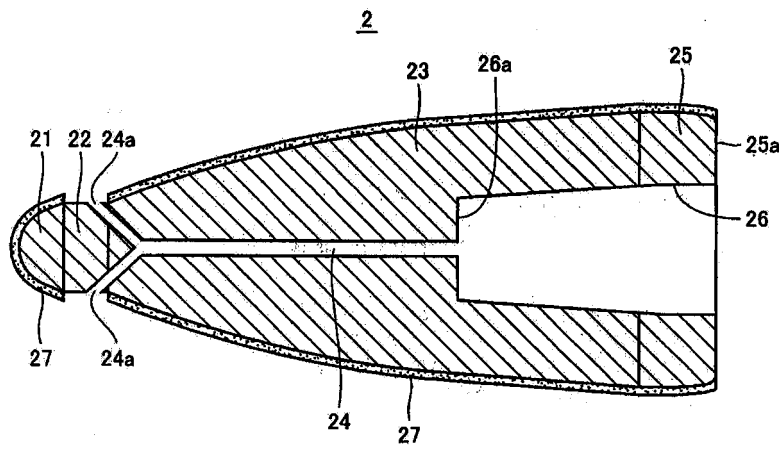


FIG. 6

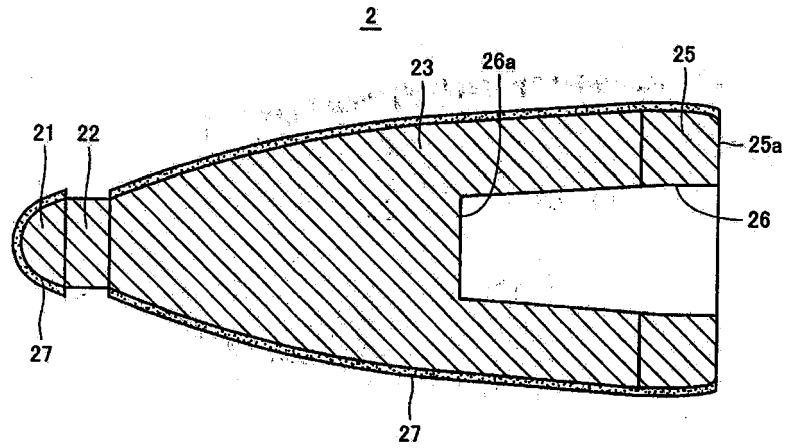


FIG. 7

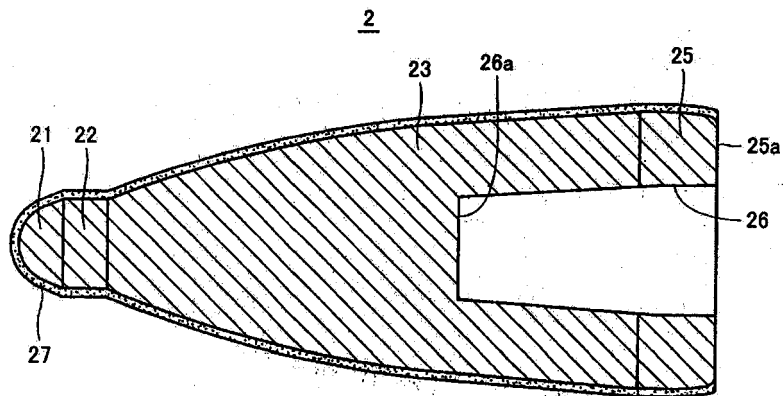


FIG. 8

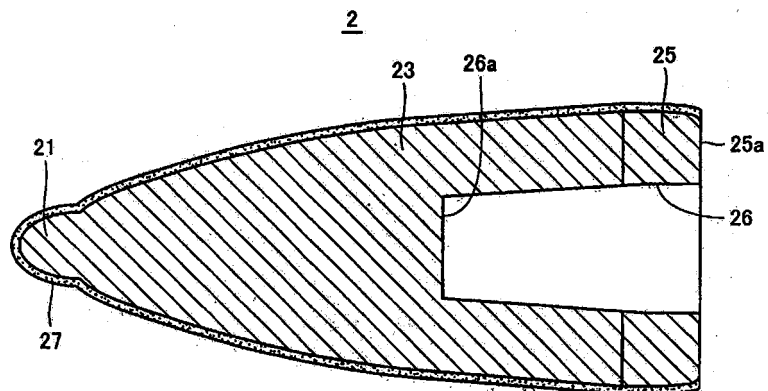


FIG. 9

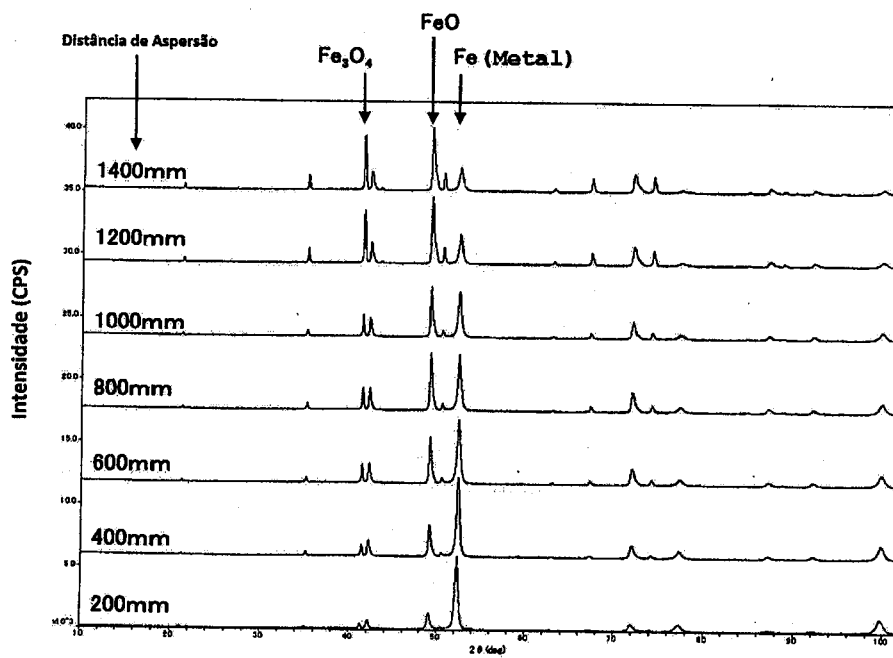


FIG. 10

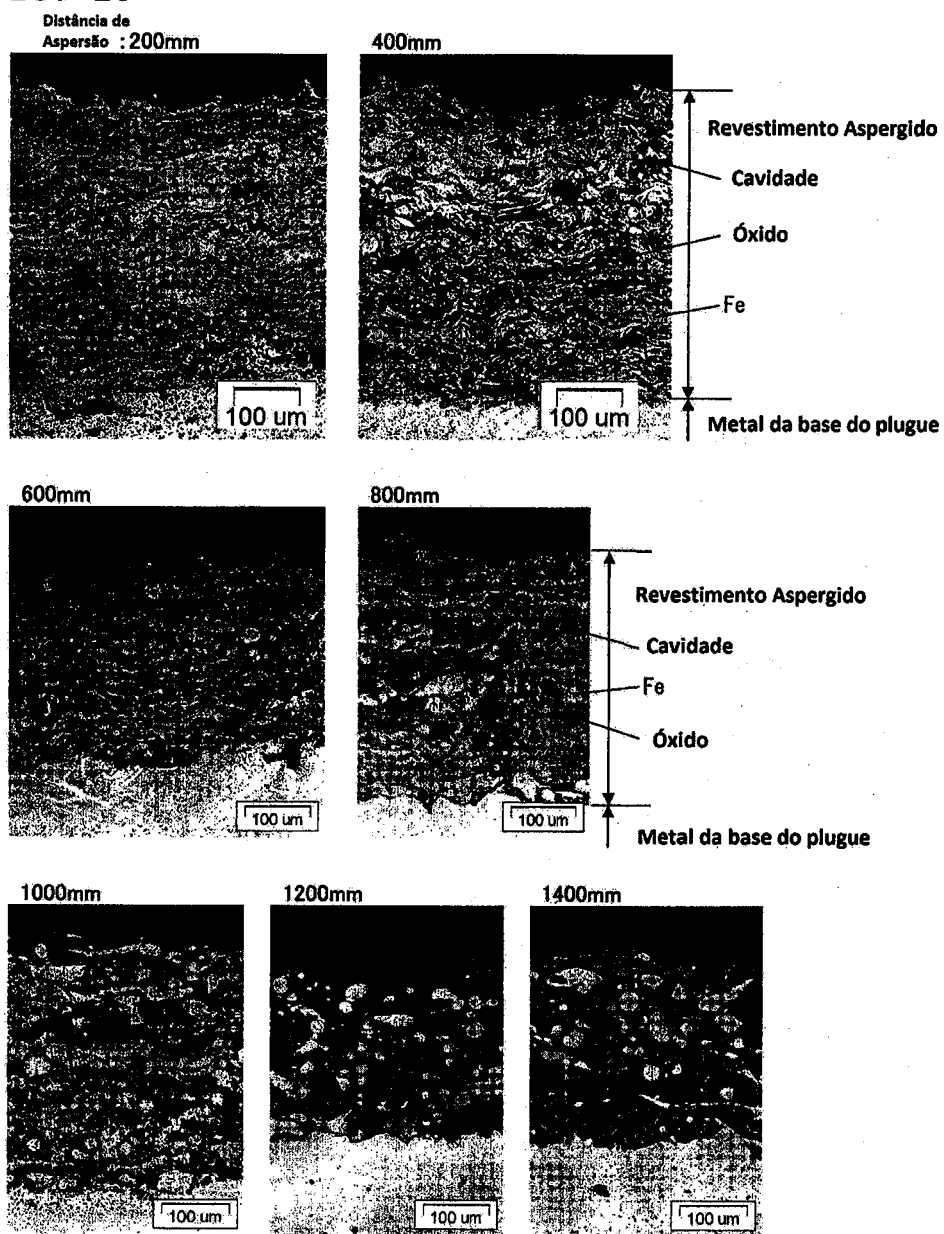


FIG. 11

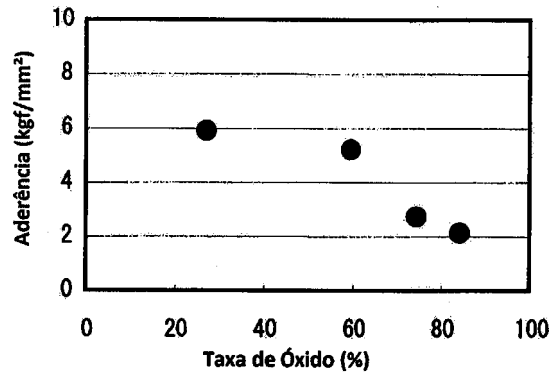


FIG. 12

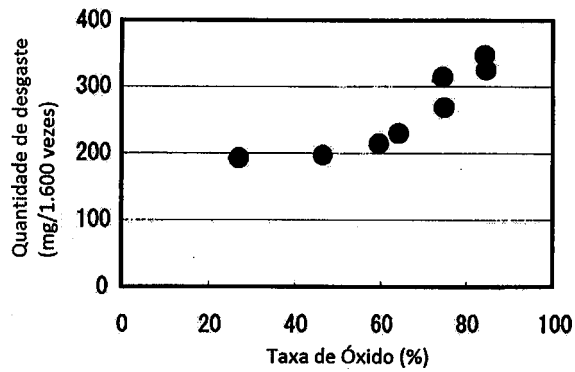


FIG. 13

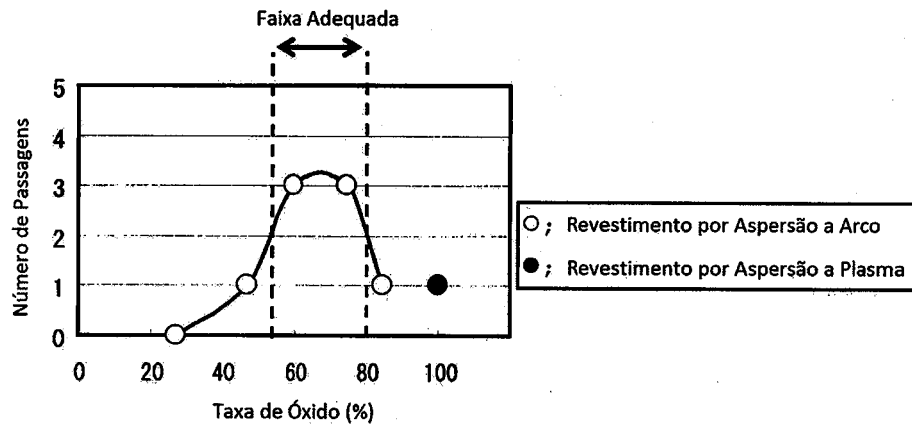


FIG. 14

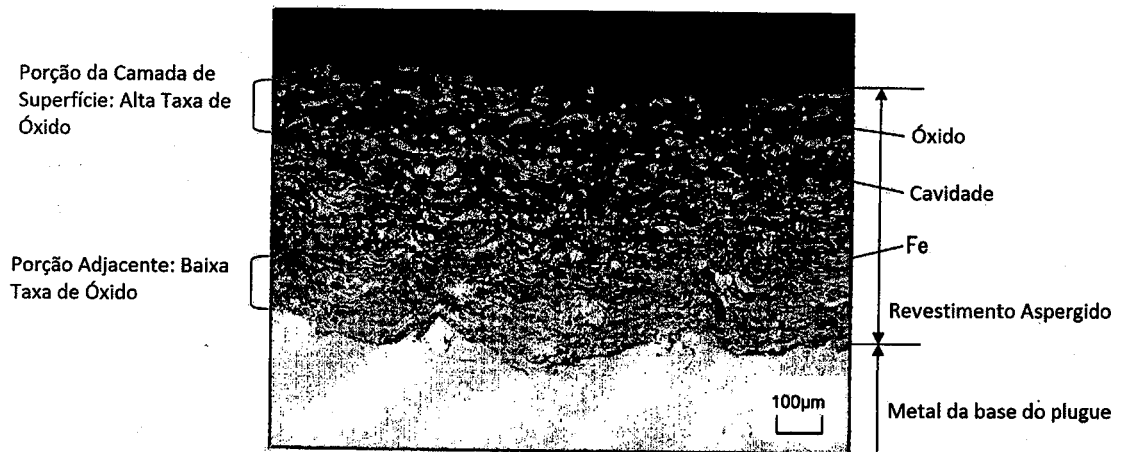


FIG. 15

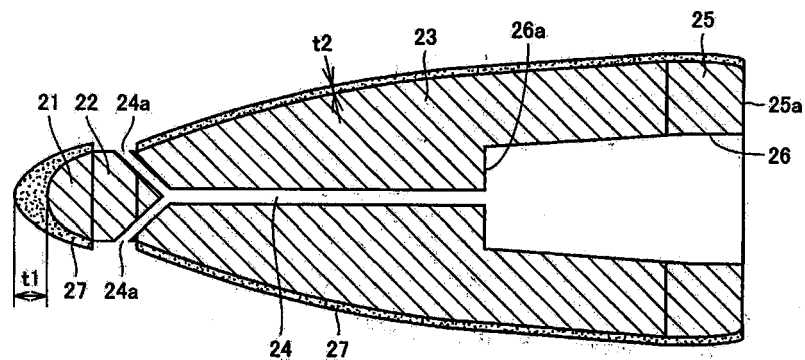


FIG. 16

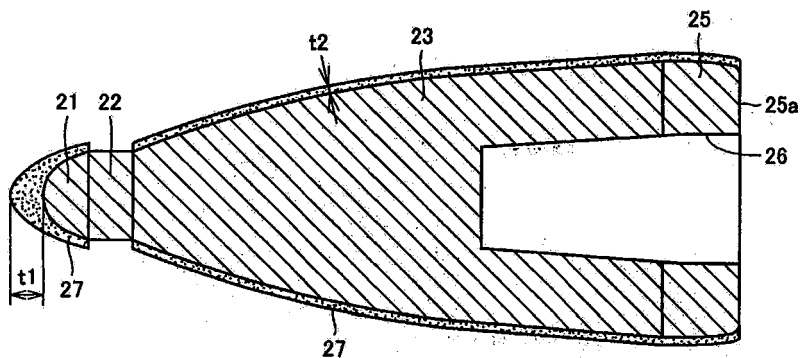


FIG. 17

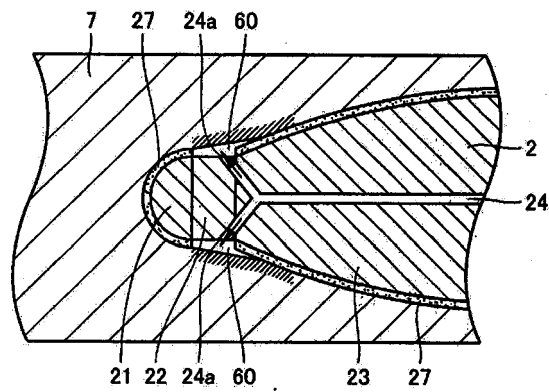


FIG. 18

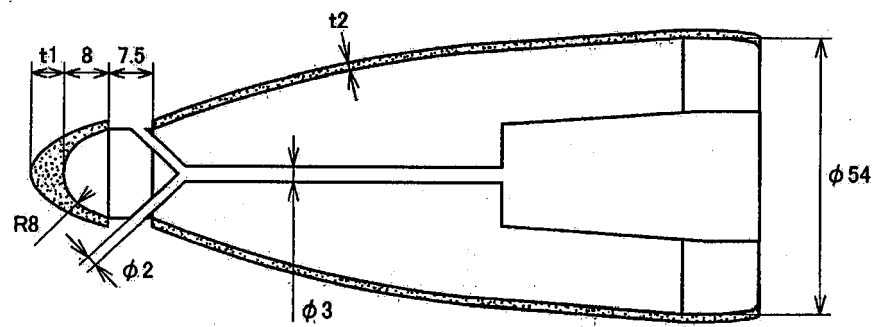


FIG. 19

