



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

(21) **PI0609484-8 A2**



* B R P I O 6 0 9 4 8 4 A 2 *

(22) Data de Depósito: 31/03/2006
(43) Data da Publicação: 20/04/2010
(RPI 2050)

(51) *Int.Cl.:*
B21B 37/78 (2010.01)
B21B 17/02 (2010.01)

(54) Título: **MÉTODO DE CONTROLE DE ALONGAMENTO DE LAMINAÇÃO**

(30) Prioridade Unionista: 31/03/2005 JP 2005-103497

(73) Titular(es): SUMITOMO METAL INDUSTRIES LTD.

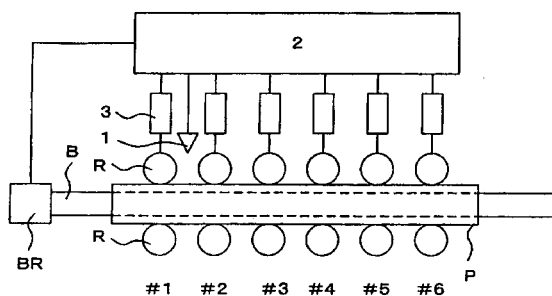
(72) Inventor(es): Hiroyuki Iwamoto

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

(86) Pedido Internacional: PCT JP2006306874 de 31/03/2006

(87) Publicação Internacional: WO 2006/106938 de 12/10/2006

(57) **Resumo:** MÉTODO DE CONTROLE DE ALONGAMENTO DE LAMINAÇÃO. A presente invenção refere-se a um método de controle de alongamento de laminação, o qual pode fabricar uma casca oca de alta precisão dimensional, e pode suprimir problemas de laminação. E um método de controle de alongamento de laminação no qual a espessura de parede do sulco inferior de uma casca oca P no suporte N° 1 que tem um medidor ultra-sônico 1 de espessura de parede instalado entre ela e um suporte N° 2 é medida, o diâmetro externo de uma barra mandril B é calculado com base no valor ajustado do espaço de rolo no suporte N° 1 e a espessura de parede do sulco inferior da casca oca P, a localização na direção ao longo do comprimento da barra mandril P para a qual o diâmetro externo foi calculado são determinadas com base na informação de posição em um retentor de barra BR, a distribuição na direção ao longo do comprimento do diâmetro externo da barra mandril é calculada repetindo as etapas acima, a localização na direção ao longo do comprimento da barra mandril que contata a casca oca em um suporte subsequente é determinada com base em informação de posição do retentor de barra, e o espaço de rolo no suporte subsequente é ajustado com base no diâmetro externo da localização determinada na direção ao longo do comprimento da barra mandril.



Pat 020070166393

PI 0304484 - 8

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**MÉTODO DE CONTROLE DE ALONGAMENTO DE LAMINAÇÃO**".

Campo Técnico

A presente invenção refere-se a um método de controle de laminação de alongamento. Especificamente a presente invenção refere-se a um método de controle de laminação de alongamento que pode fabricar um tubo sem costura que tem precisão bidimensional elevada e que pode suprimir a ocorrência de problemas de laminação medindo a espessura de parede de uma casca oca para o interior da qual uma barra mandril é inserida e controlar alongamento da laminação da casca oca em um laminador de mandril com base nos resultados medidos.

Antecedente Técnica

Até o presente momento houve diversas propostas de invenções que medem a espessura de parede de um objeto de interesse que utilizam um medidor de espessura de parede de raios gama e ajustam e corrigem as condições de laminação com base nos resultados medidos (ver Documento de Patente 1, por exemplo).

Um medidor de espessura de parede de raios gama mede a espessura de parede com base na quantidade de atenuação de raios gama que atravessam um objeto de interesse. Por conta deste princípio de medição não é possível medir a espessura de parede de uma casca oca para o interior da qual uma barra mandril foi inserida utilizando um medidor de espessura de parede de raios gama. Portanto, naturalmente não é possível medir a espessura de parede entre os suportes de um laminador de mandril com um medidor de espessura de parede de raios gama. Mesmo no lado de saída de um laminador de mandril a medição de espessuras pode somente ser realizada com um laminador de mandril retrátil, no qual a barra mandril inserida é retraída no sentido do lado de entrada depois da completação de laminação de alongamento. Além disto, mesmo com um laminador de mandril retrátil, a espessura de parede pode ser medida somente em uma localização espaçada por uma certa quantidade da vizinhança imediata da saída do laminador. Devido a estas limitações existe, naturalmente, um limite na

medida do qual os resultados de medição da espessura de parede por um medidor de espessura de raios gama podem ser utilizados para realizar controle de alta precisão.

Assim, em um método de controle para um laminador de mandril que utiliza um medidor de espessura de parede de raios gama convencional, existe o problema fundamental que não é possível medir a espessura de parede de uma casca oca para o interior da qual uma barra mandril é inserida. Devido a este problema existem os quatro problemas específicos a seguir:

10 Problema 1

Em um método de controle convencional que utiliza um medidor de espessura de parede de raios gama em laminação de alongamento inicial, não é possível ajustar um espaço de rolo que corresponda ao diâmetro externo da barra mandril, e assim uma precisão elevada não pode ser obtida para a espessura de parede de cascas ocas que inicialmente sofrem laminação de alongamento.

Um método que é concebível para obter uma casca oca com uma espessura de parede altamente precisa por meio de laminação de alongamento que utiliza um laminador de mandril, é um no qual o diâmetro externo de uma barra mandril é avaliado por cálculo e o espaço do rolo de um suporte predeterminado é ajustado de acordo com o diâmetro externo avaliado da barra mandril. No passado, para realizar este método, a espessura de parede de uma casca oca no lado de saída de um laminador de mandril (um laminador de mandril retrátil) era medida utilizando um medidor de espessura de parede de raios gama e, com base nos resultados desta medição e o valor ajustado do espaço de rolo no suporte final, o diâmetro externo da barra mandril era avaliado. Contudo, este método de avaliação avalia o diâmetro externo de uma barra mandril com base no valor medido da espessura de parede do lado de saída de um laminador de mandril. Portanto, a laminação de alongamento de uma casca oca para a qual a espessura de parede era medida já está completada no momento em que o diâmetro externo da barra mandril é avaliado. Um laminador de mandril utiliza

normalmente uma pluralidade de barras mandril enquanto as circula, e uma espessura de parede altamente precisa não pode ser obtida para a primeira casca oca a ser laminada utilizando cada barra mandril, isto é, para o mesmo número de cascas ocas que o número de barras mandril que estão sendo circuladas.

Problema 2

Uma vez que a medição de espessura de parede de uma casca oca por meio de um medidor de espessura de parede de raios gama não pode ser realizada entre suportes de um laminador de mandril, sua espessura de parede voltada para a espessura de parede de porções flange deve ser predita, tornando com isto impossível obter uma espessura de parede altamente precisa.

As localizações de uma casca oca que correspondem à sua espessura de parede da porção flange em um suporte se tornam localizações que correspondem à sua espessura de parede do sulco inferior no próximo suporte onde a espessura de parede é reduzida por rolos sulcados. Conseqüentemente, se um erro se desenvolve na predição da espessura de parede da porção flange de uma casca oca, um erro se desenvolve na quantidade de redução. Em adição, a velocidade da casca oca nos lados de entrada e saída do suporte varia, e a força de tração entre suportes varia. Como resultado, a deformação da casca oca nas localizações que correspondem à espessura de parede da porção flange que corre no próximo suporte se desvia enormemente da predição, e laminação defeituosa, com precisão bidimensional piorada ocorre com uma casca oca feita de um material difícil de trabalhar.

Problema 3

Em laminação de alongamento que utiliza um laminador de mandril, desvios de espessura opostos, que são um fenômeno no qual porções de parede espessa e porções de parede fina se alternam, se desenvolvem de maneira alternada em um passo de aproximadamente 90° na direção circunferencial de uma casca oca, se desenvolvem algumas vezes. Para suprimir a ocorrência de desvios de espessura opostos, as posições de lami-

nação dos rolos sulcados podem ser ajustadas de modo que as porções de parede espessa se tornam mais finas e as porções de parede fina se tornam mais espessas. Contudo, como descrito acima, com um medidor de espessura de parede de raios gama não é possível realizar a medição de espessura de parede exceto no lado de saída de um laminador de mandril (um laminador de mandril retrátil) que tem uma localização separada do mandril por uma certa extensão. Portanto, mesmo se desvios de espessura opostos se desenvolvem em uma casca oca que sofreu medição de espessura de parede, não é mais possível ajustar as posições de laminação dos rolos sulcados para aquela casca oca. Em adição, em um laminador de mandril de um tipo diferente de um laminador de mandril retrátil, não é possível de todo realizar a medição de desvios de espessura opostos.

Problema 4

Em laminação de alongamento que utiliza um laminador de mandril é importante confirmar a distância entre os fundos de sulco de um rolo sulcado em um suporte. Uma vez que esta distância não pode ser medida diretamente, a posição de laminação é corrigida por ajustamento zero da posição de laminação alcançada contatando as porções flange do rolo sulcado uma com a outra à vista do resultado de medição por meio de um medidor de espessura de parede de raios gama instalado no lado de saída do laminador de mandril. Contudo, somente a posição de laminação dos rolos sulcados instalados no suporte final pode ser corrigida por este método. Conseqüentemente, em um método de controle para um laminador de mandril que utiliza um medidor de espessura de parede de raios gama convencional não é possível aumentar a precisão de ajustamento zero da posição de laminação dos rolos sulcados em suportes precedentes.

Documento de Patente 1: JP H08-71616 A1

Descrição da Invenção

A presente invenção foi feita para solucionar os problemas da técnica precedente descritos acima, e seu objetivo é fornecer um método de controle de laminação de alongamento para um laminador de mandril, que pode solucionar os problemas presentes em um método de controle de lami-

nação de alongamento para um laminador de mandril que utiliza um medidor de espessura de parede de raios gama convencional em que a espessura de parede de uma casca oca para o interior da qual uma barra mandril é inserida não pode ser medida.

5 Como resultado de investigações diligentes com o objetivo de solucionar este problema, os presentes inventores descobriram que a espessura de parede de uma casca oca que tem uma barra mandril inserida para seu interior pode ser medida se um medidor de espessura de parede ultra-sônico que mede a espessura de parede com base na diferença no
10 tempo refletido de ondas ultra-sônicas a partir das superfícies interna e externa de uma casca oca é utilizado ao invés de um medidor de espessura de parede de raios gama. A razão para isto é imaginada ser que mesmo quando uma barra mandril é inserida em uma casca oca, uma camada de ar está presente entre a superfície externa da barra mandril e a superfície interna da
15 casca oca, e ondas ultra-sônicas são refletidas a partir da superfície interna da casca oca por esta camada de ar. Conseqüentemente, foi descoberto que se um medidor de espessura de parede ultra-sônico é utilizado, torna-se possível realizar medição da espessura de parede de uma casca oca entre os suportes de um laminador de mandril ou na vizinhança imediata do lado
20 de saída, o que não poderia ser medido no passado, tornando com isto possível solucionar os diversos problemas presentes com um método de controle de laminador de mandril convencional que utiliza um medidor de espessura de raios gama. Com isto eles completaram a presente invenção.

 A presente invenção é um método de controle de laminação de
25 alongamento caracterizado pelo fato de a espessura de parede de uma casca oca para o interior da qual é inserida uma barra mandril ser medida entre os suportes de laminação de um laminador de mandril ou no lado de saída do suporte final do laminador de mandril, utilizando um medidor de espessura de parede de ultra-sônico, e o laminador de mandril ser controlado com
30 base no valor medido.

 A presente invenção é também um método de controle de laminação de alongamento caracterizado pelo fato de compreender uma primeira

etapa de medir a espessura de parede de fundo de sulco de uma casca oca em um suporte imediatamente antes da posição de instalação de um medidor de espessura de parede ultra-sônico instalado entre suportes predeterminados de um laminador de mandril, uma segunda etapa de calcular o diâmetro externo de uma barra mandril com base no valor ajustado do espaço de rolo no suporte imediatamente precedente e a espessura de parede de fundo do sulco da casca oca medida na primeira etapa, uma terceira etapa de determinar a localização na direção ao longo do comprimento da barra mandril para a qual o diâmetro externo foi calculado na segunda etapa com base na informação de posição em um retentor de barra, uma quarta etapa de calcular a distribuição na direção ao longo do comprimento do diâmetro externo da barra mandril repetindo a primeira etapa através da terceira etapa, uma quinta etapa de determinar uma localização na direção ao longo do comprimento da barra mandril que contata a casca oca em um suporte subsequente depois do suporte imediatamente precedente com base na informação de posição no retentor de barra, uma sexta etapa de calcular o diâmetro externo na localização na direção ao longo do comprimento da barra mandril que foi determinado na quinta etapa com base na distribuição na direção ao longo do comprimento do diâmetro externo da barra mandril calculado na quarta etapa, e uma sétima etapa de ajustar o espaço de rolo no suporte subsequente com base no diâmetro externo na posição na direção ao longo do comprimento da barra mandril calculado na sexta etapa. O problema 1 pode ser solucionado por esta invenção.

A expressão "espessura de parede do fundo do sulco de uma casca oca" aqui utilizada significa a espessura de parede das porções de uma casca oca que se opõe às porções do fundo do sulco dos rolos sulcados.

A presente invenção é também um método de controle de laminação de alongamento caracterizado por compreender uma primeira etapa de medir a espessura de parede de porção flange de uma casca oca em um suporte imediatamente antes da posição de instalação de um medidor de espessura de parede ultra-sônico instalado entre suportes predeterminados

de um laminador de mandril, e uma segunda etapa de ajustar o espaço de rolo no suporte imediatamente depois da posição de instalação do medidor de espessura de parede ultra-sônico com base na espessura de parede da porção flange da casca oca medida na primeira etapa. O problema 2 pode ser solucionado por esta invenção.

A expressão "espessura de parede de porção flange de uma casca oca" aqui utilizada significa a espessura de parede de porções de uma casca oca voltada para as porções flange de rolos sulcados.

A presente invenção é também um método de controle de laminação de alongamento caracterizado por compreender uma primeira etapa de medir a distribuição da espessura de parede na direção circunferencial de uma casca oca a partir de quando a extremidade frontal da casca oca passa a posição de instalação de um medidor de espessura de parede ultra-sônico instalado no lado de saída de um laminador de mandril, uma segunda etapa de calcular os componentes e direção de desvios de espessura opostos com base na distribuição de espessura de parede na direção circunferencial da casca oca medidos na primeira etapa, e uma terceira etapa de corrigir a posição de laminação dos rolos sulcados de um suporte predeterminado no momento de laminação de alongamento da casca oca ou no momento de laminação de alongamento da casca oca que sofre laminação de alongamento depois desta casca oca com boa base nos componentes e direção de desvios de espessura de parede opostos calculados na segunda etapa. O problema 3 pode ser solucionado por esta invenção.

A expressão "componentes de desvios de espessura opostos" utilizada aqui significa, entre os desvios de espessura que se desenvolvem em uma casca oca, os componentes de desvio de espessura que se desenvolvem de maneira alternada como porções de parede espessa e porções de parede fina com um passo de aproximadamente 90° na direção circunferencial da casca oca.

A presente invenção é também um método de controle de laminação de alongamento caracterizado por compreender uma primeira etapa de medir a espessura de parede do sulco inferior de uma casca oca em um

suporte imediatamente antes da posição de instalação de um medidor de espessura de parede ultra-sônico instalado entre suportes predeterminados de um laminador de mandril, uma segunda etapa de calcular o erro no valor ajustado da posição de laminação dos rolos sulcados do suporte imediatamente precedente com base no valor ajustado do espaço de rolo no suporte imediatamente precedente e a espessura de parede do sulco inferior da casca oca medida na primeira etapa, e uma terceira etapa de corrigir a posição de laminação dos rolos sulcados do suporte imediatamente precedente com base em um erro de medição de posição de laminação obtido suavizando o erro no valor ajustado da posição de laminação calculado na segunda etapa.

A expressão "suavizar o erro no valor ajustado da posição de laminação" aqui utilizada significa que processamento de suavização tal como suavização exponencial ou método de média móvel é realizado em cada casca oca com base no erro no valor ajustado da posição de laminação calculado para uma pluralidade de cascas ocas.

Na presente invenção é preferível que um medidor de espessura de parede ultra-sônico a laser que pode medir a espessura de parede de uma casca oca sem contatar a casca oca seja utilizado como um medidor de espessura de parede ultra-sônico.

Em um método de controle de laminação de alongamento de acordo com a presente invenção, medindo a espessura de parede de uma casca oca em um estado no qual uma barra mandril é inserida em seu interior e controlando um laminador de mandril com base no resultado medido, um tubo sem costura de precisão bidimensional elevada pode ser fabricado, e problemas de laminação podem ser suprimidos.

Descrição dos Desenhos

A Figura 1 é uma vista explicativa que mostra de maneira esquemática a estrutura genérica de um laminador de mandril ao qual um método de controle de acordo com uma primeira modalidade é aplicado.

A Figura 2 é uma vista explicativa que mostra de maneira esquemática a estrutura geral de um aparelho para um laminador de mandril ao qual o método de controle de acordo com uma segunda quarta modalida-

des é aplicado.

A Figura 3 é uma vista explicativa que mostra de maneira esquemática a estrutura genérica de um aparelho para um laminador de mandril ao qual um método de controle de acordo com uma terceira modalidade é aplicado.

Melhor modo de Realizar Invenção

Abaixo, o melhor modo para realizar um método de controle de laminação de alongamento de acordo com a presente invenção será explicado em detalhe, ao mesmo tempo que se refere aos desenhos anexos.

10 Modalidade 1

A Figura 1 é uma vista explicativa que mostra de maneira esquemática a estrutura genérica de um aparelho para um laminador de mandril (um laminador de mandril retido que utiliza um retentor de barra BR) que aplica um método de controle de acordo com a modalidade 1.

15 Como mostrado na Figura 1, um método de controle de acordo com esta modalidade utiliza um medidor de espessura de parede ultra-sônico 1 instalado entre suportes predeterminados de um laminador de mandril (entre o suporte N^o 1 e o suporte N^o 2 no exemplo mostrado na Figura 1).

20 O medidor de espessura de parede ultra-sônica utilizado nesta modalidade é um medidor de espessura de parede ultra-sônico a laser. O medidor de espessura de parede ultra-sônico a laser 1 tem um laser pulsado para transmitir ondas ultra-sônicas a partir da superfície para o interior de uma casca oca P, e um laser de onda contínua e um interferômetro para receber ondas ultra-sônicas que são refletidas da superfície interna da casca oca P. Feixe de laser pulsado de alta intensidade é emitido do laser pulsado.

25 O feixe de laser pulsado emitido se choca na superfície da casca oca P e produz contração térmica da casca oca P o que gera ondas ultra-sônicas. As ondas ultra-sônicas geradas são propagadas dentro da casca oca P e refletidas a partir da superfície interna da casca oca P, e elas novamente retornam para a superfície da casca oca P. O laser de onda contínua e o

30 interferômetro são arranjos de modo que o feixe laser emitido a partir do

laser de onda contínua sempre irradia a superfície da casca oca P e que a luz refletida da superfície da casca oca P é incidente sobre o interferômetro. Quando ondas ultra-sônicas retornam para a superfície da casca oca P sua superfície se desloca. Como resultado, a fase da luz refletida que é incidente no interferômetro muda, e o estado de interferência muda. A espessura de 5 parede da casca oca P é medida medindo o tempo a partir de quando o feixe de laser pulsado foi emitido a partir do laser pulsado até que a mudança no estado de interferência seja detectada.

O medidor de espessura de parede ultra-sônico 1 é colocado de 10 modo a ser capaz de medir a espessura de parede do fundo do sulco da casca oca P em um suporte imediatamente antes da posição de instalação do medidor de espessura de parede ultra-sônico 1 (suporte N^o 1 no exemplo mostrado na Figura 1). A saber, ele é colocado de modo a medir a espessura de parede de uma porção da casca oca P oposta a um fundo de sulco dos 15 rolos sulcados R fornecidos no suporte N^o 1. As direções de emissão pelos dois lasers são ajustadas de modo que o feixe laser emitido do laser pulsado e o feixe laser emitido do laser de onda contínua irradiem ambos uma porção da casca oca P oposta a um fundo de sulco dos rolos sulcados R fornecidos no suporte N^o 1.

20 A espessura de parede de fundo de sulco da casca oca P que é medida pelo medidor de espessura de parede ultra-sônico 1 é introduzida para um controlador 2. O controlador 2 realiza cálculos para avaliar o diâmetro externo da barra mandril B com base no valor ajustado do espaço de rolo do suporte N^o 1 que é o suporte imediatamente precedente e a espessura de 25 parede do fundo de sulco medida da casca oca P.

A informação de posição em um retentor de barra BR que sustenta a extremidade traseira da barra mandril B é também introduzida para o controlador 2. Com base na informação de posição do retentor de barra BR que foi introduzida para ele, o controlador 2 determina a porção na direção 30 ao longo do comprimento da barra mandril B onde o diâmetro externo foi calculado (a porção na direção ao longo do comprimento da barra mandril B utilizada no suporte N^o 1). A saber, a distância entre a extremidade traseira

da barra mandril B e o suporte N^o 1, que é o suporte imediatamente precedente, isto é, as localizações na direção ao longo do comprimento da barra mandril que utiliza a extremidade traseira da barra mandril B como uma referência é determinada a partir da informação de posição no retentor de barra BR.

Repetindo a operação acima, o controlador 2 calcula e armazena a distribuição do diâmetro externo da barra mandril B na direção ao longo do comprimento.

Em seguida, com base na posição de informação no retentor de barra BR, o controlador 2 determina a localização na direção ao longo do comprimento da barra mandril B que contata a casca oca P em um suporte ou suportes subseqüentes ao suporte N^o 1, que é o suporte imediatamente precedente. Então, com base na distribuição na direção ao longo do comprimento do diâmetro externo da barra mandril B que foi calculado e armazenado como descrito acima, o controlador 2 calcula o diâmetro externo de cada uma das localizações na direção ao longo do comprimento da barra mandril B que contata a casca oca P em suportes subseqüentes (suporte N^o 2 - suporte N^o 6) que são subseqüentes ao suporte N^o 1, que é o suporte imediatamente precedente. Com base no diâmetro externo calculado da barra mandril B, o controlador 2 realiza cálculos para ajustar espaços de rolo adequados nos suportes subseqüentes (suporte N^o 2 - suporte N^o 6) e controla os mecanismos de laminação 3 para os suportes subseqüentes (suporte N^o 2 - suporte N^o 6) de modo a obter estes espaços de rolo. Os mecanismos de laminação 3 são constituídos por cilindros ou similares, e eles ajustam as posições de laminação dos rolos sulcados R de acordo com os espaços de rolo ajustados.

Como explicado acima, um método de controle de laminação para um laminador de mandril de acordo com esta modalidade tem um medidor de espessura de parede ultra-sônico 1 instalado entre suportes, ele calcula o diâmetro externo de uma barra mandril B com base no valor medido da espessura (a espessura de parede do fundo de sulco) e ajusta os espaços de rolo dos suporte subseqüentes (suporte N^o 2 - suporte N^o 6) a ju-

sante da posição de instalação do medidor de espessura de parede ultra-sônico 1, de acordo.

Portanto, em contraste com um método de controle convencional que utiliza um medidor de espessura de parede de raios gama, mesmo se esta barra mandril B é a primeira fornecida para laminação de alongamento (em outras palavras, mesmo se a casca oca P é a primeira casca oca a ser empregada com esta barra mandril B) o diâmetro externo da barra mandril B pode ser calculado com alta precisão ao laminar a casca oca P, e como resultado a laminação de alongamento pelo laminador de mandril pode ser realizada com uma espessura de parede altamente precisa, começando com a primeira casca oca P.

Modalidade de 2

A Figura 2 é uma vista explicativa que mostra de maneira esquemática a estrutura genérica de um aparelho para um laminador de mandril que aplica um método de controle de acordo com a modalidade 2.

Como mostrado na Figura 2, da mesma maneira como na modalidade 1 descrita acima, um método de controle de acordo com esta modalidade utiliza um medidor de espessura de parede ultra-sônico 1 instalado entre suportes predeterminados de um laminador de mandril (entre suporte Nº 1 e suporte Nº 2 no exemplo mostrado na Figura 2).

Um método de controle de acordo com esta modalidade difere da modalidade 1 em que ele não está limitado à aplicação de um laminador de mandril retido que utiliza um retentor de barra. Em adição, ele difere da modalidade 1 em que um medidor de espessura de parede ultra-sônico 1 de acordo com esta modalidade, é colocado de modo a medir a espessura de parede da porção flange da casca oca P no suporte imediatamente antes da posição de instalação do medidor de espessura de parede ultra-sônico 1 (suporte Nº 1 no exemplo mostrado na Figura 2).

A saber, o medidor de espessura de parede ultra-sônico 1 utilizado nesta modalidade é colocado de modo a medir uma porção da casca oca P oposta à porção flange dos rolos sulcados R colocados no suporte Nº 1. O medidor de espessura de parede ultra-sônico 1 utilizado nesta modali-

dade é também um medidor de espessura de parede ultra-sônico a laser. A direção de cada laser é ajustada de modo que a luz emitida a partir de um laser pulsado e a luz emitida a partir de um laser de onda contínua são ambas irradiadas sobre uma porção da casca oca P oposta aos flanges dos rolos sulcados R fornecidos no suporte N^o 1.

A espessura de parede da porção flange da casca oca P medida pelo medidor de espessura de parede ultra-sônico 1 é introduzida para um controlador 2. Com base na espessura de parede da porção flange medida da casca oca P, o controlador 2 calcula e ajusta um espaço de rolo adequado para o suporte (suporte N^o 2 nesta modalidade) imediatamente depois da posição de instalação do medidor de espessura de parede ultra-sônico 1, e controla o mecanismo de laminação 3 para o suporte N^o 2 de modo a obter este espaço de rolo. O mecanismo de laminação 3 ajusta a posição de laminação dos rolos sulcados R de acordo com o espaço de rolo ajustado. Espessura de parede da porção flange, isto é, a espessura de parede de fundo do sulco no lado de entrada do suporte N^o 2 varia facilmente e a carga de laminação do suporte N^o 2 varia de acordo com a variação na espessura de parede do sulco inferior no lado de entrada, e sua elasticidade de laminador (coeficiente carga de laminação/rigidez do laminador) varia. Conseqüentemente o mecanismo de laminação 3 preferivelmente ajusta previamente a posição de laminação dos rolos sulcados R de acordo com o espaço de rolo ajustado antes que a casca oca P alcance o suporte N^o 2, pelo que ele pode fazer a espessura de parede da casca oca P depois da laminação no suporte N^o 2 constante. Se a quantidade de redução da espessura de parede no suporte N^o 2 varia, as velocidades de laminação nos lados de entrada e saída do suporte N^o 2 variam, e a tensão entre os suportes muda. Contudo, medindo a espessura de parede no lado de entrada do suporte N^o 2 por meio do medidor de espessura de parede ultra-sônico 1 de acordo com esta modalidade, variações na quantidade de redução de espessura de parede podem ser preditas e variações em tensão podem ser suprimidas mudando a velocidade de rotação dos rolos sulcados R, de modo a suprimir variação em tensão entre os suportes.

Como explicado acima, com um método de controle de laminação de alongamento de acordo com esta modalidade, a espessura de parede da porção flange (que corresponde à espessura de parede do fundo do sulco do ponto de vista do suporte imediatamente depois da posição de instalação do medidor de espessura de parede ultra-sônico 1) é realmente medida pelo medidor de espessura de parede ultra-sônico 1, e com base nesta espessura de parede de porção flange, um espaço de rolo adequado é ajustado no suporte (suporte Nº 2 nesta modalidade) imediatamente depois da posição de instalação do medidor de espessura de parede ultra-sônico 1. Conseqüentemente, em contraste com um método de controle de laminação convencional que utiliza um medidor de espessura de parede de raios gama no qual era necessário prever a espessura de parede da porção flange e no qual havia a possibilidade de laminação defeituosa e uma piora de precisão dimensional devido a erros na previsão, estes problemas podem ser eliminados com certeza. Em adição, predizendo a variação na quantidade de redução da espessura de parede no suporte imediatamente depois da posição de instalação do medidor de espessura de parede ultra-sônico 1, variações na força de tração entre suportes podem ser suprimidas.

Modalidade 3

A Figura 3 é uma vista explicativa que mostra de maneira esquemática a estrutura genérica de um aparelho para um laminador de mandril que aplica um método de controle de acordo com uma terceira modalidade.

Como mostrado na Figura 3, em contraste com a modalidade 1 e modalidade 2 acima descritas, um método de controle de acordo com esta modalidade instala um medidor de espessura de parede ultra-sônico 1 na vizinhança imediata do lado de saída de um laminador de mandril. Ela também difere da modalidade 1 e modalidade 2 em que uma pluralidade de medidores de espessura de parede ultra-sônicos 1 são fornecidos na direção circunferencial da casca oca P ou o medidor de espessura de parede ultra-sônico 1 pode realizar a varredura na direção circunferencial da casca oca P para medir a distribuição de espessura de parede na direção circunferencial

da casca oca P. A estrutura do aparelho é de outra forma a mesma como para a modalidade 2 acima descrita, de modo que uma explicação dela será omitida.

5 O medidor de espessura de parede ultra-sônico 1 de acordo com esta modalidade mede a distribuição de espessura de parede na direção circunferencial da casca oca P desde quando a extremidade frontal da casca oca P passa a posição de instalação do medidor de espessura de parede ultra-sônico 1. A distribuição de espessura de parede na direção circunferencial da casca oca medida pelo medidor de espessura de parede ultra-sônico 1 é introduzida para um controlador 2.

10 O controlador 2 calcula os componentes e direção dos desvios de espessura opostos realizando análise de Fourier para a distribuição de espessura de parede medida na direção circunferencial da casca oca P. Com base nos componentes calculados e direção dos desvios de espessura opostos o controlador 2 corrige o ajustamento para a posição de laminação dos rolos sulcados R de um suporte predeterminado no momento de laminação desta casca oca P ou no momento de laminação da próxima casca oca P. A saber, ele corrige a posição de laminação dos rolos sulcados R de um suporte predeterminado para o qual a direção das porções de parede espessa e a direção de laminação, de modo que as porções de parede espessa dos componentes dos desvios de espessura opostos se tornam mais finas, e corrige a posição de laminação dos rolos sulcados R de um suporte predeterminado para o qual a direção das porções de parede fina e a direção de laminação de modo que as porções de parede fina dos componentes dos desvios de espessura opostos se tornem mais espessas.

25 O controlador 2 controla o mecanismo de laminação 3 do suporte predeterminado de modo a obter esta posição de laminação depois da correção. O mecanismo de laminação 3 ajusta a posição de laminação dos rolos sulcados R de acordo com a posição de laminação depois da correção.

30 Como explicado acima, em um método de controle de laminação de alongamento de acordo com esta modalidade, um medidor de espessura de parede ultra-sônico 1 é instalado na vizinhança imediata do lado de saída

de um laminador de mandril, a distribuição de espessura de parede na circunferencial é medida a partir da extremidade frontal de uma casca oca P e o ajustamento para a posição de laminação dos rolos sulcados R em um suporte predeterminado é corrigida no momento de laminação desta casca oca P ou no momento de laminação da próxima casca oca P.

Conseqüentemente, ao corrigir o ajustamento para a posição de laminação no momento de laminar a casca oca P para a qual a distribuição de espessura de parede na direção circunferencial foi medida, em contraste com um método de controle convencional que utiliza um medidor de espessura de parede de raios gama, a posição de laminação de rolos sulcados pode ser corrigida mesmo para a primeira casca oca P na qual desvios de espessura de parede opostos se desenvolvem, e a precisão da espessura de parede pode ser aumentada a partir da primeira casca oca P.

Em adição, a precisão da espessura de parede de uma casca oca P pode ser aumentada para um laminador de mandril diferente de um laminador de mandril retrátil, medindo os desvios de espessura de parede opostos e corrigindo o ajustamento da posição de laminação dos rolos sulcados R.

Modalidade 4

A estrutura de um aparelho para um laminador de mandril que aplica um método de controle de laminação de alongamento de acordo com esta modalidade é a mesma que para o laminador de mandril explicado em relação à Figura 2, de modo que esta modalidade será explicada fazendo referência à Figura 2.

Em um método de controle de laminação de alongamento de acordo com esta modalidade, da mesma maneira como uma modalidade 2, um medidor de espessura de parede ultra-sônico 1 é instalado entre suportes predeterminados de um laminador de mandril (entre suporte Nº 1 e suporte Nº 2 no exemplo mostrado na Figura 2). Contudo, ele difere da modalidade 2 em que o medidor de espessura de parede ultra-sônico 1 de acordo com esta modalidade é colocado de modo a medir a espessura de parede do fundo do sulco de uma casca oca P no suporte imediatamente antes da

posição de instalação do medidor de espessura de parede ultra-sônico 1 (suporte N^o 1 no exemplo mostrado na Figura 2) da mesma maneira como na modalidade 1.

5 A espessura de parede do fundo do sulco da casca oca P medida pelo medidor de espessura de parede ultra-sônico 1, é introduzida para um controlador 2. Com base no valor ajustado do espaço de rolo do suporte imediatamente precedente (suporte N^o 1) e a espessura de parede do fundo do sulco medida da casca oca P, o controlador 2 calcula o erro no valor ajustado da posição de laminação dos rolos sulcados do suporte imediatamente
10 precedente (suporte N^o 1).

Ao calcular o erro no valor ajustado da posição de laminação, o controlador 2 utiliza o valor ajustado do diâmetro externo da barra mandril B. Portanto, se existe um erro entre o valor ajustado do diâmetro externo da barra mandril B e o diâmetro externo real, o erro no diâmetro externo barra
15 mandril B é incluído no erro calculado no valor ajustado da posição de laminação. Para determinar de maneira precisa o erro verdadeiro no valor ajustado da posição de laminação (o erro no valor ajustado da posição de laminação não incluindo um erro no diâmetro externo da barra mandril B), o erro no valor ajustado da posição de laminação calculada para uma pluralidade
20 de cascas ocas P é utilizado e a influência do erro no diâmetro externo da barra mandril B, que pode ser um valor ao acaso, o que disser removido de maneira eficaz realizando processamento de suavização tal como processamento de suavização exponencial ou método de média móvel em cada casca oca P.

25 Conseqüentemente, o controlador 2 realiza processamento de suavização adequado nos erros no valor ajustado da posição de laminação calculada e como resultado o erro no diâmetro externo da barra mandril B, que pode ser incluído no erro no valor ajustado da posição de laminação, é excluído. Com base no erro na medição da posição de laminação depois do
30 processamento de suavização, a posição de laminação dos rolos sulcados R do suporte imediatamente precedente (suporte N^o 1) é corrigida. O controlador 2 controla o mecanismo de laminação 3 do suporte imediatamente pre-

cedente (suporte N^o 1) de modo a obter a posição de laminação corrigida. O mecanismo de laminação 3 controla a posição de laminação dos rolos sulcados R de acordo com a posição de laminação corrigida.

5 Como descrito acima, em um método de controle de laminação de alongamento de acordo com esta modalidade a espessura de parede do fundo do sulco de uma casca oca P no suporte imediatamente antes da posição de instalação de um medidor de espessura de parede ultra-sônico 1 instalado entre suportes de um laminador de mandril é medida, e a posição de laminação dos rolos sulcados R neste suporte é corrigida. Conseqüentemente, em contraste com um método de controle de laminação convencional
10 que utiliza um medidor de espessura de parede de raios gama, um aumento na precisão de ajustamento zero da posição de laminação em um suporte arbitrário que corresponde à posição de instalação de um medidor de espessura de parede ultra-sônico 1, pode ser conseguido.

15 É particularmente eficaz aplicar um método de controle de laminação de alongamento de acordo com a esta modalidade a um laminador de mandril de três rolos com o qual é difícil realizar ajustamento zero da posição de laminação contatando as porções flange dos rolos sulcados uma contra a outra.

20 Lista de símbolos de referência

1. Medidor de espessura de parede ultra-sônico

2. Controlador

3. Mecanismo de laminação

B. Barra mandril

25 P. Casca oca

R. Rolo sulcado

BR. Retentor de barra

REIVINDICAÇÕES

1. Método de controle de alongamento de laminação, caracterizado por medir a espessura de parede de uma casca oca que é um material que está sendo laminado em um estado no qual uma barra mandril é inserida para seu interior utilizando um medidor ultra-sônico de espessura de parede entre suportes de laminação de um laminador de mandril ou no lado de saída do suporte final do laminador de mandril e que controla o laminador de mandril com base no valor medido.
2. Método de controle de alongamento de laminação, caracterizado pelo fato de compreender
- uma primeira etapa de medir a espessura de parede do sulco inferior de uma casca oca em um suporte imediatamente antes da posição de instalação de um medidor ultra-sônico de espessura de parede instalado entre suportes predeterminados de um laminador de mandril,
 - uma segunda etapa de calcular o diâmetro externo de uma barra mandril com base no valor ajustado do espaço de rolo no suporte imediatamente precedente e a espessura de parede do sulco inferior da casca oca medida na primeira etapa,
 - uma terceira etapa de determinar a localização na direção ao longo do comprimento da barra mandril para a qual o diâmetro externo foi calculado na segunda etapa com base na informação de posição em um retentor de barra,
 - uma quarta etapa de calcular a distribuição na direção ao longo do comprimento do diâmetro externo da barra do mandril repetindo a primeira etapa até a terceira etapa,
 - uma quinta etapa de determinar uma localização na direção do comprimento da barra mandril que contata a casca oca em um suporte subsequente ao suporte imediatamente precedente com base em informação de posição no retentor de barra;
 - uma sexta etapa de calcular o diâmetro externo da localização na direção ao longo do comprimento da barra mandril determinado na quinta etapa com base na distribuição na direção ao longo do comprimento do diâ-

metro externo da barra mandril calculado na quarta etapa, e

uma sétima etapa de ajustar o espaço do rolo no suporte subsequente com base no diâmetro externo da localização na direção ao longo do comprimento da barra mandril calculado na sexta etapa.

5 3. Método de controle de alongamento de laminação, caracterizado pelo fato de compreender:

uma primeira etapa de medir a espessura de parede da porção flange de uma casca oca em um suporte imediatamente antes da posição de instalação de um medidor ultra-sônico de espessura de parede instalado entre suportes predeterminados de um laminador de mandril, e

10 uma segunda etapa de ajustar o espaço do rolo em um suporte imediatamente depois da posição de instalação do medidor ultra-sônico de espessura de parede com base na espessura de parede da porção flange da casca oca medida na primeira etapa.

15 4. Método de controle de alongamento de laminação, caracterizado pelo fato de compreender:

uma primeira etapa de medir a distribuição de espessura de parede na direção circunferencial de uma casca oca a partir de quando a extremidade frontal da casca oca passa a posição de instalação de um medidor ultra-sônico de espessura de parede instalado no lado de saída de um laminador de mandril,

20 uma segunda etapa de calcular os componentes e direção de desvios de espessura de paredes opostas com base na distribuição de espessura de parede na direção circunferencial da casca oca medida na primeira etapa, e

25 uma terceira etapa de corrigir a posição de laminação dos rolos sulcados em um suporte predeterminado no momento de laminação desta casca oca ou no momento de laminar a próxima casca oca depois desta casca oca com base nos componentes e direção dos desvios de espessura opostos calculados na segunda etapa.

30 5. Método de controle de alongamento de laminação, caracterizado pelo fato de compreender:

uma primeira etapa de medir a espessura de parede do sulco inferior de uma casca oca em um suporte imediatamente antes da posição de instalação de um medidor ultra-sônico de espessura de parede instalado entre suportes predeterminados de um laminador de mandril,

5 uma segunda etapa de calcular o erro no valor ajustado da posição de laminação dos rolos sulcados do suporte imediatamente precedente com base no valor ajustado do espaço de rolo no suporte imediatamente precedente e a espessura de parede do sulco inferior da casca oca medida na primeira etapa, e

10 uma terceira etapa de corrigir a posição de laminação dos rolos sulcados no suporte imediatamente precedente com base em um erro de medição de posição de laminação obtido realizando processamento de suavização do erro no valor ajustado da posição de laminação calculado na segunda etapa.

15 6. Método de controle de alongamento de laminação de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, caracterizado pelo fato de o medidor ultra-sônico de espessura de parede ser um medidor a laser ultra-sônico de espessura de parede.



FIG. 1

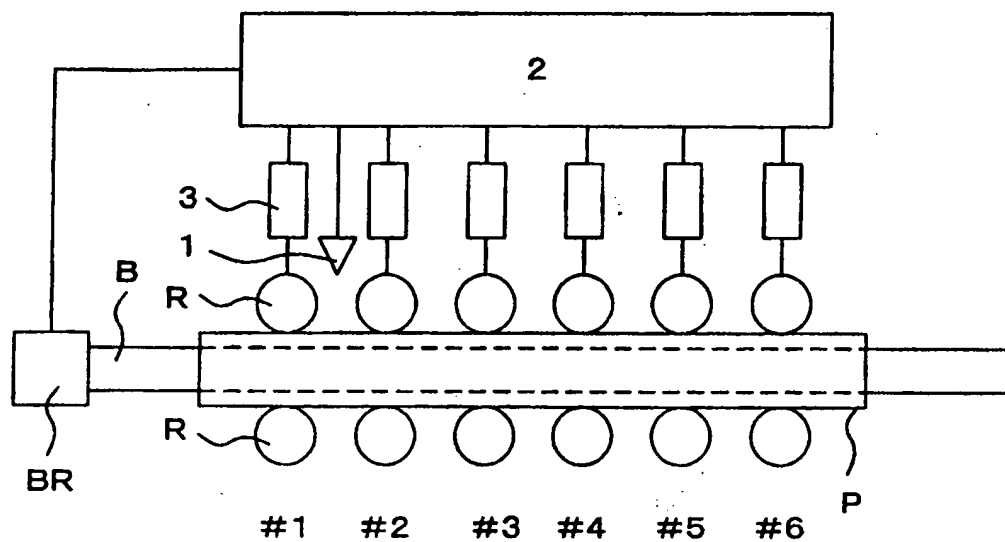


FIG. 2

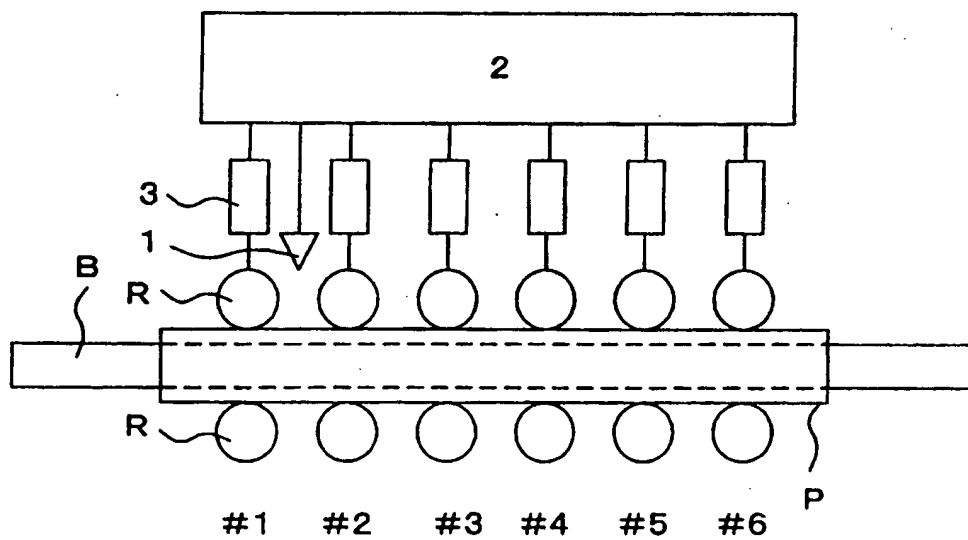
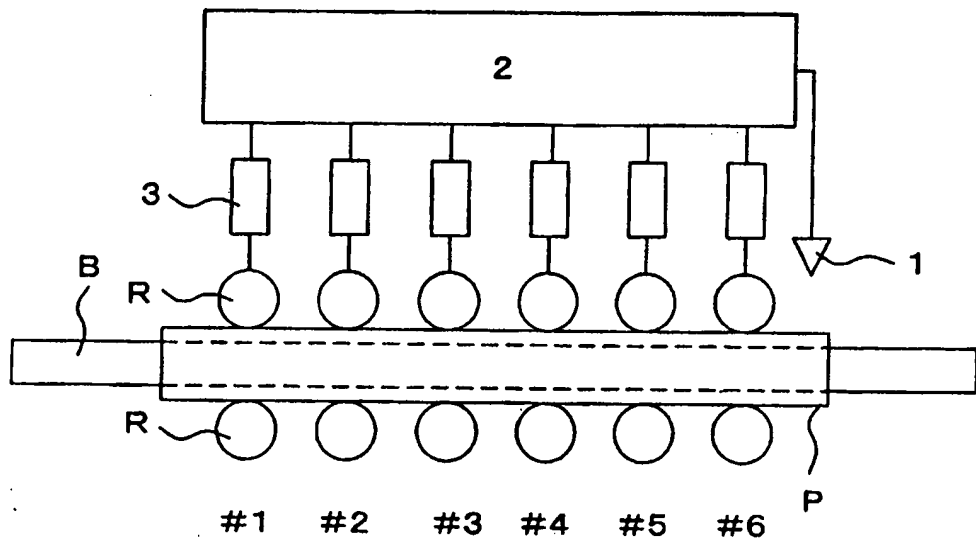


FIG. 3



RESUMO

Patente de Invenção: "**MÉTODO DE CONTROLE DE ALONGAMENTO DE LAMINAÇÃO**".

A presente invenção refere-se a um método de controle de alongamento de laminação, o qual pode fabricar uma casca oca de alta precisão dimensional, e pode suprimir problemas de laminação. É um método de controle de alongamento de laminação no qual a espessura de parede do sulco inferior de uma casca oca P no suporte Nº 1 que tem um medidor ultrassônico 1 de espessura de parede instalado entre ela e um suporte Nº 2 é medida, o diâmetro externo de uma barra mandril B é calculado com base no valor ajustado do espaço de rolo no suporte Nº 1 e a espessura de parede do sulco inferior da casca oca P, a localização na direção ao longo do comprimento da barra mandril P para a qual o diâmetro externo foi calculado são determinadas com base na informação de posição em um retentor de barra BR, a distribuição na direção ao longo do comprimento do diâmetro externo da barra mandril é calculada repetindo as etapas acima, a localização na direção ao longo do comprimento da barra mandril que contata a casca oca em um suporte subsequente é determinada com base em informação de posição do retentor de barra, e o espaço de rolo no suporte subsequente é ajustado com base no diâmetro externo da localização determinada na direção ao longo do comprimento da barra mandril.