

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

(21) **PI 0621772-9 A2**

\*BRPI0621772A2\*

(22) Data de Depósito: 30/06/2006  
(43) Data da Publicação: 20/12/2011  
(RPI 2137)

(51) *Int.Cl.:*  
B21B 31/02

(54) **Título:** LAMINADOR

(73) **Titular(es):** Mitsubishi-Hitachi Metals Machinery, Inc

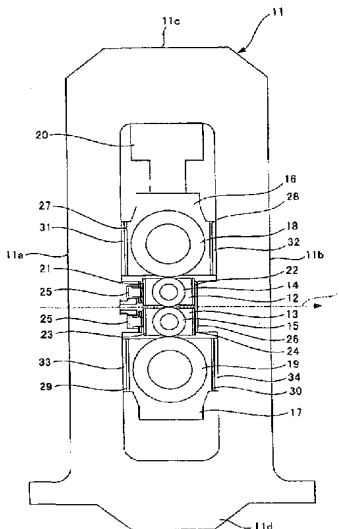
(72) **Inventor(es):** Akira Sako, Hideaki Furumoto, Kanji Hayashi,  
Shigeki Sueta, Shinya Kanemori

(74) **Procurador(es):** Momsen, Leonardos & CIA.

(86) **Pedido Internacional:** PCT JP2006313124 de 30/06/2006

(87) **Publicação Internacional:** WO 2008/001466de  
03/01/2008

(57) **Resumo:** LAMINADOR. Um laminador em que rigidez dinâmica na direção horizontal durante laminação é aumentada para suprimir vibração, tomado a laminação altamente eficiente. O laminador tem: uma gaiola (11), um par de calços dos cilindro de trabalho superior e inferior (12, 13) suportados pela gaiola (11), um par de cilindros de trabalho superior e inferior (14, 15) suportados pelos calços de cilindro de trabalho superior e inferior (12, 13), e voltados um para o outro, cilindros hidráulicos (25) para pressionar os calços do cilindro de trabalho (12, 13) a partir da direção horizontal para e cruzando os eixos dos cilindros de trabalho, tubos de suprimento e descarga de pressão hidráulica (56, 57) conectados nos lados do cabeçote e nos lados da haste dos cilindros hidráulicos (25), e suprindo e descarregando óleo, seções de restrição de fluxo (58, 59) formadas nos tubos de suprimento e descarga de pressão hidráulica (56, 57). Durante a laminação, o óleo é suprido tanto aos lados do cabeçote quanto as lados da haste dos cilindros hidráulicos (25) através dos tubos de suprimento e descarga de pressão hidráulica (56, 57).





## CAMPO TÉCNICO

A presente invenção diz respeito a um laminador e, particularmente, a um laminador incluindo um mecanismo para impedir  
5 ocorrência de vibração na sua gaiola, cilindros de trabalho e similares durante a laminação de uma tira, barra de aço e similares.

## FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

Em geral, na laminação, calços dos cilindros de trabalho superior e inferior emparelhados são suportados pela gaiola. Cilindros de  
10 trabalho superior e inferior emparelhados são suportados rotacionalmente pelos calços dos cilindros de trabalho superior e inferior, respectivamente. Os cilindros de trabalho superior e inferior são arranjados opostos um ao outro. Um ou mais pares de calços dos cilindros de encosto superior e inferior são suportados acima e abaixo dos calços dos cilindros de trabalho superior e  
15 inferior, respectivamente. Além do mais, um ou mais pares de cilindros de encosto superior e inferior são suportados rotacionalmente por um ou mais pares de calços dos cilindros de encosto superior e inferior, respectivamente. O cilindro de trabalho superior e o(s) cilindro(s) de encosto superior(s) são arranjados opostos um ao outro, ao passo que o cilindro de trabalho inferior e  
20 o(s) cilindro(s) de encosto inferior(s) são arranjados opostos um ao outro. Além do mais, um dispositivo de aperto por parafuso para aplicar uma carga de laminação no cilindro de trabalho superior através do(s) cilindro(s) de encosto superior(s) é provido em uma parte superior da gaiola.

Assim, quando o laminador realiza uma operação de  
25 laminação, uma tira transferida é levada para o laminador através do lado de entrada da gaiola; a tira é colocada em uma abertura (ou folga dos cilindros) entre os cilindros de trabalho superior e inferior; e uma carga de laminação predeterminada é aplicada na tira pelo dispositivo de aperto por parafuso, enquanto os cilindros de trabalho superior e inferior e os cilindros de encosto

superior e inferior giram. Assim, o laminador é capaz de laminar a tira em uma espessura predeterminada.

Além do mais, é formada uma folga entre a gaiola e cada um dos calços dos cilindros superior e inferior, ou entre a gaiola e cada um dos calços dos cilindros de encosto superior e inferior. A provisão de tais folgas no laminador possibilita trocar cilindros de trabalho superior e inferior e cilindros de encosto superior e inferior por novos, retirando os cilindros velhos pelo lado de trabalho pelo uso de um aparelho predeterminado sem interferir nos outros elementos componentes que constituem o laminador.

Além disso, conforme mostrado na figura 4, durante uma operação de laminação realizada com a aplicação de uma carga de laminação, uma força de reação  $F$  contra a carga de laminação funciona na parte superior da gaiola, e assim deforma as partes laterais da gaiola (ou os montantes da gaiola) em um valor  $\delta$  de deformação no sentido de estreitamento da distância entre as partes. Quando o intervalo entre as partes laterais da gaiola é reduzido desta maneira, as partes laterais da gaiola são postas em contato com os calços dos cilindros, e a histerese vertical dos cilindros de trabalho e dos cilindros de encosto aumenta de forma correspondente. isto prejudica o controle altamente preciso da espessura da chapa. Levando-se isto em consideração, as folgas referidas são providas no laminador.

Entretanto, a provisão de tais folgas pode diminuir a rigidez dinâmica horizontal efetiva do laminador em alguns casos. Em decorrência disto, quando uma operação de laminação é realizada com uma alta carga de laminação e uma alta taxa de redução de laminação, enquanto a rigidez dinâmica horizontal do laminador é baixa, grande vibração horizontal (ou vibração de laminação) considerada decorrente da mudança na força de atrito entre a tira no processo de laminação e os cilindros de trabalho ocorre na gaiola, cilindros de trabalho e similares. Esta vibração impede uma operação de laminação altamente eficiente.

Neste cenário, como uma solução para um problema como este, vários tipos de laminadores foram providos, com cada qual equipado com mecanismos de cilindros hidráulicos, capazes de pressionar os respectivos calços dos cilindros na direção horizontal, em uma parte lateral da gaiola. Este laminador é capaz de aumentar sua rigidez dinâmica horizontal pela eliminação da folga entre a gaiola e cada um dos calços de cilindro, operando seus mecanismos de cilindros hidráulicos durante a realização da operação de laminação, e assim capazes de realizar a operação de laminação com alta eficiência, suprimindo ainda vibração.

Tais tipos convencionais de laminadores estão revelados, por exemplo, nos documentos de patente 1 e 2.

Documento de patente 1: publicação do pedido de patente JP 2001-113308.

Documento de patente 2: publicação do pedido de patente JP 2003-136114.

## REVELAÇÃO DA INVENÇÃO

### Problema a ser solucionado pela invenção

Nos últimos anos, em virtude das maiores necessidades de instalações de laminação tais como as de produção de tiras mais finas e laminação de materiais de aços especiais com uma maior carga, existe uma demanda para que sua rigidez dinâmica seja aumentada ainda mais. Pode-se considerar que as estruturas atuais dos laminadores não atendem completamente a demanda, e que existe ainda ambiente para a melhoria.

Por este motivo, a presente invenção foi feita com o propósito de solucionar o problema. Um objetivo da presente invenção é prover um laminador capaz de realizar uma operação de laminação com alta eficiência, ao mesmo tempo suprimindo vibração pelo aumento de sua rigidez dinâmica horizontal durante a laminação.

### Meios para solucionar o problema

Um laminador de acordo com uma primeira invenção feito com o propósito de solucionar o problema é caracterizado por compreender:

uma gaiola;

5 calços dos cilindros de trabalho superior e inferior emparelhados suportados pela gaiola;

cilindros de trabalho superior e inferior emparelhados que são suportados a pivô pelos respectivos calços dos cilindros de trabalho superior e inferior, e que são opostos um ao outro;

10 cilindros hidráulicos para pressionar os calços dos cilindros de trabalho em uma direção horizontal e ortogonal aos eixos geométricos dos respectivos cilindros de trabalho;

tubos de suprimento/descarga hidráulica que são conectados em um lado de cabeçote e um lado de haste de cada um dos cilindros hidráulicos, e através dos quais óleo é suprido e descarregado do cilindro  
15 hidráulico; e

seções de restrição de fluxo providas nos respectivos tubos de suprimento/descarga hidráulica,

o laminador caracterizado em que, durante sua operação de laminação, óleo é suprido tanto ao lado do cabeçote quanto ao lado da haste  
20 de cada um dos cilindros hidráulicos através de tubos de suprimento/descarga hidráulica correspondentes.

Um laminador de acordo com uma segunda invenção feito com propósitos de solucionar o problema é:

25 o laminador de acordo com a primeira invenção, caracterizado em que:

A força da pressão de cada um dos cilindros hidráulicos é ajustada maior que a força da pressão aplicada no momento de diminuir a razão de deslocamento entre a gaiola e os calços dos cilindros de trabalho em relação à força da pressão do cilindro hidráulico.

## EFEITOS DA INVENÇÃO

O laminador de acordo com a primeira invenção compreende: uma gaiola; calços dos cilindros de trabalho superior e inferior emparelhados suportados pela gaiola; cilindros de trabalho superior e inferior emparelhados que são suportados a pivô pelos respectivos calços dos cilindros de trabalho superior e inferior, e que são opostos um ao outro; cilindros hidráulicos para pressionar os calços dos cilindros de trabalho na direção horizontal e ortogonal aos eixos geométricos dos respectivos cilindros de trabalho; tubos de suprimento/descarga hidráulica que são conectados no lado do cabeçote e no lado da haste de cada um dos cilindros hidráulicos, e através dos quais óleo é suprido e descarregado do cilindro hidráulico; e seções de restrição de fluxo providas nos respectivos tubos de suprimento/descarga hidráulica, o laminador caracterizado em que, durante sua operação de laminação, óleo é suprido tanto ao lado do cabeçote quanto ao lado da haste de cada um dos cilindros hidráulicos através dos tubos de suprimento/descarga hidráulica correspondentes. No laminador, durante sua operação de laminação, óleo é suprido tanto ao lado do cabeçote quanto ao lado da haste de cada cilindro hidráulico através dos tubos de suprimento/descarga hidráulicas correspondentes. Assim, é possível melhorar a rigidez estática horizontal de cada cilindro hidráulico, e assim reduzir deformação da gaiola. Isto possibilita melhorar a rigidez dinâmica horizontal do laminador durante sua operação de laminação, e simultaneamente melhorar o desempenho do amortecimento por causa da perda de pressão que ocorre quando óleo passa pelas seções de restrição de fluxo. Dessa maneira, o laminador de acordo com a primeira invenção é capaz de realizar uma operação de laminação de alta eficiência, suprimindo ainda vibração.

Com o uso do laminador de acordo com a segunda invenção, no laminador de acordo com a primeira invenção, uma força da pressão de cada um dos cilindros hidráulicos é ajustada maior que a força da pressão

aplicada no momento da redução da razão do deslocamento entre o alojamento e os calços dos cilindros de trabalho com relação à força da pressão do cilindro hidráulico. Assim, é possível eliminar o jogo horizontal do laminador, e assim melhorar ainda mais a rigidez dinâmica horizontal do laminador.

### DESCRIÇÃO RESUMIDA DOS DESENHOS

A figura 1 é uma vista lateral de um laminador de acordo com um exemplo da presente invenção.

A figura 2 é um diagrama que mostra como um mecanismo de cilindro hidráulico opera durante uma operação de laminação.

A figura 3 é um diagrama que mostra como o mecanismo de cilindro hidráulico opera durante a troca do cilindro de trabalho.

A figura 4 é um diagrama que mostra como a tensão funciona em uma gaiola durante uma operação de laminação.

A figura 5 é um diagrama que mostra o resultado da comparação da rigidez dinâmica horizontal entre um tipo convencional de laminador e o laminador de acordo com a presente invenção.

A figura 6 é um diagrama que mostra uma área onde é aplicada uma força de pressão.

### EXPLANAÇÃO DOS NÚMEROS DE REFERÊNCIA

11 cadeia

12 calço do cilindro de trabalho superior

13 calço do cilindro de trabalho inferior

14 cilindro de trabalho superior

15 cilindro de trabalho inferior

16 calço do cilindro de encosto superior

17 calço do cilindro de encosto inferior

18 cilindro de encosto superior

19 cilindro de encosto inferior

	20	dispositivo de aperto de parafuso
	21, 22	camisa do calço do cilindro de trabalho superior
	23, 24	camisa do calço do cilindro de trabalho inferior
	25	mecanismo de cilindro hidráulico
5	26	camisa da gaiola intermediária
	27, 28	camisa do calço do cilindro de encosto superior
	29, 30	camisa do calço do cilindro de encosto inferior
	31, 32	camisa da gaiola superior
	33, 34	camisa da gaiola inferior
10	51	cilindro
	52	elemento de tampa
	53	pistão
	54	elemento de haste
	55	camisa do cilindro
15	56, 57	tubo de suprimento/descarga hidráulica
	58, 59	seção de restrição de fluxo
	60	bomba hidráulica

### MELHOR MANEIRA DE REALIZAR A INVENÇÃO

A seguir será fornecida uma descrição detalhada de um laminador de acordo com a presente invenção com utilização dos desenhos. A figura 1 é uma vista lateral de um laminador de acordo com um exemplo da presente invenção; a figura 2 é um diagrama que mostra como um mecanismo de cilindro hidráulico atua durante uma operação de laminação; a figura 3 é um diagrama que mostra como o mecanismo de cilindro hidráulico opera durante a troca do cilindro de trabalho; a figura 4 é um diagrama que mostra como funciona a tensão em uma gaiola durante uma operação de laminação; a figura 5 é um diagrama que mostra o resultado da comparação da rigidez dinâmica horizontal entre um tipo convencional de laminador e o laminador de acordo com a presente invenção; e a figura 6 é um diagrama que mostra

uma área onde uma força da pressão é estabelecida.

Primeiramente, será feita uma descrição de uma configuração geral do laminador com uso da figura 1.

Conforme mostrado na figura 1, um laminador quádruo é  
5 provido com uma gaiola 11. Uma seção do montante no lado de entrada 11a  
arranjada no lado de entrada da gaiola 11 e uma seção do montante do lado de  
saída 11b arranjada no lado de saída da gaiola 11 são formadas nesta gaiola  
11. As extremidades superiores das seções dos montantes 11a, 11b são  
conectadas uma na outra por uma seção de conexão superior 11c, ao passo  
10 que as extremidades inferiores das seções dos montantes 11a, 11b são  
conectadas uma na outra por uma seção de conexão inferior 11d.  
Especificamente, uma tira S é transferida para o laminador através da seção  
do montante do lado de entrada 11a, e é laminada. Em seguida, a tira  
laminada S é descarregada do laminador através da seção do montante do lado  
15 de saída 11b.

Calços dos cilindros de trabalho superior e inferior  
emparelhados 12, 13 são suportados na gaiola 11. Cilindros de trabalho  
superior e inferior emparelhados 14, 15 são suportados rotacionalmente pelos  
calços dos cilindros de trabalho superior e inferior 12, 13, respectivamente. O  
20 cilindro de trabalho superior 14 e o cilindro de trabalho inferior 15 são  
arranjados opostos um ao outro. Um calço do cilindro de encosto superior 17  
é suportado acima do calço do cilindro de trabalho 12. Um calço do cilindro  
de encosto inferior 17 é suportado sob o calço do cilindro de trabalho 13. O  
calço do cilindro de encosto superior 16 e o calço do cilindro de encosto  
25 inferior 17 são emparelhados. Além do mais, o cilindro de encosto superior 18  
é suportado rotacionalmente por este calço do cilindro de encosto superior 16.  
Um cilindro de encosto inferior 19 é suportado rotacionalmente por este calço  
do cilindro de encosto inferior 17. Os cilindros de encosto superior e inferior  
18, 19 são emparelhados. O cilindro de trabalho superior 14 e o cilindro de

encosto superior 18 são arrançados opostos um ao outro, ao passo que o cilindro de trabalho inferior 15 e o cilindro de encosto inferior 19 são arrançados opostos um ao outro. Além disso, um dispositivo de aperto por parafuso 20 para aplicar uma carga de laminação no cilindro de trabalho superior 14 com o cilindro de encosto superior 18 interposto é provido na seção de conexão superior 11c da gaiola 11.

As camisas dos calços do cilindro de trabalho superior 21, 22 são providas na parte da extremidade do lado de entrada e na parte de extremidade do lado de saída do calço do cilindro de trabalho superior 12, respectivamente. Similarmente, as camisas dos calços do cilindro de trabalho superior 23, 24 são providas na parte da extremidade do lado de entrada e na parte da extremidade do lado de saída, respectivamente, do calço do cilindro de trabalho inferior 13. Além do mais, a seção do montante do lado de entrada 11a é provida com mecanismos de cilindros hidráulicos 25 de uma maneira que os mecanismos de cilindros hidráulicos 25 fiquem respectivamente opostos a uma camisa do calço do cilindro de trabalho superior 21 e uma camisa do calço do cilindro de trabalho inferior 23. Por outro lado, a seção do montante do lado de saída 11b é provida com uma camisa da gaiola intermediário 26 de uma maneira que a camisa da gaiola intermediária 26 fique oposta a uma camisa do calço do cilindro de trabalho superior 22 e uma camisa do calço do cilindro de trabalho inferior 24.

Camisas do calço do cilindro de encosto superior 27, 28 são respectivamente providas em uma parte de extremidade do lado de entrada e uma parte de extremidade do lado de saída do calço do cilindro de encosto superior 16. Além do mais, camisas do calço do cilindro de encosto inferior 29, 30 são respectivamente providas nas seções de montante 11a, 11b de uma maneira que as camisas do alojamento superior 31, 32 fiquem opostas às camisas do calço do cilindro de encosto superior 27, 28, respectivamente. Por outro lado, as camisas do alojamento inferior 33, 34 são providas nas seções

de montante 11a, 11b de uma maneira que as camisas do alojamento inferior 33, 34 fiquem opostas às camisas do calço do cilindro de encosto inferior 29, 30, respectivamente.

Em seguida, será feita uma descrição de uma configuração de um dos mecanismos de cilindro hidráulico 25 com uso da figura 2. Deve-se notar que os mecanismos de cilindro hidráulico 25, respectivamente opostos às camisas do calço do cilindro de trabalho 21, 23 têm a mesma configuração. Por este motivo, serão feitas descrições apenas do mecanismo de cilindro 25 correspondente à camisa do calço do cilindro de trabalho superior 21.

Conforme mostrado na figura 2, o mecanismo de cilindro hidráulico 25 inclui um cilindro 51 que é provido na seção de montante do lado de entrada 11a. Óleo é encerrado neste cilindro 51 cobrindo-se o cilindro 51 com o elemento de tampa 52. Além do mais, um pistão 53 é arranjado deslizavelmente no cilindro 51. Uma seção da haste 54 é provida neste pistão 53 de uma maneira que a seção da haste 54 penetre no elemento de tampa 52. Além disso, uma camisa do cilindro 55 é provida na ponta da seção da haste 54 de uma maneira que a camisa do cilindro 55 fique oposta à camisa do calço do cilindro de trabalho superior 21. Além disso, um tubo de suprimento/descarga hidráulica 56 é conectado no lado do cabeçote do cilindro 51, ao passo que um tubo de suprimento/descarga hidráulica 57 é conectado no lado da haste do cilindro 51. Os tubos de suprimento/descarga hidráulica 56, 57, respectivamente, incluem seção de restrição de fluxo 58, 59, e ambas são conectadas a uma bomba hidráulica 60.

Em outras palavras, o acionamento da bomba hidráulica 60 possibilita suprir óleo e descarregar óleo do cilindro 51 através dos tubos de suprimento/descarga hidráulica 56, 57. O pistão 53 é deslizável no cilindro 51, dependendo da quantidade de óleo suprido/d Descarregado. Além do mais, a camisa do cilindro 55 da seção da haste 54 é anexável e desanexável na camisa do calço do cilindro de trabalho superior 21, ou capaz de ser

pressionada contra a camisa do calço do cilindro de trabalho superior 21, com o uso de um corrediço do pistão 53. Em decorrência disto, quando pressionado, o mecanismo de cilindro hidráulico 25 é capaz de pressionar o cilindro de trabalho superior 14, com a camisa do calço do cilindro de trabalho superior 21 e o calço do cilindro de trabalho superior 12 sendo interpostos, e com uma força da pressão  $f$  na direção horizontal e ortogonal à direção do eixo geométrico do cilindro de trabalho superior. Note que as quantidades de óleo que escoam nos tubos de suprimento/descarga hidráulica 56, 57 são controladas por válvulas liga-desliga (não ilustradas) providas entre as seções de restrição de fluxo 58, 59 e a bomba hidráulica 60.

Em virtude da configuração apresentada, quando uma operação de laminação vai ser realizada, a folga de laminação, entre os cilindros de trabalho 14, 15, é ajustada em um valor predeterminado pela expansão e contração do dispositivo de aperto por parafuso 20 nas direções para cima e para baixo, com os cilindros de encosto 18, 19 sendo interpostos. Em seguida, uma tira  $S$  é transferida para o laminador pelo lado de entrada da gaiola 11. Subseqüentemente, a tira  $S$  assim transferida na abertura (ou folga dos cilindros) entre os cilindros 14, 15. Depois disso, durante rotação dos cilindros de trabalho 14, 15 e dos cilindros de encosto 18, 19, o dispositivo de aperto por parafuso 20 aplica uma carga de laminação predeterminada na tira  $S$ . Depois de laminada em uma espessura predeterminada, a tira  $S$  é descarregada do laminador através do lado de saída da gaiola 11, e é suprida ao processo subseqüente.

Neste momento, conforme mostrado na figura 4, as seções de montantes 11a, 11b da gaiola 11 se deformam em um valor  $\delta$  de deformação no sentido de estreitamento da distância entre as partes em resposta a uma força de reação  $F$  contra a carga de laminação. Levando-se isto em consideração, conforme mostrado na figura 2, o mecanismo de cilindro hidráulico 25 é posto em operação para exercer uma força de pressão  $f$ .

Assim, a força de empurrão (ou a força de reação contra a força de pressão  $f$ )  $f_l$  é aplicada no lado de entrada da seção do montante 11a. Assim, o valor  $\delta$  de deformação no sentido de estreitamento da distância entre as partes é reduzido.

Especificamente, a bomba hidráulica 60 é acionada, e óleo é assim suprido no interior do lado do cabeçote e no interior do lado da haste do cilindro 51 através dos respectivos tubos de suprimento/descarga hidráulica 56, 57 na mesma pressão e no mesmo tempo. Assim, o interior do lado do cabeçote e o interior do lado da haste do cilindro 51 são cheios com óleo, e a rigidez horizontal dinâmica do cilindro 51 é correspondentemente melhorada.

Além do mais, o pistão 53 move na direção do lado da haste, em virtude de a área de um lado do pistão 53 na qual a pressão é aplicada ser diferente da área de um outro lado do pistão 53 na qual a pressão é aplicada.

Especificamente, a pressão aplicada pelo lado do cabeçote é maior que a pressão aplicada pelo lado da haste. Por este motivo, o pistão 53 move-se na direção do lado da haste. Em decorrência disto, as camisas do cilindro 55 das respectivas seções da haste 54 pressionam as camisas do calço do cilindro de trabalho 21, 23, com as forças de laminação  $f$ , respectivamente. Assim, os calços do cilindro de trabalho 12, 13 movem-se em direção ao lado de saída da seção de montante 11b, e as camisas do calço do cilindro de trabalho 22 e 24 pressionam a camisa da gaiola intermediária 26 com a força de pressão  $f$ . Subseqüentemente, uma vez que o jogo é eliminado entre as camisas do calço do cilindro de trabalho 22, 24 e a camisa da gaiola 26, a força de tração  $f_l$  é aplicada na seção do montante do lado de entrada 11a, e o valor  $\delta$  de deformação diminui em  $\delta_1$ . Em decorrência disto, a não mais existe a abertura entre os calços do cilindro de trabalho 12, 13 que suporta rotacionalmente os respectivos cilindros de trabalho 14, 15 e a seção do montante do lado de entrada 11a da gaiola 11, ou entre os calços do cilindro de trabalho 12, 13 e a seção do montante do lado de saída 11b da gaiola 11. Isto melhora a rigidez dinâmica horizontal do laminador.

Além do mais, durante uma operação de laminação, ocorre atrito entre a tira S no meio que está sendo laminado e os cilindros de trabalho 13, 14. É provável que, uma vez que esta força de atrito muda, vibração pode ocorrer na gaiola 11, nos cilindros de trabalho 14, 15 e similares. Uma vez que ocorre tal vibração, os pistões 53 vibram na direção horizontal. Entretanto, óleo que move em resposta à vibração dos pistões 53 passa pela seção de restrição de fluxo 58, 59. Isto aumenta a perda de pressão do óleo e, correspondentemente, suprime a vibração dos pistões 53 (como um efeito de amortecimento). Em outras palavras, a vibração horizontal que ocorre no laminador durante a operação de laminação é reduzida.

Por outro lado, para troca de cilindro, conforme mostrado na figura 3, as camisas dos cilindros 55 das seções da haste 54 são desanexadas das camisas do calço do cilindro de trabalho 21, 23 pela operação dos mecanismos de cilindro hidráulico 25, enquanto a operação de laminação é interrompida, respectivamente. Especificamente, acionando-se a bomba hidráulica 60, pressão de óleo é suprida no interior do lado da haste do cilindro 51 através do tubo de suprimento/descarga hidráulica 57, ou pressão de óleo é descarregada do interior do lado do cabeçote do cilindro 51 através do suprimento/descarga hidráulica 58. Assim, os pistões 53 movem-se na direção do lado do cabeçote, e as camisas do cilindro 55 das seções da haste 54 são desanexadas das camisas do calço do cilindro de trabalho 21, 23, respectivamente. Em decorrência disto, forma-se uma folga entre a seção do montante do lado de entrada 11a da gaiola 11 e as camisas do calço do cilindro de trabalho 21, 23 dos respectivos calços do cilindro de trabalho 12, 13. Assim, os calços do cilindro de trabalho 12, 13 e os cilindros de trabalho 14, 15 são retirados do lado de trabalho usando um aparelho predeterminado, e são substituídos por novos.

Resumidamente, durante uma operação de laminação, enchendo os lados do cabeçote e da haste de cada cilindro 51 com óleo na

mesma pressão, é possível melhorar a rigidez estática horizontal de cada cilindro 51, e simultaneamente causar uma força de tração horizontal  $f_1$  e da força de pressão horizontal  $f$  em cada uma das seções de montante 11a, 11b. Isto possibilita diminuir o valor  $\delta$  de deformação no sentido de estreitamento da distância entre as partes que ocorre por causa da força de reação  $F$  contra a força de pressão, e assim aumentar a rigidez dinâmica horizontal do laminador. Em decorrência disto, mesmo quando o laminador realiza uma operação de laminação com uma alta carga de laminação e uma alta taxa de redução, grande vibração que é considerada decorrente da mudança na força de atrito que ocorre entre uma tira  $S$  no meio do que está sendo laminado e os cilindros de trabalho 14, 15 não mais ocorre na gaiola 11, nos cilindros de trabalho 14, 15 e similares. Isto possibilita ao laminador realizar uma operação de laminação altamente eficiente.

Além do mais, mesmo quando ocorre vibração por causa da mudança no atrito entre uma tira  $S$  no meio que está sendo laminado e os cilindros de trabalho 14, 15 é possível aumentar a perda de pressão de óleo, e assim melhorar o desempenho de amortecimento. Isto se deve à vibração ser transmitida aos mecanismos de cilindro hidráulico 25 de forma que óleo que move-se em resposta à vibração dos pistões 53 passe pelas seções de restrição de fluxo 58, 59.

Além disso, é possível controlar a quantidade de deformação das seções de montante 11a, 11b na direção horizontal controlando-se devidamente a força de pressão  $f$ . Isto torna a rigidez dinâmica horizontal do laminador durante a laminação muito maior do que a rigidez dinâmica horizontal de qualquer outro laminador com uma configuração convencional.

A este respeito, vamos comparar a rigidez dinâmica horizontal entre a configuração de acordo com a presente invenção e as configurações de tipos convencionais usando a figura 5. Na figura 5, o número de referência I denota um laminador incluindo mecanismos de parafuso; II, um laminador

incluindo mecanismos de cilindro hidráulico; III, um laminador incluindo mecanismos de cilindro hidráulico, cada qual tendo seções de restrição de fluxo ou orifícios nos respectivos tubos de suprimento/descarga hidráulica (correspondentes aos laminadores de acordo com os documentos de patente 1, 2); e, IV, o laminador de acordo com a presente invenção, o laminador no qual óleo é suprido no lado do cabeçote e no lado da haste do cilindro 51 na mesma pressão, e em que os tubos de suprimento/descarga hidráulica 56, 57 incluem as respectivas seções de restrição de fluxo 58, 59. A figura 5 mostra que o laminador de acordo com a presente invenção tem uma maior rigidez 10 dinâmica horizontal, em comparação com os tipos convencionais de laminadores denotados pelos números de referência I a III.

No caso em que a rigidez dinâmica horizontal é grande em comum com o laminador de acordo com a presente invenção, é possível reduzir vibração ou evitar a ocorrência de vibração durante a laminação pelos 15 seguintes motivos. Em um caso em que a vibração é uma vibração forçada que ocorre por causa de uma força externa (ou a força de pressão)  $F$  que atua entre os cilindros e uma tira, a amplitude da vibração  $x$  em um ponto de ressonância é expressa por  $x = F/2K\zeta$ , onde  $K$  denota uma rigidez modal de um modo de ressonância; e  $\zeta$  denota uma quantidade que representa uma 20 razão de amortecimento; e  $2K\zeta$  denota uma quantidade definida como rigidez dinâmica. Quando a força externa  $F$  é constante, a amplitude  $x$  diminui em proporção inversa à rigidez dinâmica  $2k\zeta$ . Isto pode ser explicado em que a amplitude  $x$  diminui à medida que a rigidez dinâmica  $2K\zeta$  aumenta. Em um caso em que a vibração é autoinduzida, a vibração ocorre quando a magnitude 25  $P$  de excitação satisfaz  $P > 2k\zeta$ . Especificamente, uma maior rigidez dinâmica significa um aumento na área representada por  $2k\zeta$  e uma expansão resultante de uma área de laminação estável onde não ocorre vibração. Resumindo, o laminador de acordo com a presente invenção aumenta a área de laminação estável onde não ocorre vibração, e é assim capaz de realizar uma operação de

laminação estável.

Além disso, em um caso em que a força de pressão  $f$  aplicada por cada mecanismo de cilindro hidráulico 25 é configurada, conforme mostrado na figura 6, o laminador realiza uma operação de laminação ajustando a força de pressão  $f$  para ser uma força de pressão  $f_0$  ou maior que a força de pressão  $f_0$ . A figura 6 mostra um resultado da medição do deslocamento  $l$  entre a gaiola 11 (ou a seção do montante do lado de entrada 11a) e os calços do cilindro de trabalho 12, 13 (ou as camisas do calço do cilindro de trabalho 21, 23) com a aplicação das forças de laminação  $f$ . A figura 6 mostra que o gradiente da linha característica que representa o deslocamento  $L$  muda em um ponto (ponto  $a$  de inflexão) onde a força de pressão é  $f_0$  (o deslocamento neste ponto é denotado por  $L_0$ ). O valor  $\Delta L_1$  de aumento no deslocamento que ocorre enquanto a força de pressão é menor que a força de pressão  $f_0$  é maior que o valor  $\Delta L_2$  de aumento no deslocamento que ocorre enquanto a força de pressão é maior que a força de pressão  $f_0$ . Ou seja, depois que a força de pressão excede a força de pressão  $f_0$ , o valor de aumento no deslocamento entre a gaiola 11 e os calços do cilindro de trabalho 12, 13 diminui ( $\Delta L_1 > \Delta L_2$ ).

O motivo pelo qual o gradiente da linha característica é maior enquanto a força de pressão  $f$  é gradualmente aumentada até a força de pressão  $f_0$  é a existência de diminutos interstícios entre as camisas do cilindro 55 e as respectivas camisas do calço do cilindro de trabalho 21, 23, entre o calço do cilindro de trabalho 12 e as camisas do calço do cilindro de trabalho superior 21, 22, entre o calço do cilindro de trabalho 13 e as camisas do calço do cilindro de trabalho inferior 23, 24, entre as camisas do calço do cilindro de trabalho 22, 24 e a camisa da gaiola intermediária 26, entre a camisa da gaiola intermediária 26 e a gaiola 11 e similares. Em outras palavras, o valor  $L$  de deslocamento (ou o valor  $\Delta L_1$  de aumento no deslocamento) é maior até que a força de pressão  $f$  atinge a força de pressão  $f_0$ , ou enquanto os diminutos

interstícios ainda permanecem entre os elementos componentes. Por outro lado, o valor  $L$  de deslocamento (ou o valor  $\Delta L_2$  de aumento no deslocamento) é menor depois que a força de pressão excede a força de pressão  $f_0$ , ou enquanto os elementos componentes estão em contato imediato  
5 uns com os outros, sem interstícios deixados entre os elementos componentes. Em decorrência disto, ajustando-se a força de pressão  $f$  maior que  $f_0$ , ou maior que  $f_0$ , é possível eliminar todo o jogo entre os elementos componentes, e assim melhorar ainda mais a rigidez dinâmica horizontal.

No caso da presente modalidade, os mecanismos de cilindro  
10 hidráulicos são providos na seção do montante do lado de entrada de uma maneira que os mecanismos de cilindro hidráulico fiquem opostos aos respectivos calços do cilindro de trabalho. Entretanto, deve-se notar que os mecanismos de cilindro hidráulicos podem ser providos nele de uma maneira que os mecanismos de cilindro hidráulico fiquem opostos também aos calços  
15 do cilindro de encosto, respectivamente. De outra forma, os mecanismos de cilindro hidráulico podem ser provido na seção do montante de saída de uma maneira que os mecanismos de cilindro hidráulicos fiquem opostos aos calços do cilindro de trabalho e aos calços do cilindro de encosto, respectivamente. Além disso, a presente invenção é aplicável a vários tipos de laminadores,  
20 incluindo laminadores de dois estágios, laminadores de seis estágios e laminadores transversais.

#### APLICABILIDADE INDUSTRIAL

A presente invenção é aplicável a laminadores que se destinam a suprimir a força de impacto que de outra forma ocorreria quando a tira entra  
25 em contato com os cilindros de trabalho, e assim aumentar a precisão na espessura de uma tira acabada.

## REIVINDICAÇÕES

1. Laminador caracterizado pelo fato de compreendendo:

uma gaiola;

calços dos cilindros de trabalho superior e inferior

5 emparelhados suportados pela gaiola;

cilindros de trabalho superior e inferior emparelhados que são suportados a pivô pelos respectivos calços dos cilindros de trabalho superior e inferior, e que são opostos um ao outro;

10 cilindros hidráulicos para pressionar os calços dos cilindros de trabalho em uma direção horizontal e ortogonal aos eixos geométricos dos respectivos cilindros de trabalho;

tubos de suprimento/descarga hidráulicos que são conectados no lado do cabeçote e no lado da haste de cada um dos cilindros hidráulicos, e através dos quais óleo é suprido e descarregado do cilindro hidráulico; e

15 seções de restrição de fluxo providas nos respectivos tubos de suprimento/descarga hidráulica;

20 em que o laminador, durante sua operação de laminação, óleo é suprido tanto ao lado do cabeçote quanto ao lado da haste de cada um dos cilindros hidráulicos através dos tubos de suprimento/descarga hidráulica correspondente.

2. Laminador, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que uma força da pressão de cada um dos cilindros hidráulicos é ajustada maior que a força da pressão aplicada no momento de diminuir a razão do deslocamento entre a gaiola e os calços do cilindro de trabalho em  
25 relação à força da pressão do cilindro hidráulico.

FIG.1

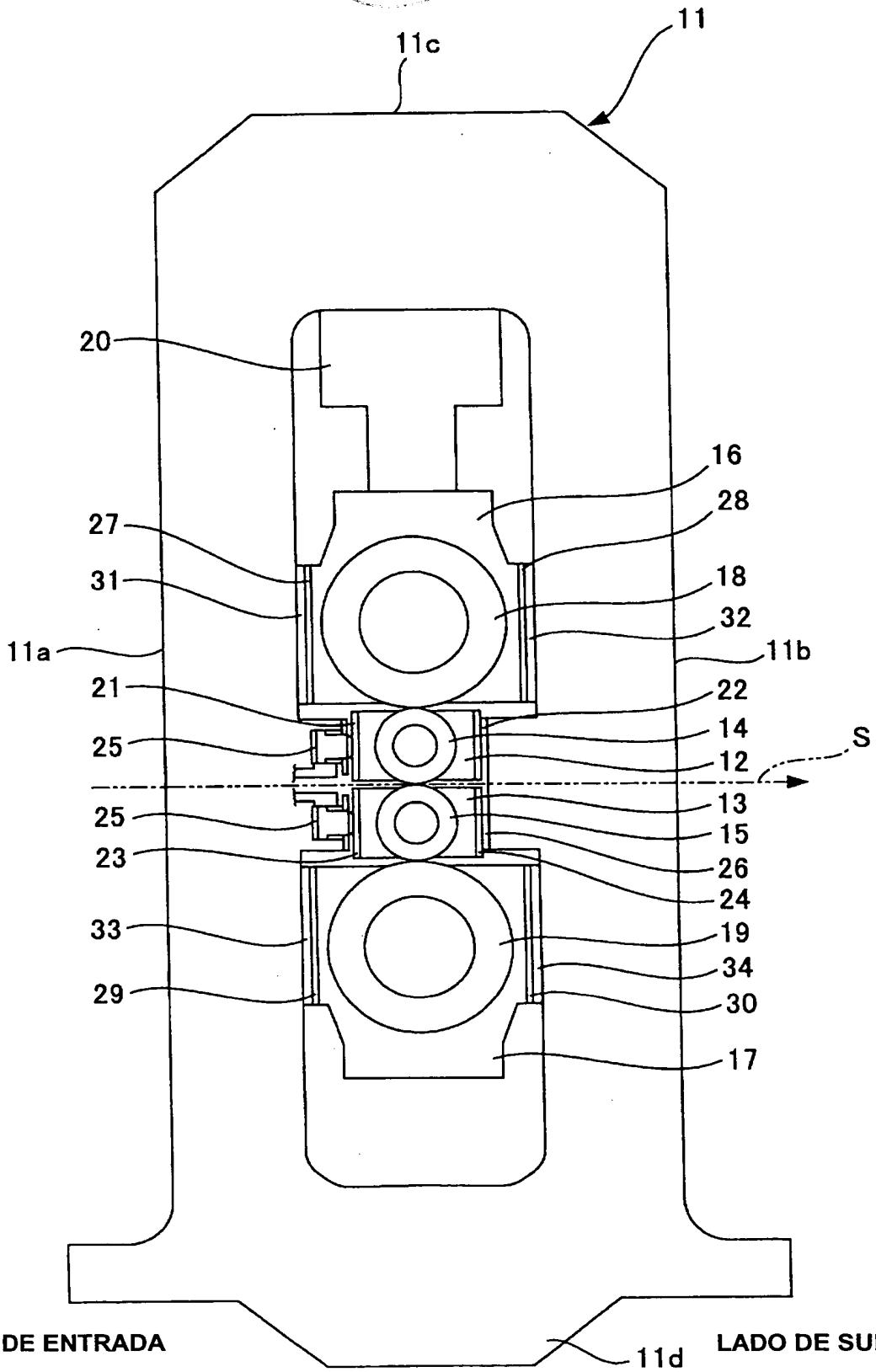


FIG. 2

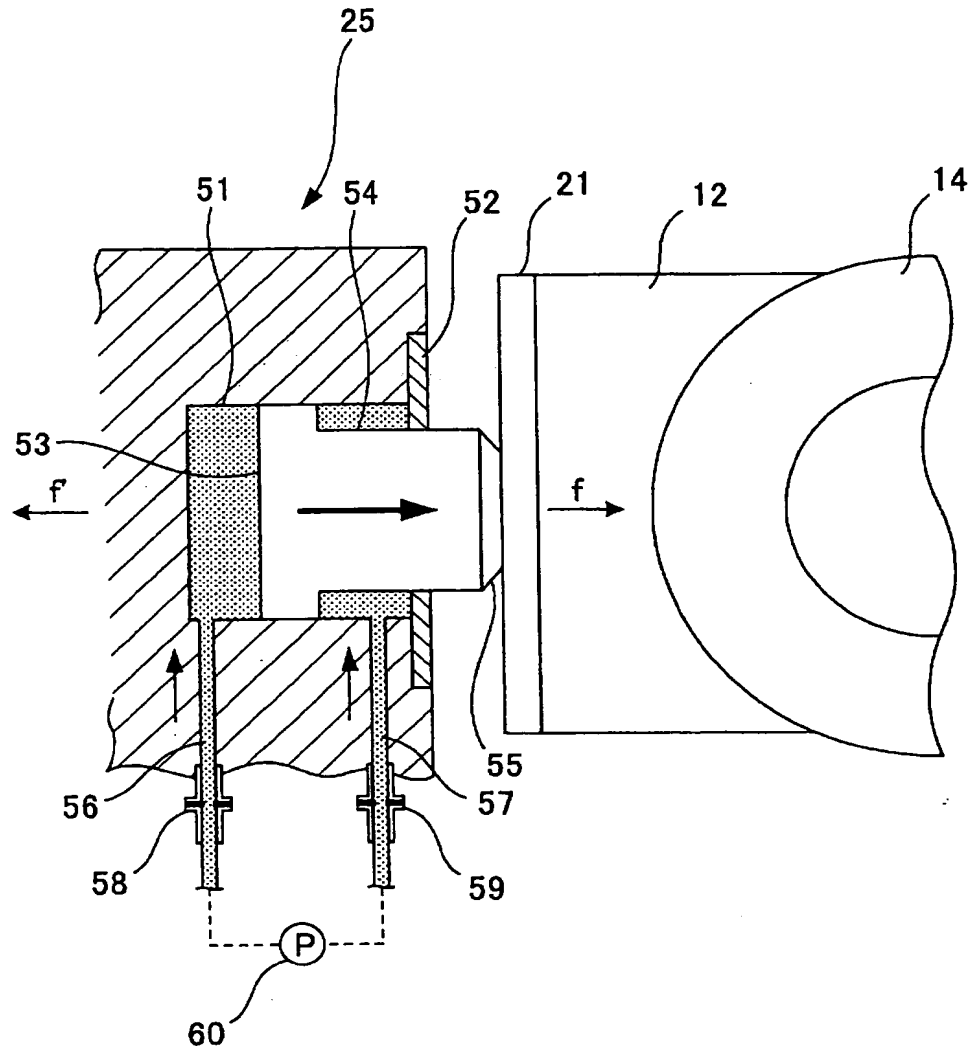


FIG.3

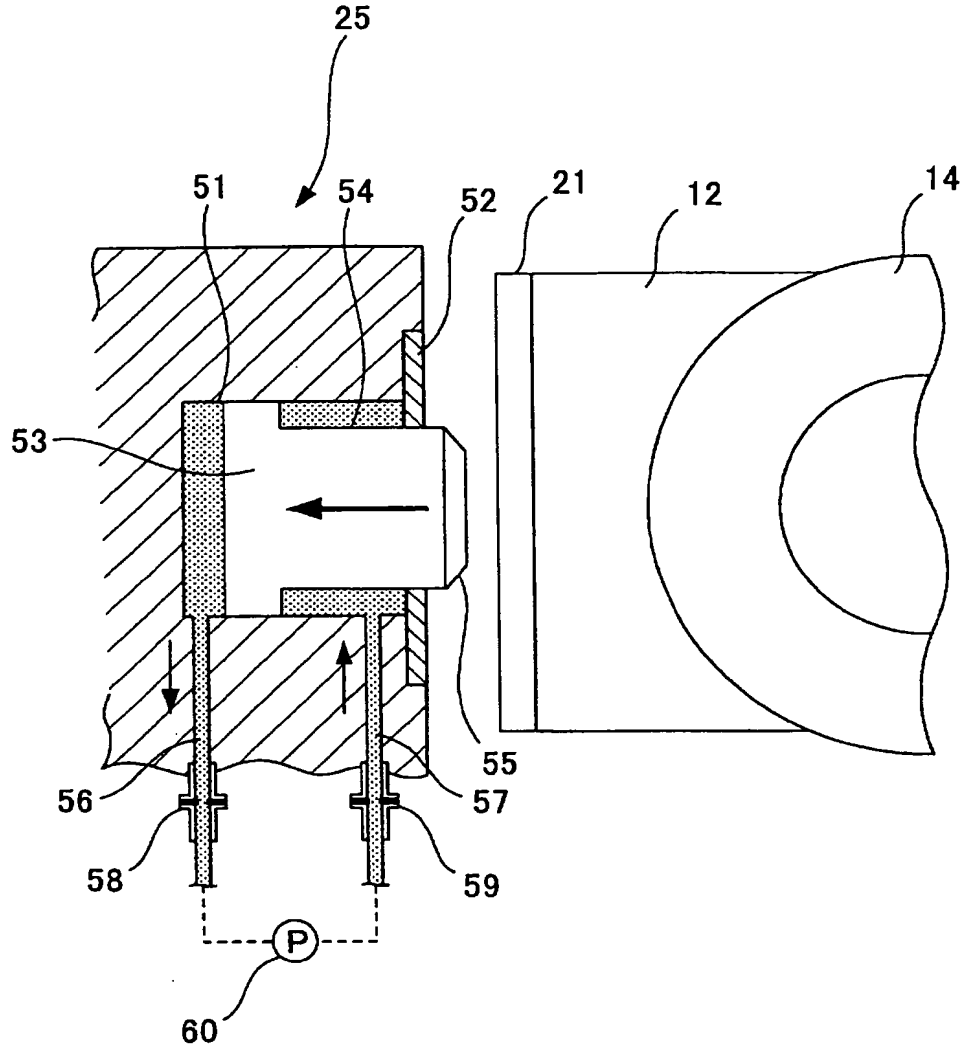


FIG.4

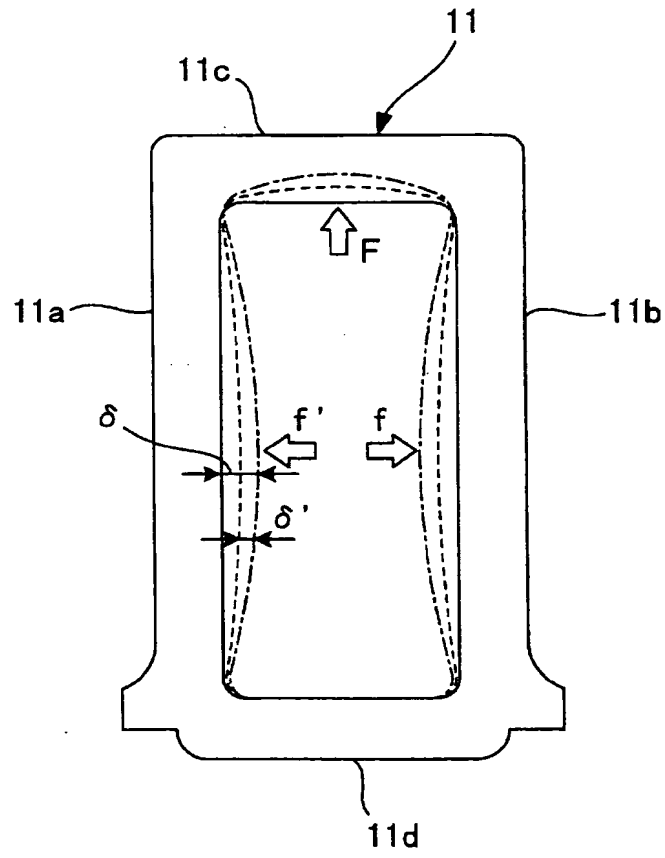


FIG.5

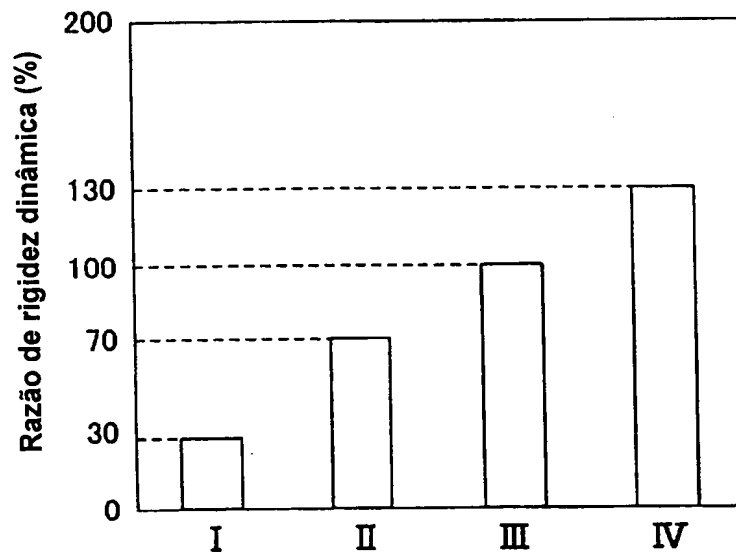
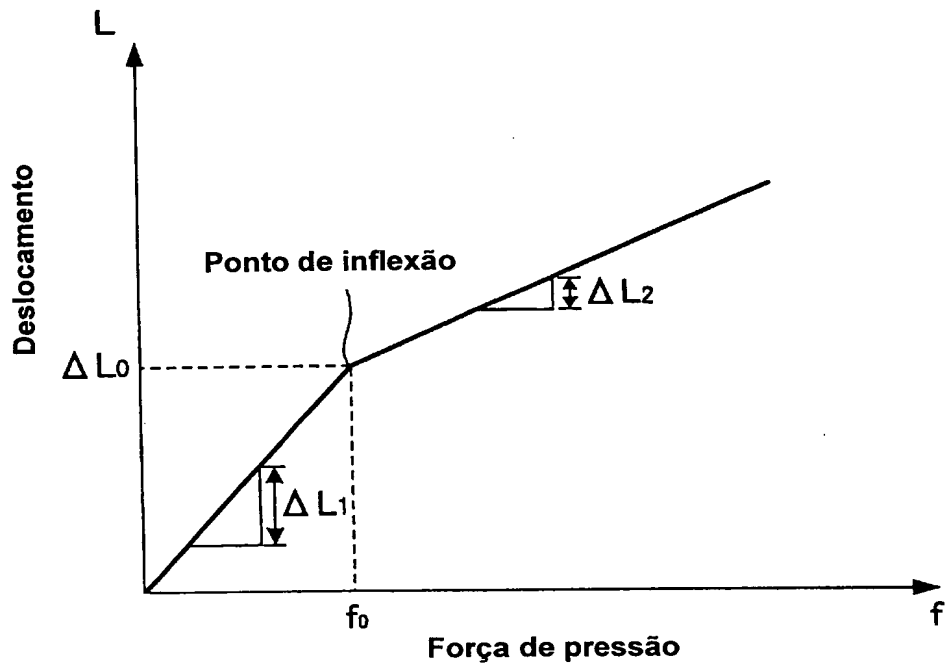


FIG.6



RESUMO  
"LAMINADOR"

PiOa 10029

Um laminador em que rigidez dinâmica na direção horizontal durante laminação é aumentada para suprimir vibração, tornado a laminação altamente eficiente. O laminador tem: uma gaiola (11), um par de calços dos cilindro de trabalho superior e inferior (12, 13) suportados pela gaiola (11), um par de cilindros de trabalho superior e inferior (14, 15) suportados pelos calços de cilindro de trabalho superior e inferior (12, 13), e voltados um para o outro, cilindros hidráulicos (25) para pressionar os calços do cilindro de trabalho (12, 13) a partir da direção horizontal para e cruzando os eixos dos cilindros de trabalho, tubos de suprimento e descarga de pressão hidráulica (56, 57) conectados nos lados do cabeçote e nos lados da haste dos cilindros hidráulicos (25), e suprimindo e descarregando óleo, seções de restrição de fluxo (58, 59) formadas nos tubos de suprimento e descarga de pressão hidráulica (56, 57). Durante a laminação, o óleo é suprido tanto aos lados do cabeçote quanto aos lados da haste dos cilindros hidráulicos (25) através dos tubos de suprimento e descarga de pressão hidráulica (56, 57).