

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

(21) **PI0612516-6 A2**

(22) Data de Depósito: 21/06/2006  
(43) Data da Publicação: 30/11/2010  
(RPI 2082)



\* B R P I O 6 1 2 5 1 6 A 2 \*

(51) *Int.Cl.:*  
B21B 37/44  
B21B 37/32

(54) Título: **MÉTODO PARA APLICAR UM REFRIGERANTE**

(30) Prioridade Unionista: 24/06/2005 DE 10 2005 029 461.8

(73) Titular(es): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT

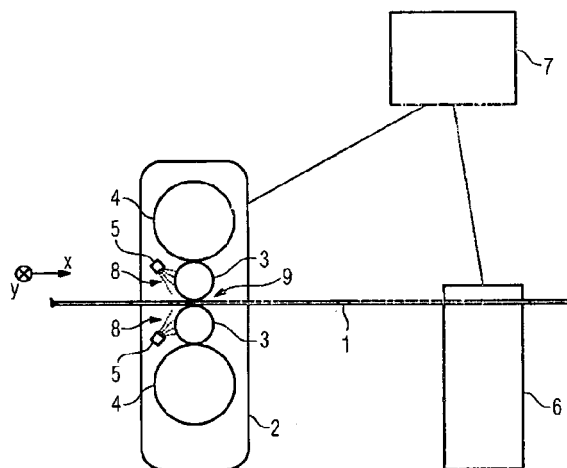
(72) Inventor(es): ANDREAS BERGHS, ROBERT SIMBECK

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

(86) Pedido Internacional: PCT EP2006063382 de 21/06/2006

(87) Publicação Internacional: WO 2006/136570 de 28/12/2006

(57) **Resumo:** MÉTODO PARA APLICAR UM REFRIGERANTE. A invenção presente refere-se a um método para aplicar um refrigerante (8) em um produto laminado (1) e/ou em pelo menos um cilindro (3, 4) de uma cadeia de laminação (2) provida com uma abertura entre os cilindros (9). O método da invenção consiste em determinar uma taxa de resfriamento total aplicável de acordo com a potência efetiva na abertura entre os cilindros (9), em determinar a taxa de resfriamento para diversas áreas (11) de acordo com uma distribuição de aplanamento determinada por um sistema de medição de aplanamento (6), onde a diferença na taxa de resfriamento é determinada por meio da comparação da totalidade das taxas de resfriamento assim determinadas com uma taxa de resfriamento total predeterminada e é usada para determinar os componentes de uma taxa de resfriamento adicional para as áreas (11) levando-se em consideração os limites superior e inferior da taxa de resfriamento dos mesmos. O dito procedimento é repetido de maneira que as diferenças de refrigerante permaneçam acima de um valor predefinível. De acordo com a dita invenção, a manutenção da taxa de resfriamento prescrita (VS) permite se obter condições de resfriamento e lubrificação constantes e estáveis. A dita invenção permite impedir a influência de espessura do produto laminado (1) e as temperaturas excessivas do mesmo ou dos cilindros (3, 4).



Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"MÉTODO PARA APLICAR UM REFRIGERANTE"**.

A presente invenção refere-se a um método para aplicar um refrigerante em um produto laminado e/ou em pelo menos um cilindro de trabalho de uma cadeira de laminação apresentando uma abertura entre os cilindros, no qual o produto laminado é laminado com o auxílio da cadeira de laminação. A invenção também refere-se a uma cadeira de laminação.

A utilização de refrigerantes ou lubrificantes, quando da laminação de produtos laminados, é descrita, por exemplo, em "Grundlagen des Bandwalzens" ("Princípios básicos da laminação em tiras"), Karlheinz Weber, VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig, 1973, páginas 210 a 215. Em particular, a referência de documento acima mencionada descreve a utilização de óleos ou emulsões de óleo que são aplicadas em um produto laminado ou nos cilindros de uma cadeira de laminação de um trem de laminação a frio.

A aplicação de refrigerantes, geralmente óleo ou emulsão de óleo, serve para resfriar o produto laminado e/ou os cilindros de uma cadeira de laminação. A abertura entre os cilindros da cadeira de laminação também é simultaneamente lubrificada por óleo ou emulsão de óleo. Por isso, o refrigerante pode também, ou em um caso extremo, exclusivamente, servir como um lubrificante.

A invenção endereça o problema de aplicar um refrigerante em um produto laminado e/ou em pelo menos um cilindro de trabalho de uma cadeira de laminação de tal maneira que sejam garantidas condições de resfriamento e/ou lubrificação maximamente constantes e estáveis.

Este problema é solucionado por um método para aplicar um refrigerante em um produto laminado e/ou em pelo menos um cilindro de trabalho de uma cadeira de laminação apresentando uma abertura entre os cilindros, no qual o produto laminado é laminado com o auxílio da cadeira de laminação, e no qual a quantidade de refrigerante que tem que ser aplicada é determinada como uma função da potência efetiva na abertura entre os cilindros. Desta maneira, é possível minimizar as influências prejudiciais de

espessura e impedir temperaturas excessivas da tira e do cilindro.

Vantajosamente, a potência efetiva na abertura entre os cilindros da cadeira de laminação pode ser especificada a partir da potência do acionamento da cadeira de laminação em conjunção com a tensão no lado de saída e/ou a tensão no lado de entrada da cadeira de laminação.

A quantidade do refrigerante que tem que ser aplicada pode ser preferivelmente determinada proporcionalmente à potência efetiva na abertura entre os cilindros.

O aplanamento do produto laminado pode ser vantajosamente determinado sobre uma pluralidade de zonas na direção transversal, onde o refrigerante é aplicado em uma maneira distribuída no produto laminado e/ou em pelo menos um cilindro de trabalho como uma função da distribuição de aplanamento determinada sobre a pluralidade de zonas.

O método pode ser beneficemente executado com o uso das seguintes etapas:

i) especificar uma quantidade de resfriamento total que tem que ser aplicada como uma função da potência efetiva na abertura entre os cilindros;

ii) especificar quantidades de resfriamento para uma pluralidade de zonas, estas sendo dispostas sobre a direção transversal como uma função de um desvio de controle da distribuição de aplanamento;

iii) determinar uma diferença de quantidade de resfriamento com a comparação da soma das quantidades de resfriamento, de acordo com a etapa ii), com a quantidade de resfriamento total, de acordo com a etapa i);

iv) determinar porções de quantidade de resfriamento adicionais para as zonas com base na diferença de quantidade de resfriamento, de acordo com a etapa iii), submetidas aos limites superior e inferior das quantidades de resfriamento para as zonas;

v) repetir as etapas ii) a iv) até que a diferença de quantidade de resfriamento de acordo com a etapa iii) caia abaixo de um valor predeterminável.

O refrigerante pode vantajosamente ser aplicado ao produto la-

minado com o auxílio de bocais de resfriamento.

O problema endereçado pela invenção também é solucionado pelo assunto das reivindicações de 7 a 10.

Vantagens e detalhes adicionais da invenção são explicados  
5 abaixo por meio de exemplo com referência aos desenhos, nos quais:

a Figura 1 mostra uma cadeira de laminação incluindo um sistema de medição de aplanamento e um processador de controle;

a Figura 2 mostra um exemplo de um sistema de resfriamento apresentando uma pluralidade de zonas que é disposta em uma direção transversal;  
10

a Figura 3 mostra um exemplo da disposição das zonas com referência ao produto laminado;

a Figura 4 mostra esquematicamente a execução do método para especificar as quantidades de resfriamento para as zonas individuais.

15 A Figura 1 mostra uma cadeira de laminação 2 incluindo cilindros de trabalho 3 e cilindros de suporte 4 para laminar um produto laminado 1. O produto laminado 1 é preferivelmente concretizado em uma forma de tira, apresentando a forma de uma tira de metal, tal como uma tira de aço ou tira de metal leve, por exemplo, alumínio. No exemplo mostrado, o produto  
20 laminado 1 passa através da cadeira de laminação 2 em uma direção longitudinal x. A cadeira de laminação 2 apresenta uma pluralidade de cilindros de trabalho 3, cilindros estes que se estendem em uma direção transversal y e que são essencialmente dispostos um acima do outro. A abertura entre os cilindros 3 através da qual o produto laminado 1 passa durante a operação  
25 de laminação é localizada entre os cilindros de trabalho 3. Os bocais de resfriamento 5 são dispostos em uma direção transversal y e são orientados na direção de um ou mais cilindros de trabalho 3 e/ou do produto laminado 1. Os bocais de resfriamento 5 são usados para aplicar refrigerantes 8 ao produto laminado 1 e/ou aos cilindros de trabalho 3. No caso de laminação a  
30 frio, em particular, os cilindros 3, 4 e o produto laminado 1 podem ser resfriados usando óleo de laminação assim chamado como um refrigerante 8. Neste caso, o óleo de laminação serve para simultaneamente lubrificar a

abertura entre os cilindros 9. O refrigerante 8 pode incluir uma emulsão de óleo. O refrigerante 8 pode consistir pelo menos parcialmente de água.

Energia é suprida à cadeira de laminação 2, e ao produto laminado 1 que está localizado na mesma, por meio de pelo menos um acionamento que não é ilustrado em detalhes adicionais no desenho. Uma grande parte desta energia é dissipada com o produto laminado aquecido móvel 1 e através do refrigerante 8, em particular, o óleo de laminação. A divisão da energia dissipada entre o produto laminado 1 e o refrigerante 8 é dependente de vários fatores, por exemplo, do tipo do material a ser laminado, da dureza do material, da resistência à deformação e da velocidade do produto laminado 1.

Os bocais de resfriamento 5 são preferivelmente dispostos em uma ou mais barras 10 (vide Figura 2 - não mostrada em detalhes adicionais na Figura 1).

Uma a três barras 10 para resfriamento e possivelmente uma barra adicional 10 para lubrificação são preferivelmente providas por cilindro de trabalho 3 em uma cadeira de laminação 2.

Um sistema de medição de aplanamento 6 que é ligado à cadeira de laminação 2 através de um processador de controle 7 é disposto à jusante da cadeira de laminação 2, isto é, no lado de saída da cadeira de laminação 2, na direção de movimento do produto laminado 1, isto é, na direção longitudinal x no exemplo mostrado.

A Figura 2 mostra uma barra 10, esta sendo disposta acima do produto laminado 1, de um sistema de resfriamento para resfriar o produto laminado 1 e/ou os cilindros 3, 4. Uma vista em seção do produto laminado é mostrada no desenho. Uma pluralidade de bocais de resfriamento 5 é disposta na barra 10 e é orientada pelo menos parcialmente na direção do produto laminado 1 e/ou de um cilindro de trabalho 3 que não é ilustrado em maiores detalhes na Figura 2. Os bocais de resfriamento 5 são, em cada caso, atribuídos às zonas 11, onde as ditas zonas 11 podem ter diferentes larguras  $b_1$  ou  $b_2$ . No exemplo mostrado na Figura 2, são ilustradas pequenas zonas de resfriamento apresentando uma largura  $b_2$  e grandes zonas de

resfriamento apresentando uma largura  $b_1$ , a largura  $b_1$  sendo duas vezes tão grande quanto a largura  $b_2$ . No exemplo mostrado na Figura 2, exatamente um bocal de resfriamento 5 é provido por zona 11 em uma barra 10. A disposição mostrada na Figura 2 pode ser facilmente reproduzida em uma maneira invertida como um sistema de resfriamento que compreende bocais de resfriamento 5 e pelo menos uma barra 10 e é disposta abaixo do produto laminado 1.

A Figura 3 mostra a distribuição das zonas 11 em relação ao produto laminado 1. Uma vista plana do produto laminado 1 é mostrada no desenho.

Em uma concretização exemplificativa da invenção, a quantidade de resfriamento total que é exigida para resfriamento na cadeira de laminação 2 é determinada como uma função da potência efetiva na abertura entre os cilindros 9. A quantidade de resfriamento total que é exigida pode preferivelmente ser determinada proporcionalmente à potência efetiva na abertura entre os cilindros 9. A potência efetiva na abertura entre os cilindros 9 é composta da potência de pelo menos um acionamento da cadeira de laminação 2 mais a potência da tensão no lado de saída da cadeira de laminação 2. A potência resultante na abertura entre os cilindros 9 é convertida em trabalho de deformação e, conseqüentemente, em calor.

A potência efetiva na abertura entre os cilindros 9 é determinada nos ajustes de velocidade rotacional dos acionamentos que atuam sobre o produto laminado 1 que está para ser laminado. Em geral, os acionamentos de uma pluralidade de cadeiras de laminação 2 atuam no produto laminado 1 que passa através de um trem de laminação.

A quantidade de resfriamento total é preferivelmente limitada a um valor mínimo no caso de baixas velocidades de laminação. Do mesmo modo, a quantidade de resfriamento total é vantajosamente limitada a um valor máximo no caso de altas velocidades de laminação.

Conforme indicado nas Figuras 1 e 2, a quantidade de resfriamento exigida é aplicada através de bocais de resfriamento 5 na forma de refrigerante 9 nos cilindros 3, 4 (preferivelmente os cilindros de trabalho 3) e

opcionalmente no produto laminado 1. Os bocais de resfriamento 5 são, em cada caso, atribuídos às zonas 11 com pelo menos um (preferivelmente exatamente um) bocal de resfriamento 5 que é provido para cada zona 11.

A fim de ajustar a quantidade de resfriamento total com precisão, está sendo determinada como uma função da potência efetiva na abertura entre os cilindros 9, um regulador de quantidade total é sobreposto no ajuste de resfriamento de múltiplas zonas e assegura que a quantidade de resfriamento total exigida seja ajustada por meio do aumento ou decréscimo na quantidade de resfriamento nas zonas individuais 11 do resfriamento. Isto assegura que a quantidade de resfriamento total exigida seja mantida tão constante quanto possível sob condições constantes. Desta maneira, é impedido o superaquecimento do produto laminado 1 e dos cilindros 3, 4 (em particular, os cilindros de trabalho 3). O ajuste da quantidade de resfriamento para cada zona individual 11 do resfriamento acontece por meio da especificação da relação de tempo 'on/off'(acionado/desativado) da válvula de resfriamento do bocal de resfriamento correspondente 5 ou por meio de uma válvula proporcional.

Conforme mostrado esquematicamente na Figura 4, um desvio de controle suave RDg por zona 11 é primeiramente formado a partir do desvio de controle de corrente RDa por zona 11, e é multiplicado, em cada caso, por uma amplificação dependente do desvio de controle KRD e uma amplificação de controle total independente de zona kG. Desta maneira, com base no desvio de controle de corrente RDA da distribuição de aplanamento que é determinada com o auxílio do sistema de medição de aplanamento 6 (vide Figura 1), uma distribuição de quantidade de resfriamento correspondente CZ nos bocais de resfriamento individuais 5 ou zonas 11 é determinada pelo ajuste de resfriamento de múltiplas zonas. As variáveis de desvio de controle de corrente RDa, de desvio de controle suave RDg de amplificação dependente de desvio de controle KRD e de distribuição de quantidade de resfriamento CZ são vetores, onde o número de elementos nestes vetores preferivelmente corresponde ao número de zonas 11. As variáveis restantes mostradas na Figura 4 são preferivelmente escalares.

O regulador de quantidade total sobreposto compara a quantidade de resfriamento total CS, que deriva da medição de aplanamento ou do ajuste de aplanamento, com a quantidade de resfriamento total predeterminada VS. A quantidade de resfriamento total predeterminada VS é preferi-

5 velmente determinada como uma função da potência efetiva na abertura entre os cilindros, conforme descrito acima por meio de exemplo. Com base na diferença de quantidade de resfriamento total resultante SD, uma porção de quantidade de resfriamento adicional Ca é calculada para os bocais de res-

10 friamento individuais 5 ou zonas 11. Aqui é levado em consideração que uma quantidade de resfriamento mínima ou máxima por zona 11 não pode ser excedida e que larguras de zona diferentes  $b_1$ ,  $b_2$  (vide Figura 2) exigem diferentes quantidades de fluxo de refrigerante. Uma distinção é formada entre porções de quantidade de resfriamento insuficiente  $m_k$  relativas às zo-

15 nas 11 de grande largura  $b_1$  e porções de quantidade de resfriamento excessivo  $m_g$  relativas às zonas 11 de grande largura  $b_1$ . As porções de quantidade de resfriamento excessivo  $m_g$  relativas às zonas 11 de grande largura  $b_1$  são subtraídas das porções de quantidade de resfriamento total  $m_z$  relativas às zonas 11 da grande largura  $b_1$  a fim de determinar a porção de quantidade de resfriamento adicional Ca para os bocais de resfriamento individu-

20 ais 5. Esta porção de quantidade de resfriamento adicional Ca não é agora acrescentada diretamente à distribuição de quantidade de resfriamento CZ mas é convertida em um desvio de controle  $r$  e acrescentada assim à saída do regulador de cada zona 11. A comparação da quantidade de resfriamento total CS com a quantidade de resfriamento total predeterminada VS e a cor-

25 reção resultante da saída do regulador é repetida até que a diferença entre a quantidade de resfriamento total CS e a quantidade de resfriamento total predeterminada VS caia abaixo de um valor predeterminado.

A essência da idéia que forma a base da invenção pode ser resumida como segue:

30 A invenção se refere a um método para aplicar um refrigerante 8 em um produto laminado 1 e/ou em pelo menos um cilindro 3, 4 de uma cadeia de laminação 2 apresentando uma abertura entre os cilindros 9. Neste

caso, uma quantidade de resfriamento total que tem que ser aplicada é inicialmente especificada como uma função da potência efetiva na abertura entre os cilindros 9. As quantidades de resfriamento para uma pluralidade de zonas 11 são então especificadas dependendo do desvio de controle da distribuição de aplanamento, o dito desvio de controle sendo determinado por meio de um sistema de medição de aplanamento 6, onde, através da comparação da soma das quantidades de resfriamento assim determinadas com a quantidade de resfriamento total anteriormente especificada, é determinada uma quantidade de resfriamento, com base no que porções de quantidade de resfriamento adicionais para as zonas 11 são determinadas submetidas a limites superior e inferior das quantidades de resfriamento para as zonas 11. Este procedimento é repetido até que a diferença de quantidade de resfriamento caia abaixo de um valor predeterminável. De acordo com a invenção, são providas condições constantes e estáveis de resfriamento e lubrificação apoiando-se na quantidade de resfriamento total predeterminada VS. São impedidas, portanto, influências de espessura do produto laminado 1 e temperaturas excessivas do produto laminado 1 ou dos cilindros 3, 4.

## REIVINDICAÇÕES

1. Método para aplicar um refrigerante (8) em um produto laminado (1) e/ou em pelo menos um cilindro de trabalho (3) de uma cadeira de laminação (2) apresentando uma abertura entre os cilindros (9), no qual o  
5 produto laminado (1) é laminado com o auxílio da cadeira de laminação (2), caracterizado pelo fato de a quantidade do refrigerante (8) que tem que ser aplicada ser determinada como uma função da potência efetiva na abertura entre os cilindros.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo  
10 fato de a potência efetiva na abertura entre os cilindros (9) da cadeira de laminação (2) ser especificada a partir da potência do acionamento da cadeira de laminação (2) em conjunção com a tensão no lado de saída e/ou no lado de entrada da cadeira de laminação (2).

3. Método, de acordo com uma das reivindicações anteriores,  
15 caracterizado pelo fato de a quantidade do refrigerante (8) que tem que ser aplicada ser determinada proporcionalmente à potência efetiva na abertura entre os cilindros (9).

4. Método, de acordo com uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de o aplanamento do produto laminado (1) ser de-  
20 terminado sobre uma pluralidade de zonas (11) na direção da largura (y) do produto laminado (1), e de o refrigerante (8) ser aplicado em uma maneira distribuída no produto laminado (1) e/ou em pelo menos um cilindro de trabalho (3) como uma função da distribuição de aplanamento determinada sobre a pluralidade de zonas (11).

25 5. Método, de acordo com uma das reivindicações anteriores, que compreende as seguintes etapas:

i) especificar uma quantidade de resfriamento total que tem que ser aplicada como uma função da potência efetiva na abertura entre os cilindros (9);

30 ii) especificar quantidades de resfriamento para as zonas (11) como uma função de um desvio de controle da distribuição de aplanamento;

iii) determinar uma diferença de quantidade de resfriamento com

a comparação da soma das quantidades de resfriamento que foram especificadas de acordo com a etapa ii) com a quantidade de resfriamento total que foi especificada de acordo com a etapa i);

iv) determinar porções de quantidade de resfriamento adicionais para as zonas (11) com base na diferença de quantidade de resfriamento que foi determinada de acordo com a etapa iii), submetidas aos limites superior e inferior das quantidades de resfriamento para as zonas (11);

v) repetir as etapas ii) a iv) até que a diferença de quantidade de resfriamento de acordo com a etapa iii) caia abaixo de um valor predeterminável.

6. Método, de acordo com uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de o refrigerante (8) poder ser aplicado ao produto laminado (1) com o auxílio de uma pluralidade de bocais de resfriamento (5), cada um dos quais sendo atribuído a uma zona (11).

7. Produto de programa de computador que compreende um meio de código de programa que é adequado para executar as etapas de um método, de acordo com uma das reivindicações anteriores, quando o produto de programa de computador for executado em um processador de controle (7).

8. Processador de controle (7) para pelo menos uma cadeira de laminação (2), caracterizado pelo fato de ser programado com o uso de um produto de programa de computador, como definido na reivindicação 7.

9. Cadeira de laminação (2) com um sistema de resfriamento (5, 10), que inclui um sistema de medição de aplanamento (6) e um processador de controle (7), de acordo com a reivindicação 8, na qual o processador de controle (7) é ligado ao sistema de medição de aplanamento (6) e ao sistema de resfriamento (5, 10).

10. Cadeira de laminação (2), de acordo com a reivindicação 9, na qual o sistema de resfriamento (5, 10) apresenta uma pluralidade de bocais de resfriamento (5) que é disposta em pelo menos uma barra (10).

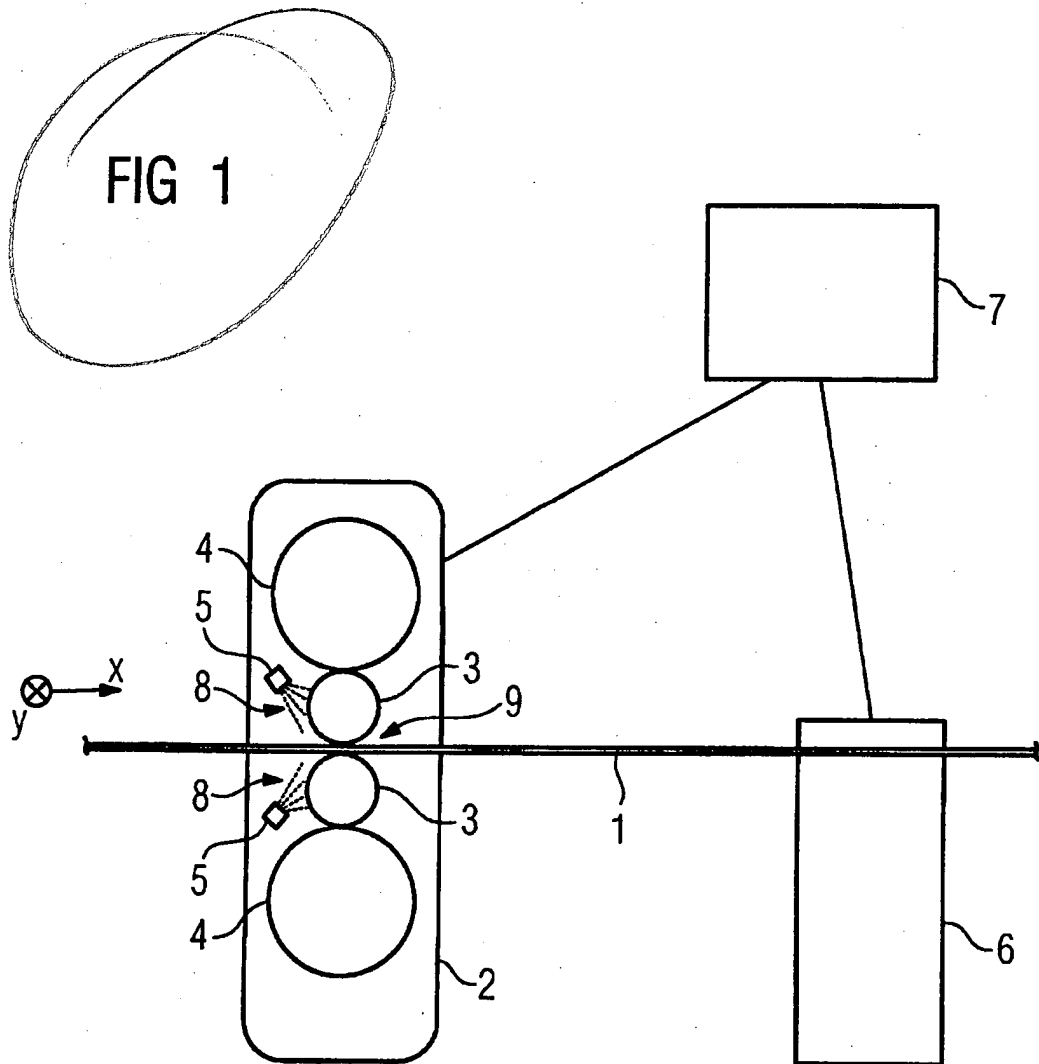


FIG 2

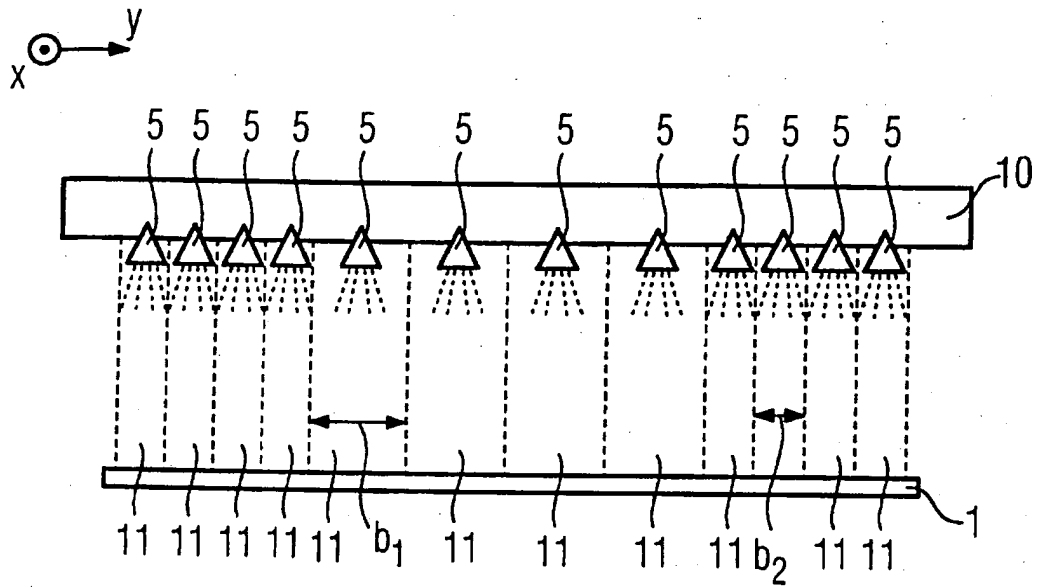


FIG 3

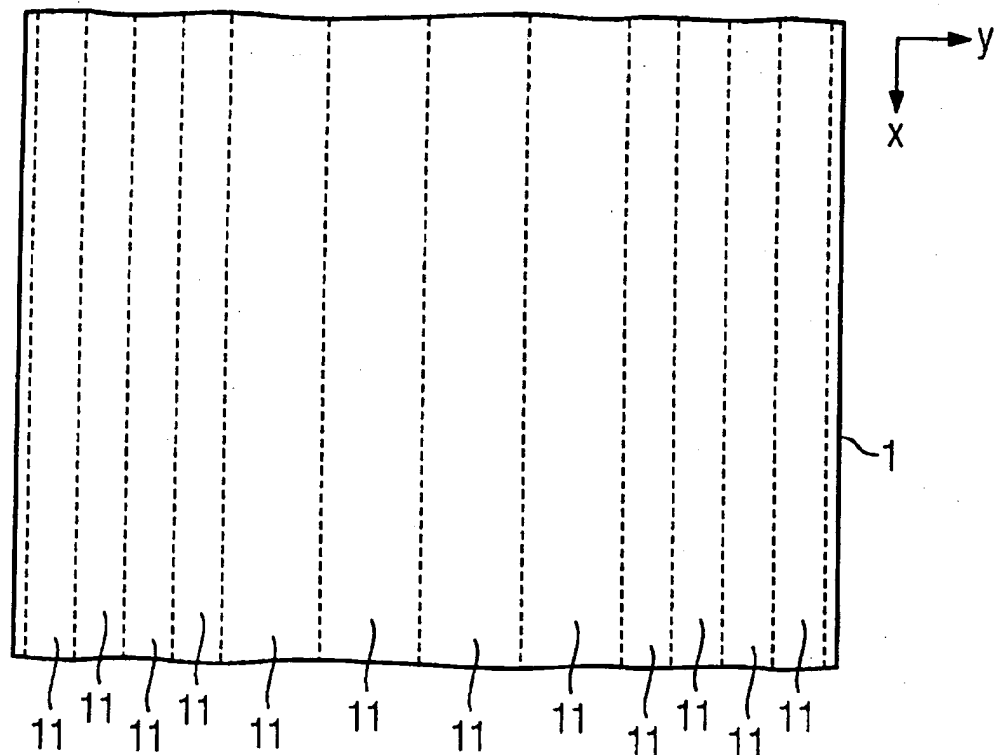
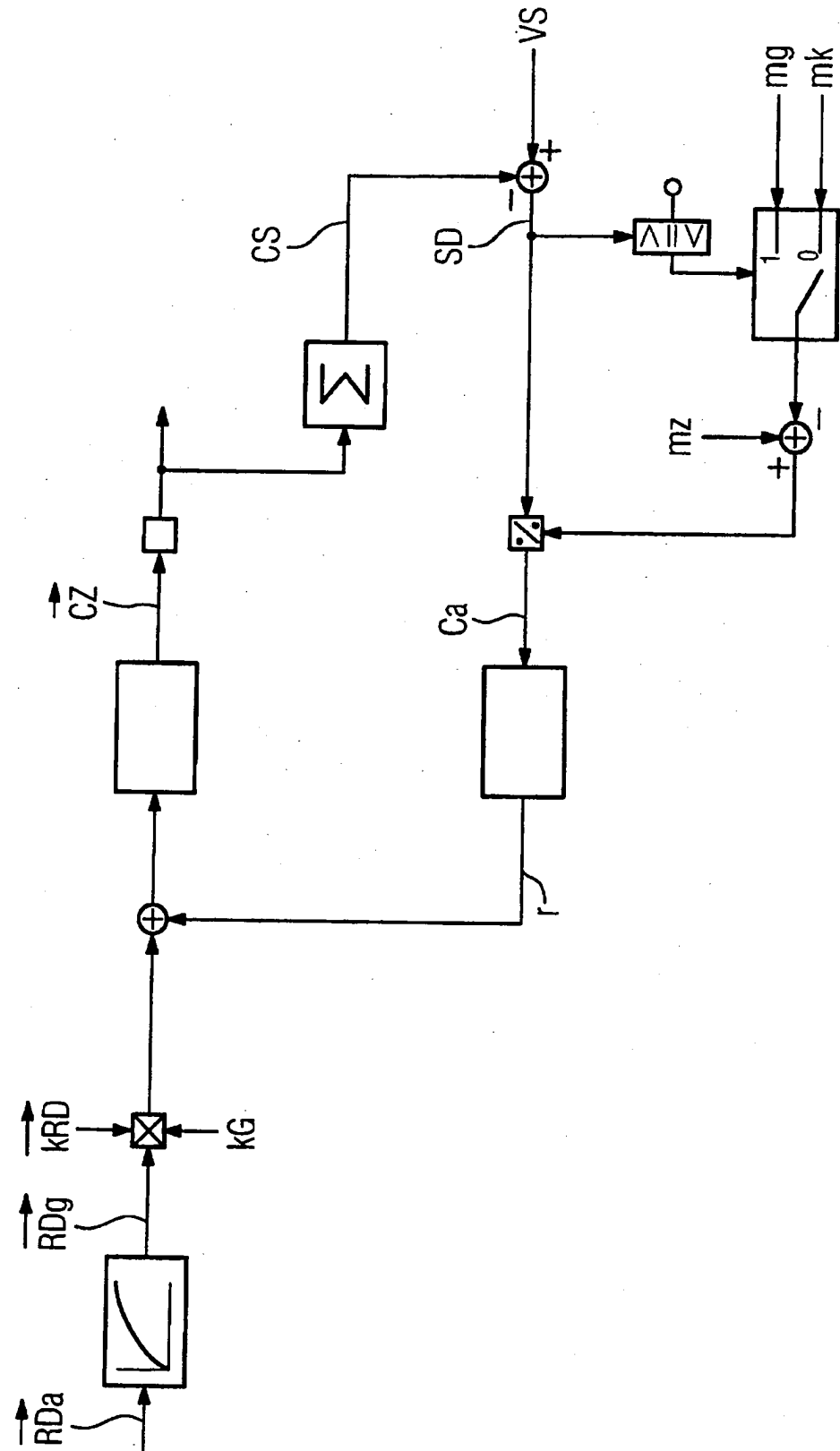


FIG 4



## RESUMO

Patente de Invenção: "**MÉTODO PARA APLICAR UM REFRIGERANTE**".

A invenção presente refere-se a um método para aplicar um refrigerante (8) em um produto laminado (1) e/ou em pelo menos um cilindro (3, 4) de uma cadeira de laminação (2) provida com uma abertura entre os cilindros (9). O método da invenção consiste em determinar uma taxa de resfriamento total aplicável de acordo com a potência efetiva na abertura entre os cilindros (9), em determinar a taxa de resfriamento para diversas áreas (11) de acordo com uma distribuição de aplanamento determinada por um sistema de medição de aplanamento (6), onde a diferença na taxa de resfriamento é determinada por meio da comparação da totalidade das taxas de resfriamento assim determinadas com uma taxa de resfriamento total predeterminada e é usada para determinar os componentes de uma taxa de resfriamento adicional para as áreas (11) levando-se em consideração os limites superior e inferior da taxa de resfriamento dos mesmos. O dito procedimento é repetido de maneira que as diferenças de refrigerante permaneçam acima de um valor predefinível. De acordo com a dita invenção, a manutenção da taxa de resfriamento prescrita (VS) permite se obter condições de resfriamento e lubrificação constantes e estáveis. A dita invenção permite impedir a influência de espessura do produto laminado (1) e as temperaturas excessivas do mesmo ou dos cilindros (3, 4).