



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

**(11) PI 0919951-9 B1**



**(22) Data do Depósito: 22/10/2009**

**(45) Data de Concessão: 05/05/2020**

**(54) Título:** PROCESSO PARA AJUSTAR UMA CARGA DE ACIONAMENTO PARA UMA PLURALIDADE DE ACIONADORES DE UM TREM DE LAMINADORES, DISPOSITIVO DE CONTROLE E/OU DE REGULAGEM PARA UM LAMINADOR E LAMINADOR

**(51) Int.Cl.:** B21B 35/04; B21B 37/46.

**(30) Prioridade Unionista:** 30/10/2008 EP 08 018950.9.

**(73) Titular(es):** SIEMENS AKTIENGESSELLSCHAFT(DE).

**(72) Inventor(es):** ANSGAR GRÜSS; BERND LINZER; ALOIS SEILINGER.

**(86) Pedido PCT:** PCT EP2009063859 de 22/10/2009

**(87) Publicação PCT:** WO 2010/049338 de 06/05/2010

**(85) Data do Início da Fase Nacional:** 29/04/2011

**(57) Resumo:** PROCESSO PARA AJUSTAR UMA CARGA DE ACIONAMENTO PARA UMA PLURALIDADE DE ACIONADORES DE UM TREM DE LAMINADORES, DISPOSITIVO DE CONTROLE E/OU DE REGULAGEM PARA UM LAMINADOR E LAMINADOR Laminador, dispositivo de controle de loop aberto e/ou fechado, código de programa, meio de armazenamento e processo para ajustar carga de acionamento à pluralidade de acionadores (20, 21, 22, 23) de trem de laminadores (2) para material a laminar (G), cujo trem (2) possui pluralidade de cadeiras de laminação (4, 5, 6, 7) com acionadores (20, 21, 22, 23) aos cilindros de trabalho incluídos na respectiva cadeira, cujas cargas de acionamento são ajustadas a primeiro ponto de ajuste na operação do trem (2) de acordo com primeira sequência de passe. A redistribuição de cargas de acionamento no trem é melhorada pois é ajustada a valor do segundo ponto de ajuste diferente do primeiro na operação (2), conforme segunda sequência de passe, à taxa de alimentação (Ve) do material a laminar (G) função de taxa de descarga (Va) do material a laminar (G) de unidade (3) disposta a montante do trem (2) na direção do fluxo de massa.

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para  
**"PROCESSO PARA AJUSTAR UMA CARGA DE ACIONAMENTO  
PARA UMA PLURALIDADE DE ACIONADORES DE UM TREM DE  
LAMINADORES, DISPOSITIVO DE CONTROLE E/OU DE  
REGULAGEM PARA UM LAMINADOR E LAMINADOR".**

Descrição

[0001] Processo para ajustar uma carga de acionamento para uma pluralidade de acionadores de um trem de laminadores para laminar material a laminar, dispositivo de controle e/ou de regulagem, meio de armazenamento, código de programa e laminador.

[0002] A invenção refere-se a um processo para ajustar uma carga de acionamento para uma pluralidade de acionadores de um trem de laminadores para laminar material a laminar, em que o trem de laminadores possui uma pluralidade de cadeiras de laminação e a cada cadeira de laminação é atribuído pelo menos um acionador para acionar os cilindros de trabalho incluídos nas respectivas cadeira de laminação, em que as cargas de acionamento são ajustadas essencialmente a um valor do primeiro ponto de ajuste na base da operação do trem de laminadores, de acordo com uma primeira sequência de passe. Ainda, a invenção refere-se a um dispositivo de controle e/ou de regulagem para um laminador e a um laminador. Além do mais, a invenção refere-se a um meio de armazenamento e a um código de programa legível por máquina.

[0003] A presente invenção é baseada no campo técnico da tecnologia da usina de laminação. A laminação de artigos metálicos é geralmente usada para fabricar produtos semiacabados que são subsequentemente usados na indústria de processamento de metal, por exemplo, na indústria de automóvel.

[0004] Um laminador deve geralmente ser capaz de fabricar uma ampla variedade de produtos semiacabados metálicos que diferem, por

exemplo, em metal a ser processado, em propriedades de junção de aço a ser processado e em dimensões espaciais, em particular em espessura.

[0005] Neste aspecto, é necessário para operação um laminador que seja capaz de ser reajustado em tal modo que, por exemplo, tiras com uma variedade de propriedades podem ser sucessivamente fabricadas tão rapidamente quanto possível, de modo que alta taxa de produtividade do equipamento é alcançada. Isso é necessário tanto para laminação a quente como para laminação a frio. Tal reajuste da operação de laminação também possui, em particular, efeitos sobre a distribuição da carga de acionamento para os acionadores de um trem de laminadores. As cargas de acionamento são dependentes das reduções da espessura no material a laminar que ocorrem nas cadeiras de laminação, da temperatura do material a laminar a ser laminado, do tipo do material a laminar, isto é, por exemplo, aço, cobre, etc.

[0006] O Pedido Coreano depositado sob nº KR 2003004835-A relata sobre um processo para ajustar automaticamente uma distribuição de carga para um laminador que lamina continuamente. Neste documento, os valores do ponto de ajuste que devem ser atingidos quando a espessura da descarga desejada é alcançada são predefinidos para a distribuição de carga.

[0007] O objetivo da presente invenção é realizar um processo aperfeiçoado para realizar a redistribuição de carga de acionamento em um trem de laminadores e tornar disponível para este propósito um dispositivo de controle e/ou de regulação, um código de programa, um meio de armazenamento e um laminador.

[0008] A parte do objetivo do processo é atingida por um processo do tipo especificado no início, em que durante a laminação, as cargas de acionamento são ajustadas na direção de um valor do segundo ponto de ajuste que é baseado em uma segunda sequência de passe que é

diferente da primeira sequência de passe, em que pelo menos durante o ajuste dos segundos valores nominais, uma taxa de alimentação do material a laminar ao trem de laminadores é ajustada como uma função de uma taxa de descarga do material a laminar de uma unidade que é disposta a montante do trem de laminadores na direção do fluxo de massa.

[0009] Como uma regra, o valor do segundo ponto de ajuste para a carga de acionamento para respectivo acionador é diferente do valor do primeiro ponto de ajuste para a carga de acionamento deste acionador. Todavia, sob certas circunstâncias, alguns dos acionadores do trem de laminadores são providos com um valor do segundo ponto de ajuste que é baseado na segunda sequência de passe e que não difere significativamente do valor absoluto do valor do primeiro ponto de ajuste. Este é caso em particular nos acionadores para cadeiras de laminação que são localizados no início do trem de laminadores e, sob certas circunstâncias, não são para experiência de uma mudança na carga de acionamento.

[00010] A taxa de alimentação que deve ser ajustada serve como uma variável do input fixado, que não pode ser adaptado como desejado, para o trem de laminadores e a dita variável é, em particular, não influenciada pelos processos dispostos a jusante da primeira cadeira de laminação do trem de laminadores na direção do fluxo de massa. Ao invés, a taxa de alimentação do material a laminar para o trem de laminadores é dependente da taxa de descarga do material a laminar de uma ou mais unidades que são de preferência dispostas exclusivamente a montante do trem de laminadores na direção do fluxo de massa.

[00011] Uma taxa de descarga real do material a laminar de uma unidade que é disposta a montante do trem de laminadores na direção do fluxo de massa é de preferência usada como taxa de descarga.

Alternativamente, uma taxa de descarga de ponto de ajuste do material a laminar de uma unidade que é disposta a montante do trem de laminadores na direção do fluxo de massa pode ser usada. A taxa de descarga daquela unidade de laminador que tem a menor dinâmica de tempo é de preferência usada e, portanto, no caso de mudanças para o seu processo, ela reage com mais inércia do que as outras unidades no caso de mudanças de processo ocorrer naquelas unidades. Esta unidade com a menor dinâmica de tempo constitui como uma regra a limitação com relação à mudança na taxa de alimentação do trem de laminador. Isto porque, sob certas circunstâncias, a dita unidade não pode mais seguir, em termos de tecnologia de processamento, às mudanças que ocorrem relativamente de modo rápido na taxa de alimentação do trem de laminador.

[00012] Uma unidade é um dispositivo que usina ou processa ou gera um material a laminar em um laminador que tem uma relação operativa indireta ou direta com o trem de laminadores.

[00013] Exemplos disto são, por exemplo, uma enroladeira, um forno, uma cadeira de laminação, máquina de fundição, trimer, desincrustador (removedor de carepas), seção de resfriamento, etc.

[00014] Nos processos prévios para distribuição de cargas em um trem de laminadores, a taxa de alimentação tem geralmente sido uma variável manipulada com o que, por exemplo, uma reação é levada, por exemplo, a flutuações em fluxo de massa ou flutuações na tensão da tira no trem de laminadores, causada pela retomada da operação do trem de laminadores. Isto permite os desvios nas variáveis do processo, por exemplo, o fluxo de massa, que são causados pela mudança nas cargas de acionamento, serem corrigidos.

[00015] Todavia, a mudança na taxa de alimentação é, sob certas circunstâncias, propagada para as unidades do trem de laminadores que são dispostas a montante na direção do fluxo de massa.

Dependendo do desenho do laminador, esta pode conduzir a consideráveis problemas no controle dos processos que ocorrem nas unidades que são dispostas a montante do trem de laminadores na direção do fluxo de massa. A lentidão não desejada dos processos pode ocorrer a fim de gerar tempos de espera, de modo a evitar colisões do material a laminar, por exemplo, no modo de operação intermitente, que se estende tão longo quanto interrupções nos processos para unidades que estão dispostas a montante do trem de laminadores na direção do fluxo de massa.

[00016] Todavia, isto pode ser evitado por meio da presente invenção pela determinação, ajuste e manutenção da taxa de alimentação do material a laminar no trem de laminadores em tal modo que a adaptação da taxa de descarga de material a laminar de uma unidade disposta a montante na direção do fluxo da massa à taxa de alimentação do trem de laminadores não é necessária ou é necessária apenas em um grau relativamente pequeno. Neste contexto, "relativamente pequeno grau" significa que o processo da unidade que é disposta a montante do trem de laminadores na direção do fluxo de massa é influenciado pela mudança na taxa de alimentação apenas em tal modo que a unidade pode enfrentar esta influência do processo sem que uma interrupção no processo ou falha de processo ocorra nesta unidade.

[00017] Em particular, as unidades que são dispostas a montante do trem de laminadores na direção do fluxo de massas podem ser operadas de acordo com o seus valores de ponto de ajuste sem uma correção dos valores de ponto de ajuste, devido aos processos que são dispostos a jusante na direção do fluxo de massa, por exemplo, devido a uma redistribuição de carga no trem de laminadores, que é necessária.

[00018] Em outras palavras, as turbulências de fluxo de massa no trem de laminador que são causadas pela redistribuição das cargas de

acionamento podem ser ligadas em cascata completamente na direção do fluxo de massa por meio da invenção. Isto é, a ligação em cascata contra a direção do fluxo de massa – como é usual hoje – não é absolutamente necessária.

[00019] Todavia, é também possível usar ligação em cascata mista de flutuações no fluxo de massa no trem de laminadores durante a transição na direção do fluxo de massa e contra à direção do fluxo de massa. Por exemplo, a taxa de alimentação do material a laminar no trem de laminadores é mudada durante a mudança das cargas de acionamento em um modo reativo para processos que são dispostos a montante na direção do fluxo, de tal modo que os ditos processos podem ainda seguir a mudança na taxa de alimentação para o trem de laminadores de modo suficientemente rápido e termos da tecnologia de controle, isto é, não há interrupção do processo irreversível das unidades dispostas a montante no trem de laminadores na direção do fluxo de massa. Para tal propósito, em adição à taxa de descarga, as dinâmicas cronológicas da unidade de atuação mais lenta disposta a montante do trem de laminadores na direção do fluxo de massa são levadas em conta, isto é, quão rapidamente e a qual extensão esta unidade pode reagir às mudanças que ocorrem no processo sem interrupções do processo irreversível.

[00020] As correções necessárias no fluxo de massa acima e além disso ficam em cascata na direção do fluxo de massa. Isto tem a vantagem que os elementos atuadores nas cadeiras de laminação traseiras são menos estressados durante a redistribuição das cargas de acionamento no caso da ligação em cascata para frente e para trás mista da distribuição de processo no trem de laminadores, uma vez que a taxa de alimentação reduzida do material a laminar ao trem de laminador também reduz a taxa de alimentação do material a laminar nas cadeiras de laminação traseiras do trem de laminador. Isto pode ser

significativo, em particular, para ajuste de deslocamento para acelerações nas cadeiras de laminação individuais.

[00021] A presente invenção pode ser aplicada tanto na laminação a quente como na laminação a frio.

[00022] Em particular, é vantajoso durante a execução do processo de acordo com a invenção desligar o controle de calibre automático (AGC) temporariamente para um respectivo material a laminar do trem de laminadores a fim de evitar as intervenções de controle incorretas durante a redistribuição das cargas de acionamento do material a laminar.

[00023] É também vantajoso que a taxa de alimentação seja dado um ajuste essencialmente constante como uma função de uma taxa de descarga do material a laminar de uma unidade que é disposta a montante do trem de laminadores na direção do fluxo de massa. Deste modo, as vantagens de acordo com a invenção podem também ser obtidas particularmente em uma maneira simples para em particular mudar lentamente os processos que são dispostos a montante do trem de laminadores. Isto é particularmente vantajoso no caso de usina de fundição- laminação, uma vez que a taxa de fundição é geralmente constante e a unidade de fundição é geralmente a unidade com menor dinâmica cronológica. Em particular, isto também é vantajoso no caso de laminadores cujas unidades são acopladas em termos de tecnologia de fabricação a uma outra pelo material a laminar, isto é, o material a laminar é formado em uma peça, por exemplo, por uma unidade de fundição, até uma bobinadeira que bobina uma tira quente.

[00024] Em particular, a invenção permite um fluxo de massa constante para o laminador para ser assegurado no lado de input. Isto conduz a correspondente planificação segura e sequência mais suave dos processos que são dispostos a montante do trem de laminadores na direção do fluxo de massa.



[00025] Uma sequência de passe geralmente representa as reduções da espessura e velocidades circunferenciais dos cilindros de trabalho para as respectivas cadeiras de laminação dos cilindros de trabalho. Se a redução na espessura for reajustada para uma cadeira de laminação, a sequência de passe toda do trem de laminador é inevitavelmente mudada. É necessário levar em conta a mudança na redução da espessura em uma cadeira de laminação por meio das cadeiras de laminação que são dispostas a jusante da última, a fim de tornar disponível uma espessura de descarga constante fora do trem de laminadores ou a mudança na sequência de passe resulta em uma mudança seletiva na espessura de descarga fora do trem de laminadores. Em ambos os casos, isto tem um efeito direto sobre as cargas de acionamento dos acionadores que são atribuídas às respectivas cadeiras de laminação.

[00026] Em uma concretização vantajosa da invenção, o material a laminar é laminado para a mesma espessura de descarga durante a operação de trem de laminadores de acordo com a primeira sequência de passe e durante a operação de acordo com a segunda sequência de passe. Isto significa que, quando o processo de laminação está operando, a espessura da descarga do material a laminar fora do trem de laminadores é mantida por meio do processo de acordo com a invenção e ao mesmo tempo a distribuição de carga dos acionadores para as cadeiras de laminação do trem de laminadores pode ser otimizada, sem uma reação não desejada nas unidades dispostas a montante do trem de laminadores na direção do fluxo de massa.

[00027] É particularmente vantajoso que o processo seja realizado cronologicamente após sua transição, durante a laminação do material a laminar no trem de laminadores, de uma primeira espessura de descarga do trem de laminadores a uma segunda espessura de descarga do trem de laminadores que é diferente da primeira espessura

de descarga.

[00028] A espessura de descarga é entendida que seja a espessura do material a laminar após a última cadeira de laminação do trem de laminadores e a espessura de alimentação é entendida que seja a espessura do material a laminar antes da primeira cadeira de laminação do trem de laminadores. O processo é apropriado para a transição a partir de uma espessura de descarga relativamente fina para uma espessura de descarga mais espessa e vice-versa.

[00029] Durante a transição do material a laminar de uma primeira espessura de descarga fora do trem de laminadores para uma segunda espessura de descarga fora do trem de laminadores, que é diferente da primeira, como um regra, mudanças nas sequências de passe são realizadas que permitem as restrições de equipamento técnico, por exemplo, evitar sobrecarga permanente dos drives. Durante a mudança da operação de um trem de laminadores de acordo com uma primeira sequência de passe para a operação do trem de laminadores de acordo com uma segunda sequência de passe durante a laminação, as condições periféricas são definidas de modo diferente que o modo de operação em estado estável de trem de laminadores, devido as interrupções no fluxo de massa no trem de laminadores.

[00030] Isto é, a invenção pode ser usada particularmente de modo vantajoso se em primeiro lugar uma espessura de descarga for usada de acordo com uma primeira sequência de passe e então uma mudança na espessura da descarga do trem de laminador é realizada na base de uma segunda sequência de passe durante a laminação. A segunda sequência de passe é calculada em tal modo que uma transição fácil da primeira espessura de descarga para a segunda espessura de descarga pode ocorrer. Se a segunda espessura de descarga for ajustada, uma outra mudança na sequência de passe de preferência ocorre imediatamente em tal modo que as cargas de acionamento dos

acionadores do trem de laminadores são otimizadas para a modalidade de operação em estado estável do trem de laminadores com a espessura de descarga de acordo com a segunda sequência de passe. Para este propósito, a segunda sequência de passe é mudada para uma terceira sequência de passe. Neste exemplo, a segunda sequência de passe corresponde à primeira sequência de passe mencionada em uma concretização e terceira sequência de passe corresponde a segunda sequência de passe mencionada na mesma concretização.

[00031] Em particular, a combinação do processo "mudança da espessura de descarga fora do trem de laminadores durante a laminação" com o subsequente processo "otimização da sequência de passe no aspecto das cargas de acionamento durante a laminação com uma espessura de descarga constante" aumenta a confiabilidade operacional do laminador e possui um efeito positivo na vida útil dos acionadores.

[00032] O processo pode ser usado particularmente de modo vantajoso se o trem de laminadores e pelo menos uma unidade, que é disposta a montante do trem de laminadores na direção do fluxo de massa são acoplados em termos da tecnologia de fabricação pelo material a laminar. Neste contexto, a reação quando há uma mudança na taxa de alimentação para o trem de laminadores devido a redistribuição das cargas de drives é particularmente drástica. A mudanças na taxa de alimentação é transmitida diretamente para a unidade disposta a montante do trem de laminador na direção do fluxo de massa pelo material a laminar e o processo que ocorre nesta unidade é portanto rompido.

[00033] Em particular, se a unidade que é disposta a montante na direção do fluxo de massa é a unidade de fundição, uma excessivamente grande ou rápida mudança na taxa de alimentação para o trem de laminadores pode conduzir as rupturas do processo de

fundição que estende até a interrupção de fundição. A presente invenção pode portanto ser usada particularmente de modo vantajoso para uma usina de fundição - laminação que é de preferência operada no modo de operação "sem fim" isto é, fundição e laminação são realizadas continuamente.

[00034] A parte do objetivo da invenção é atingida por meio de um dispositivo de controle do loop aberto e/ou loop fechado para um laminador que compreende um trem de laminador de multicadeiras, tendo um código de programa legível por máquina que tem comandos de controle que, quando executado, levam o dispositivo de controle e/ou de regulação a realizar um processo como reivindicado na invenção.

[00035] Em adição, o objetivo é atingido por meio de código de programa legível por máquina para um dispositivo de controle e/ou de regulação para um laminador, em que o código de programa tem comandos de controle que leva o dispositivo de controle e/ou de regulação a realizar o processo conforme reivindicado na invenção.

[00036] Além do mais. O objetivo é atingido através de um meio de armazenamento tendo um código de programa de máquina legível conforme reivindicado na invenção que é armazenado aí.

[00037] Finalmente, o objetivo é também atingido por meio de um laminador tendo um trem de laminadores de multicadeiras para laminar o material a laminar metálico tendo um dispositivo de controle e/ou de regulação conforme reivindicado na invenção, tendo um dispositivo para alimentar a descarga proveniente do material a laminar de uma unidade, que é disposta a montante do trem de laminadores na direção do fluxo de massa, ao dispositivo de controle e/ou de regulação conforme reivindicado na invenção, em que as cadeiras de laminação do trem de laminadores são operativamente conectadas ao dispositivo de controle e/ou de regulação. Um laminador é entendido aqui que seja qualquer usina que compreende um trem de laminadores, de

preferência para processar material a laminar metálico em particular também usinas de fundição- laminação.

[00038] Em uma outra concretização vantajosa do laminador, o trem de laminadores é um laminador de alta redução, que é disposto a jusante de uma unidade de fundição na direção do fluxo de massa, e/ou um trem de acabamento. Um laminador de alta redução é um trem de laminador que compreende no presente caso uma pluralidade de cadeiras e que lamina o material a laminar com uma grande redução na espessura enquanto o dito material a laminar está ainda muito quente. É possível diferenciar aqui entre a redução do núcleo líquido e uma redução de núcleo mole. Como uma regra, a redução de núcleo líquido não é aplicada em um laminador de alta redução mas redução de núcleo macio do material a laminar certamente é. No caso de redução de núcleo macio, o núcleo do material a laminar já está sólido porém ainda muito mole devido a alta temperatura de, por exemplo, 1200°C a 1300°C. Se o material a laminar for ainda ter um núcleo líquido no laminador de alta redução, consideráveis disrupções de processo seriam esperados como um resultado de grandes forças no laminador de alta redução. Grandes reduções na espessura do material a laminar podem ser conseguidas pelo laminador de alta redução com redução de núcleo mole com relativamente pequena força de laminação. O processo de acordo com a invenção pode ser vantajosamente aplicado para tal laminador de alta redução de multicadeiras.

[00039] Além do mais, o trem de laminadores pode alternativamente ou adicionalmente ser concretizado como um trem de acabamento de multicadeiras que lamina o material a laminar até desejadas dimensões finais.

[00040] Outras vantagens da invenção emergem de uma concretização exemplar que será explicada em maiores detalhes abaixo com referência aos seguintes desenhos esquemáticos, em que:

Figura 1- mostra uma usina de fundição- laminação operada a molde de lingote esquematicamente ilustrada,

Figura 2- mostra uma vista esquemática de um trem de laminadores que tem quatro cadeiras de laminação e é operado de acordo com uma primeira sequência de passe,

Figura 3-é uma ilustração esquemática de trem de laminadores da figura 2, que é operado de acordo com uma segunda sequência de passe e

Figura 4 –é uma ilustração esquemática de uma usina de fundição- laminação que compreende máquina de fundição de dois cilindros laminadores.

[00041] A figura 1 é uma ilustração esquemática de uma usina de fundição - laminação 1. A última compreende um trem de laminadores esquemáticos ilustrado 2, que compreende uma pluralidade de cadeiras de laminação.

[00042] O processo pode ser usado para quaisquer multicadeiras desejadas, em particular, três cadeiras, quatro cadeiras, cinco cadeiras, seis cadeiras e sete cadeiras, trens de laminadores e não está restrita em particular à usina de fundição-laminação.

[00043] Em adição, a figura 1 mostra uma unidade de fundição 3, concretizada aqui como um molde de lingote, que funde o material a laminar G a uma taxa de fundição  $V_g$ , cujo material a laminar G é subsequentemente laminado no trem de laminador 2. Este material a laminar G é continuamente processado, isto é, não há corte de placas grossas ou similar. As partes ou unidades do laminador 1 que influem no material a laminar G são acopladas uma a outra em termos de tecnologia de fabricação via o material a laminar G. Isto é, as ditas partes ou unidades não podem mais ser operadas independentemente uma da outra, porém ao invés eles devem como uma regra ser operados considerando as unidades do laminador 1 que são dispostas a montante

e a jusante na direção do fluxo de massa, em particular em relação àquelas unidades com menor dinâmica cronológica ou com maior inércia de reação no caso de mudanças nos processos.

[00044] A unidade de fundição 3 e o trem de laminação 2, se apropriadas, outras unidades (não ilustradas na figura) da usina de fundição - laminação 1 acima e além da última, são operativamente conectadas a um dispositivo de controle 8 de loop aberto/e ou loop fechado.

[00045] O dispositivo de controle 8 e/ou de regulação é ajustado para realizar uma concretização do processo de acordo com a invenção. Para tal propósito, o código do programa legível por máquina 10 é alimentado, por exemplo, no meio de armazenamento 9, ao dispositivo de controle e/ou de regulação. O código do programa 10 compreende os comandos de controle que, quando executados, levam o dispositivo de controle e/ou de regulação a realizar a concretização do processo de acordo com a invenção. O código de programa é de preferência armazenado no dispositivo de controle e/ou de regulação 8 por programa armazenado, de modo que o último pode ser chamado facilmente.

[00046] Em particular, um valor para a taxa de descarga do material a laminar G fora de uma unidade, por exemplo, a unidade de fundição 3, disposta a montante do trem de laminadores na direção do fluxo de massa pode ser alimentado ao dispositivo de controle e/ou de regulação 8. No presente exemplo, o valor para a taxa de descarga é a taxa de fundição  $V_g$ .

[00047] A figura 1 mostra um trem de laminadores esquematicamente ilustrado 2 em operação, em que o material a laminar G que é fundido pela unidade de fundição 3 a taxa de fundição  $V_g$  é laminado de uma espessura de alimentação  $H_e$  a uma espessura de descarga  $H_a$ . Neste contexto, o material a laminar G tem uma taxa

de alimentação  $V_e$  para o trem de laminadores 2 e uma taxa de descarga  $V_a$  fora do trem de laminadores 2.

[00048] Por meio do processo de acordo com a invenção, é agora possível realizar uma redistribuição de cargas dos acionadores 20, 21, 22 e 23, ver figura 2 e figura 3, acionando as cadeiras de laminação 4, 5, 6 e 7, respectivamente, ver figura 2 e figura 3, em tal modo que durante a laminação de material a laminar G a taxa de alimentação  $V_e$  e a taxa de descarga  $V_a$  permanecem constantes, sem que o material a laminar seja descartado como um resultado da redistribuição das cargas de acionamento.

[00049] Se a operação de um trem de laminadores 2 for reajustado de uma primeira espessura de descarga  $H_a$  a uma segunda espessura de descarga  $H_a$  que é diferente da primeira espessura de descarga, a distribuição das cargas dos acionadores é otimizada em tal modo que a transição da operação de laminação da primeira espessura de descarga do trem de laminadores  $H_a$  a uma segunda espessura de descarga do trem de laminadores  $H_a$  que é diferente da primeira ocorra tanto quanto possível sem problemas.

[00050] Todavia, neste caso, as cargas de acionamento dos acionadores 20, 21, 22 e 23 do trem de laminadores 2 não estão otimizadas para um modo de operação em estado estável do trem de laminadores para uma nova segunda espessura de descarga de trem de laminadores porém mais para a mudança, tanto quanto possível sem problemas, na espessura de descarga  $H_a$  fora do trem de laminadores 2.

[00051] A distribuição de carga dos acionadores do trem de laminadores 2 inicialmente não está ótima para um modo de operação em estado estável do trem de laminadores 2, após uma comutação flutuante da espessura de descarga realizada justo antes então. É, portanto, vantajoso redistribuir as cargas de acionamento dos



acionadores do trem de laminadores 2 após a conclusão da reajustagem da espessura de descarga Há fora do tem de laminadores 2 em um tal modo que há uma pequena possibilidade de sobrecarga ou outras restrições, em que a espessura de descarga desejada é conseguida em igual medida e o modo de operação em estado estável do trem de laminadores 2 é portanto otimizado.

[00052] Para tal propósito, uma nova sequência de passo otimizada é inicialmente determinada para o modo de operação em estado estável do trem de laminadores 2.

[00053] Os cálculos da sequência de passe são conhecidos em princípio, por exemplo, da Patente Alemã 37 21 744 A1 ou da Patente Alemã 44 21 005 B4. A nova sequência de passe é referida abaixo como a segunda sequência de passe. Aquela sequência de passe de acordo com a qual o trem de laminadores 2 é operado diretamente após a mudança flutuante da espessura de descarga  $H_a$ , a fim de gerar nova espessura de descarga  $H_a$ , é referida abaixo como primeira sequência de passe.

[00054] A determinação da segunda sequência de passe envolve aquisição de valores do ponto de ajuste das cargas de acionamento para os acionadores 20, 21, 22 e 23 dos cilindros de trabalho das cadeiras laminadoras 4,5,6 e 7. A segunda sequência de passe é determinada em tal modo que a espessura de descarga desejada  $H_a$  é conseguida e ao mesmo tempo as cargas de acionamento dos acionadores 20, 21, 22 e 23 do trem de laminadores 2 são otimizados, isto é, em particular operados com a distância maior possível dos valores limites críticos.

[00055] No presente caso, a espessura de descarga  $H_a$  do trem de laminadores 2 permanece constante durante a operação de acordo com a primeira sequência de passe e durante a operação de acordo com a segunda sequência de passe, isto é a mesma espessura de descarga

fora do trem de laminadores 2 é laminada pelos acionadores 20, 21, 22 e 23 do trem de laminadores 2 diretamente antes, durante e após a redistribuição das cargas de acionamento.

[00056] De acordo com a invenção, quando a carga de acionamento dos acionadores 20, 21, 22 e 23 é ajustada, a taxa de alimentação  $V_e$  do material a laminar G no trem de laminadores 2 é ajustada como uma função de uma taxa de descarga  $V_a$  do material a laminar G das unidade 3 que é disposta a montante do trem de laminadores 2 na direção do fluxo de massa. Isto assegura que durante a reajustagem das cargas de acionamento dos acionadores 20, 21, 22 e 23 do trem de laminadores 2, os processos das unidades, por exemplo, a unidade de fundição, que são dispostas a montante do trem de laminadores 2 na direção do fluxo de massa não são rompidas.

[00057] A taxa de alimentação  $V_e$  no trem de laminadores 2 é de preferência mantida constante durante a redistribuição das cargas de acionamento dos acionadores 20, 21, 22 e 23 no trem de laminadores 2. Como uma regra, o fluxo de massa através da usina de fundição-laminação 1 é constante uma vez que como uma regra tentativas são feitas para manter a taxa de fundição  $V_g$  da unidade de fundição 2 constante. Para tal razão, tal concretização da solução é tecnicamente simples.

[00058] A fim de utilizar esta vantagem, é particularmente vantajoso também ajustar a taxa de alimentação  $V_e$  do material a laminar G no trem de laminadores 2 para um valor constante cujo valor absoluto é determinado como uma função da taxa de fundição  $V_g$  da unidade de fundição 3. Isto assegura em um modo simples que os processos que são dispostos a montante do trem de laminadores 2 na direção do fluxo de massa não sofrem interrupção.

[00059] Durante a redistribuição das cargas de acionamento para os drives 20, 21, 22 e 23 do trem de laminadores 2 há, como regra, também

uma redistribuição da redução na espessura nas respectivas cadeiras de laminação 4, 5, 6 4 7 do trem de laminadores 2.

[00060] Como uma regra isto envolve uma cunha de espessura que acontece como um resultado de uma mudança na espessura de descarga H1, H2, H3 – ver figuras 2 e 3 – durante a laminação.

[00061] Antes da redistribuição das cargas de acionamento dos acionadores 20, 21, 22 e 23 ser realizada, uma seção de redistribuição do material a laminar, cuja laminação durante a redistribuição das cargas de acionamento dos respectivos acionadores 20, 21, 22 e 23 do trem de laminadores 2 ocorre nas respectivas cadeiras de laminação 4,5, 6 ou 7, é portanto identificada. Durante a laminação da seção de redistribuição, as cargas de acionamento são cada qual mudada do seu valor real na direção de seu novo valor de ponto de ajuste de acordo com uma segunda sequência de passe. Isto é de preferência feito tão logo a seção de redistribuição opere para a respectiva cadeira de laminação 4, 5, 6 ou 7. Os correspondentes valores de ponto de ajuste das cargas de acionamento são conseguidos quando a seção de redistribuição opera fora das respectivas cadeiras de laminação 4,5,6 ou 7.

[00062] Durante todo o processo de redistribuição de carga de acionamento dos acionadores 20, 21, 22 e 23 do trem de laminadores 2, a seção de redistribuição de preferência tem uma extensão que não é maior que a distância entre duas cadeiras de laminação do trem de laminadores 2 uma da outra. Como um resultado, a redistribuição das cargas de acionamento é possível em um modo particularmente simples uma vez que a cunha de espessura do material a laminar G que está presente durante a redistribuição não é laminada simultaneamente em duas cadeiras de laminação 4, 5, 6 e 7.

[00063] A espessura da descarga Ha permanece constante durante toda a redistribuição das cargas dos acionadores 20, 21, 22 e 23. Isto é,

as disrupções no fluxo de massa que são causadas pela redistribuição das cargas de acionamento são compensadas pelo menos por uma cadeira de laminação a jusante 4,5 ou 7 em tal modo que a espessura de descarga desejada  $H_a$  é mantida.

[00064] A figura 2 e a figura 3 mostram o mesmo trem de laminadores 2 tendo cadeiras de laminação 4, 5, 6 e 7 as quais os acionadores 20, 21, 22 e 23 são atribuídos.

[00065] Os acionadores 20, 21, 22 e 23 servem para acionar os cilindros de trabalho (não indicados em maiores detalhes) das cadeiras de laminação 4, 5, 6 e 7 do trem de laminadores 2. Os acionadores 20, 21, 22 e 23 têm uma carga de acionamento correspondente aplicada aos mesmos, de modo que uma redução desejada na espessura é conseguida na respectiva cadeira de laminação 4, 5, 6 ou 7 ou um desempenho de laminação desejada é conseguido na respectiva cadeira de laminação 4, 5, 6 ou 7.

[00066] Na figura 2, o trem de laminador 2 é operado de acordo com uma primeira sequência de passe. Na figura 3, o mesmo trem de laminadores 2 é operado de acordo com a segunda sequência de passe. A espessura da descarga  $H_a$  fora do trem de laminador 2 é a mesma em ambos os casos.

[00067] A operação do trem de laminadores 2 na figura 2 e figura 3 difere apenas em que diferentes reduções na espessura ocorrem para as cadeiras de laminação 4, 5 e 6 durante a operação do trem de laminador 2 de acordo com uma primeira sequência de passe e durante a operação do trem de laminadores 2 de acordo com uma segunda sequência de passe.

[00068] Enquanto a cadeira de laminação 4 lamina o material a laminar  $G$  de uma espessura de material a laminar  $H_e$  a uma espessura de material a laminar  $H_1$ , de acordo com uma primeira sequência de passe, isto é, de acordo com a figura 2, a mesma cadeira de laminação

lamina o material a laminar G a partir de uma espessura  $H_e$  a uma espessura  $H1'$  durante a operação do trem de laminadores 2 de acordo com a segunda sequência de passe. No presente caso, a espessura  $H1'$  não é igual à espessura  $H1$ . A espessura  $H1'$  é selecionada aqui em tal modo que a carga de acionamento dos acionadores 20 que são atribuídos à cadeira de laminação 4 é aperfeiçoada em comparação com a operação de acordo com a primeira sequência de passe.

[00069] O mesmo ocorre na cadeira de laminação 5, que lamina o material a laminar, de uma espessura de material a laminar  $H1$  a espessura de material a laminar  $H2$ , de acordo com a primeira sequência de passe, isto é, de acordo com a figura 2. De acordo com a segunda sequência de passe, a mesma cadeira de laminação 5 lamina uma espessura de descarga  $H2'$  a partir de uma espessura  $H1'$  do material a laminar de extremidade de influxo na segunda cadeira de laminação 5. A espessura  $H2'$  é também determinada aqui de tal modo que a carga de acionamento dos acionadores 20 que são atribuídos à cadeira de laminação 4 é aperfeiçoada em comparação com a operação de acordo com a primeira sequência de passe.

[00070] O mesmo ocorre na cadeira de laminação 6, que lamina o material a laminar, de uma espessura de material a laminar  $H2$  a espessura de material a laminar  $H3$  de acordo com a primeira sequência de passe, isto é, de acordo com a figura 2. De acordo com a segunda sequência de passe, a mesma cadeira de laminação 6 lamina uma espessura de descarga  $H3'$  a partir de uma espessura  $H2'$  do material a laminar de final em influxo na terceira cadeira de laminação 6 do trem de laminadores 2.

[00071] Por exemplo, a soma das distâncias entre os acionadores do trem de laminadores de valores de limite críticos pode ser minimizada como um critério de otimização para as cargas de acionamento dos acionadores do trem de laminadores 2, em que uma espessura de

descarga correspondente  $H_a$  fora do trem de laminadores 2 é conseguida.

[00072] A redistribuição da carga de acionamento de uma mudança associada na redução na espessura não necessariamente tem de ocorrer em cada cadeira de laminação. A redistribuição das cargas de acionamento pode também ocorrer para justo alguma das cadeiras de laminação ou dos acionadores que são atribuídos às cadeiras de laminação.

[00073] As cadeiras de laminação individuais são sucessivamente reajustadas de acordo com a segunda sequência de passe, especificamente sempre que a seção de redistribuição operar através da respectiva cadeira de laminação.

[00074] Na figura 3, a redução na espessura nas cadeiras de laminação é ajustada em tal modo que a espessura da descarga  $H_a$  é conseguida e ao mesmo tempo a distância entre os valores de ponto de ajuste das cargas de acionamento dos acionadores individuais, dos valores de limite que não devem ser excedidos ou impulsionados por baixo no modo de operação em estado estável atinge seu máximo.

[00075] A figura 4 mostra um outro modo possível de implementar a invenção para uma usina de fundição-laminação 1 compreendendo uma máquina de fundição 3' de dois cilindros, em que o material a laminar fundido G subsequentemente corre através de multcadeiras, isto é, pelo menos duas cadeiras, trem de laminadores 2.

[00076] O material a laminar G é, como uma regra, produzido em modo de operação sem fim por meio de uma máquina de fundição 3' de dois cilindros. Com este tipo de usina, é vantajoso que a mesma seja mesmo mais compacta do que uma usina que tem operação sem fim e fundidos por meio de um molde de lingote. Em adição, o consumo de energias e recursos é mais reduzido.

[00077] A compacidade e o uso reduzido de recursos resultam do fato

que por meio de uma máquina de fundição de dois cilindros 3', é possível fundir mais proximamente às dimensões finais do produto final desejado. Isto é, o material a laminar que emerge da máquina de fundição de dois cilindros G', como uma regra, já é significativamente mais fina do que o material a laminar G que emerge de um molde de lingote, ref. figura 1. Como um resultado, é possível para um trem de desbaste ou laminador de alta redução, que, como regra, é disposto a jusante de uma máquina de fundição operada a molde de lingote, ser dispensado. O último serve para preparar o material a laminar que é fundido do molde de lingote para acabamento. Em contraste, com uma máquina de fundição de dois laminadores não há, geralmente, nenhuma necessidade de tal preparação de perfilação porém mais do que tudo é requerido o acabamento do material a laminar G no trem de laminadores 2.

[00078] Neste caso, pode também ser desejável realizar a redistribuição de carga para as cadeiras de laminação (não ilustradas na figura 4) do trem de laminadores no modo de operação em avanço.

[00079] A fim de implementar isso, as descrições relativas às figuras 1 a 3 aplicam-se analogamente a um laminador 1 que inclui uma máquina de fundição de dois laminadores 6'.

## REIVINDICAÇÕES

1. Processo para ajustar uma carga de acionamento para uma pluralidade de acionadores (20, 21, 22, 23) de um trem de laminadores (2) para laminar material a laminar (G), sendo que o trem de laminadores (2) apresenta uma pluralidade de cadeiras de laminação (4, 5, 6, 7) e a cada cadeira de laminação (4, 5, 6, 7) é atribuído pelo menos um acionador (20, 21, 22, 23) para acionamento dos cilindros de trabalho compreendidos na respectiva cadeira de laminação (4, 5, 6, 7), sendo que as cargas de acionamento são ajustadas essencialmente a um primeiro valor nominal na base de uma operação do trem de laminadores (2) conforme uma primeira sequência de passe, caracterizado pelo fato de que durante a laminação, as cargas de acionamento são ajustadas na direção de um segundo valor nominal que é baseado em uma segunda sequência de passe que é diferente da primeira sequência de passe, sendo que pelo menos durante o ajuste dos segundos valores nominais, uma taxa de alimentação ( $V_e$ ) do material a laminar (G) no trem de laminadores (2) é ajustada como uma função de uma taxa de descarga ( $V_a$ ) do material a laminar (G) de uma unidade (3) que é disposta a montante do trem de laminadores (2) na direção do fluxo de massa.

2. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o material a laminar (G) é laminado para a mesma espessura de descarga ( $H_a$ ) durante a operação do trem de laminadores (2) conforme a primeira sequência de passe e durante a operação conforme a segunda sequência de passe.

3. Processo de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que o processo é realizado cronologicamente após uma transição, realizada durante a laminação de material a laminar (G) no trem de laminadores (2), de uma primeira espessura de descarga ( $H_a$ ) do trem de laminadores (2) a uma segunda espessura de descarga



(Ha), diferente da primeira, do trem de laminadores (2).

4. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que o trem de laminadores (2) e pelo menos uma unidade (3), que é disposta a montante do trem de laminadores (2) na direção do fluxo de massa, são acoplados em termos de tecnologia de fabricação pelo material a laminar (G).

5. Dispositivo de controle e/ou de regulação (8) para um laminador (1) que compreende um trem de laminadores de multicadeiras (2), caracterizado pelo fato de que compreende um código de programa legível por máquina (10) que apresenta comandos de controle que, quando executado, leva o dispositivo de controle e/ou de regulação (8) a realizar um processo, como definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 4.

6. Laminador (1), com um trem de laminador (2) de multicadeiras para laminação, em particular, de material a laminar (G) metálico, com um dispositivo de controle e/ou de regulação (8), como definido na reivindicação 5, com um dispositivo para alimentar a taxa de descarga (Va) do material a laminar (G) de uma unidade (3), que é disposta a montante do trem de laminadores (2) na direção do fluxo de massa, ao dispositivo de controle e/ou de regulação (8), como definido na reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que as cadeiras de laminação (4, 5, 6, 7) do trem de laminadores (2) são operativamente conectadas ao dispositivo de controle e/ou de regulação (8).

7. Laminador de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que o trem de laminadores (2) é executado como um laminador de alta redução, que é disposto a jusante de uma unidade de fundição (3) na direção do fluxo de massa e/ou como um trem de acabamento.

8. Laminador de acordo com a reivindicação 6 ou 7, caracterizado pelo fato de que a unidade (3) que é disposta a montante é uma unidade de fundição (3) que é executada como uma máquina de fundição (3') de dois cilindros laminadores ou como um molde de lingote.

FIG 1

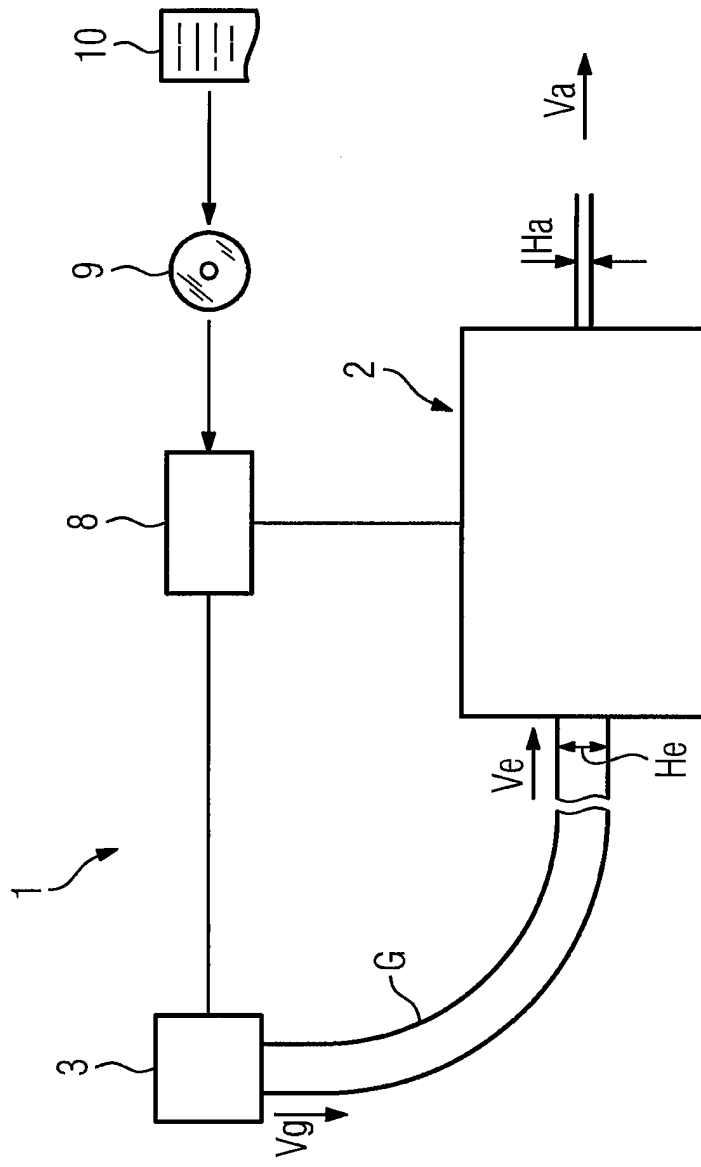


FIG 2

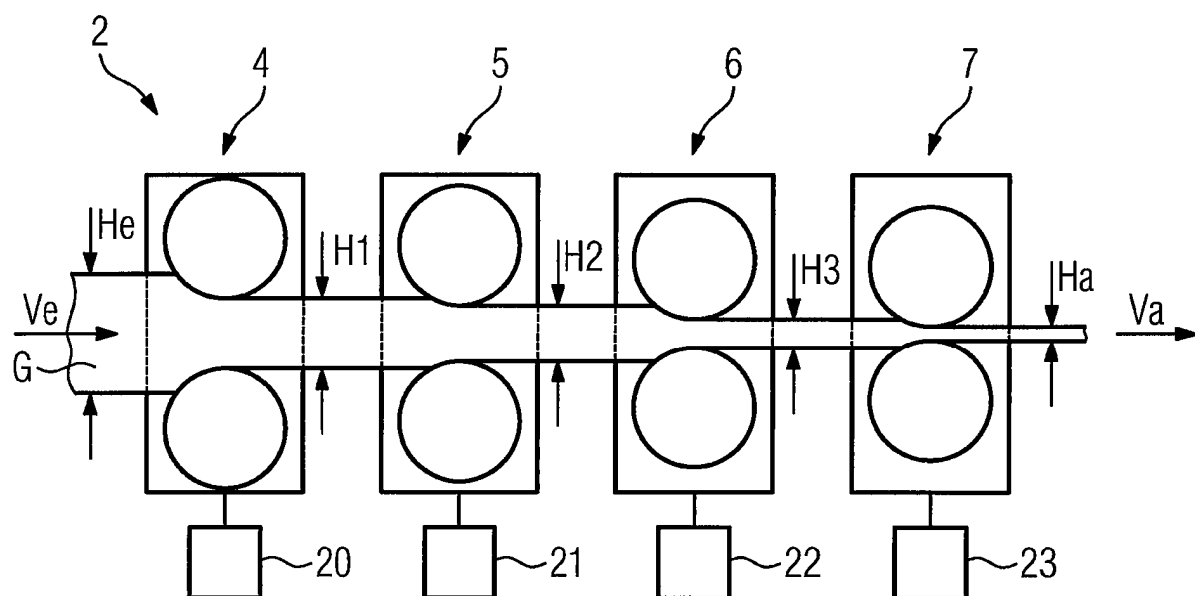


FIG 3

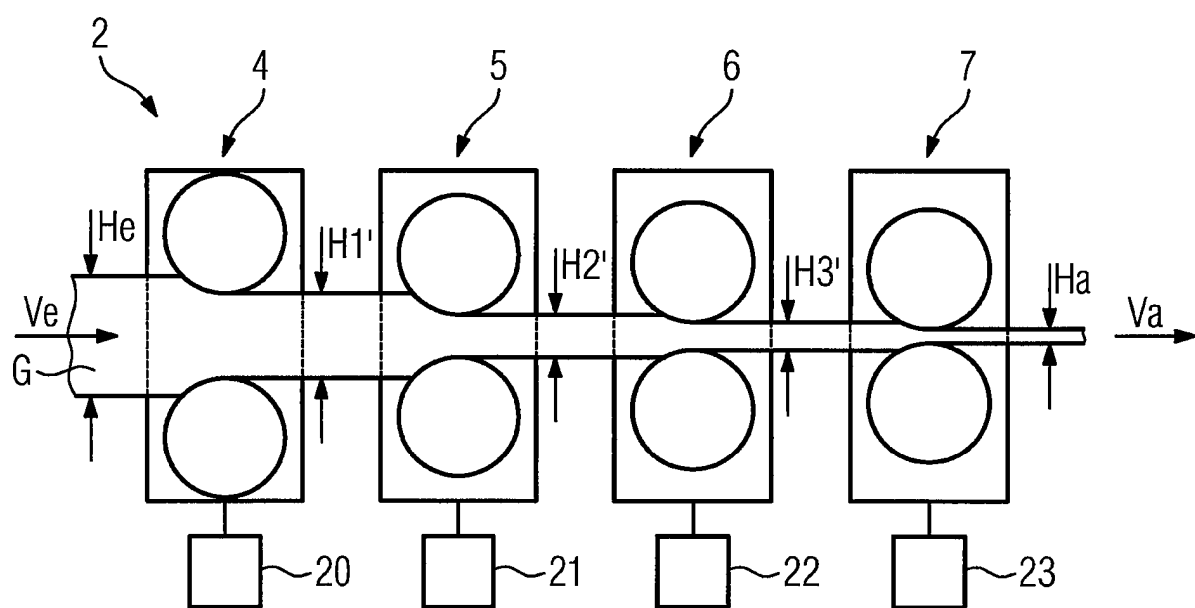


FIG 4

