



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

(11) PI 0621084-8 B1



(22) Data de Depósito: 17/10/2006

(45) Data da Concessão: 25/08/2015
(RPI 2329)

(54) Título: MÉTODO PARA AQUECIMENTO DE UM MATERIAL E APARELHO PARA AQUECIMENTO DE UM MATERIAL

(51) Int.Cl.: C21D1/52; C21D9/46; F27D23/00

(30) Prioridade Unionista: 27/12/2005 SE 0502913-7

(73) Titular(es): Aga AB

(72) Inventor(es): Mats Gartz

"MÉTODO PARA AQUECIMENTO DE UM MATERIAL E APARELHO PARA AQUECIMENTO DE UM MATERIAL".

Campo da invenção

A presente invenção refere-se a um método e um
5 dispositivo para aquecimento de um material em forma de
chapa a um perfil de temperatura pré-determinado. Um
método tal é usado, por exemplo, em processos de
recozimento anteriores à formação de chapas e placas de
materiais metálicos, assim como em fornos para o
10 tratamento térmico contínuo de metais em forma de chapa.
Quando se trata termicamente chapas, placas, etc. de um
material metálico tal como o aço, freqüentemente se
deseja ser capaz de controlar as características do
material através do material tratado termicamente. As
15 características podem incluir, a título de exemplo,
dureza do material, planeza e estresse residual.
Um exemplo de um tal processo de tratamento térmico é
quando se recoze chapas de metal em um forno antes da
conformação. Neste caso, as características do material
20 as quais são uniformes em toda a chapa de metal em ambas
as direções, na longitudinal assim como na transversal,
com relação à direção do fluxo de material no processo de
tratamento térmico, são freqüentemente desejadas porque
isso prove um bom desempenho no processo de conformação
25 da chapa de metal em muitas aplicações. A fim de obter
tais características uniformes do material, é necessário
que a transferência de calor para a chapa de metal seja
uniforme em toda a chapa, para obter uma distribuição ou
perfil de temperatura uniforme através de toda a chapa.
30 Em outras aplicações, é desejado um perfil de temperatura
pré-determinado não uniforme. Por exemplo, diferentes
características de dureza podem ser desejadas nas margens
de uma chapa de metal do que no seu centro, para
posteriormente ser processada em um produto tal como um
35 teto de carro ou similar.

Atualmente, o tratamento térmico de metais em forma de
chapa usualmente acontece em um forno. Fornos comumente

usados incluem fornos a base de combustível que podem compreender uma chama aberta ou um tubo de aquecimento para transferir o calor à chapa de metal.

Quando se usa tais fornos para o tratamento térmico de, 5 por exemplo, uma chapa de metal, freqüentemente não é possível obter o perfil de temperatura desejado através da chapa. Em lugar disso, ocorre um número de problemas. Primeiramente, fornos da técnica anterior para tratamento térmico de metais em forma de chapa experimentam 10 problemas com margens sobre-temperadas, quando comparadas com o aquecimento das secções no meio das chapas. A razão para isto é que na direção da margem da chapa, aumenta a proporção de área/volume de superfície da chapa, o qual origina uma transferência de calor mais rápida para o 15 metal nas margens. Isto é comum quando se trata termicamente produtos em forma de chapa ou placa com espessura na faixa de 1 mm - 100 mm, mas também é o caso de materiais com espessura ainda maior (por exemplo, até 300 mm), e através de todo o alcance de materiais 20 metálicos, incluindo aço carbono, aço inoxidável, aço temperado, alumínio, cobre etc.. A diferença de temperatura entre a margem e o centro da chapa pode ser tão grande quanto 20°C.

No caso em que se tratam termicamente chapas metálicas 25 uma por uma, os problemas aparecem em ambos os lados da chapa, assim como nas margens inicial e final. Para o processamento contínuo de uma chapa de metal longa, o problema ocorre principalmente nas margens laterais, mas possivelmente também quando se inicia ou se para o 30 processo, quando se mudam as chapas.

O resultado deste problema é que as diferenças de temperatura transversais e longitudinais levam a deformações, dureza irregular e/ou outras características do material que não são uniformemente distribuídas 35 através da chapa. Em alguns casos, as chapas têm que ser endireitadas antes da etapa seguinte do processo, deteriorando mais as características de dureza e estresse

residual do material. Naturalmente, o problema ocorre em ambas na direção longitudinal e na direção transversal através da chapa.

Em segundo lugar, é difícil controlar precisamente o perfil de temperatura, em qualquer direção, através de metais em forma de chapa quando são usados fornos convencionais. Como descrito acima, um perfil de temperatura específico não uniforme pode ser desejado visando que o metal tratado termicamente, sirva adequadamente para outros processamentos, em várias aplicações. O controle sobre o perfil de temperatura é freqüentemente desejado em ambas as direções, longitudinal e transversal, da chapa.

Em terceiro lugar, em algumas aplicações deseja-se que algumas secções do metal em forma de chapa sejam tratadas termicamente em momentos diferentes de outras secções. Por exemplo, quando se recoze um metal em forma de chapa, os inventores têm mostrado que é vantajoso aquecer a secção central da chapa primeiramente, a fim de introduzir estresse compressivo na secção central. Depois disso, é vantajoso transferir calor à margem da chapa. Dessa maneira, o estresse compressivo introduzido nas margens da chapa não causará que a chapa se deforme quando a chapa é recozida. Isto será descrito em detalhe abaixo. A presente invenção resolve os problemas acima.

Assim, a invenção prove um método para aquecer um material em forma de chapa em um forno industrial a um perfil de temperatura pré-determinado ao longo do, e transversal ao, material. A invenção é caracterizada pelo fato do material em forma de chapa ser transportado em um forno em relação e pelo menos uma rampa debaixo do material e/ou pelo menos uma rampa acima do material, cada uma das rampas compreendendo um número de queimadores DFI (incidência direta da chama) localizados em uma linha um do lado do outro, sendo que os queimadores DFI estão diretamente na direção do material em forma de chapa, e sendo que os queimadores individuais

em cada rampa são controlados para fornecer uma energia calorífica pré-determinada.

A invenção também prove um aparelho do tipo e com substancialmente as características apresentadas na
5 reivindicação 9.

Descrição das figuras

A invenção será descrita agora em detalhe, com referência a concretizações exemplificativas da invenção e às figuras anexas, das quais:

10 A Figura 1 é uma vista superior de uma rampa de queimadores de acordo com uma primeira concretização preferida da invenção;

A Figura 2 é uma vista de detalhe em secção de um produto em forma de chapa sendo tratado termicamente por dois
15 queimadores individuais de acordo com uma primeira concretização preferida da invenção;

A Figura 3 é uma vista geral em secção de um forno com uma rampa de queimadores de acordo com presente invenção;
e

20 A Figura 4 é uma vista superior de uma rampa de queimadores de acordo a uma segunda concretização preferida da invenção.

Descrição da invenção

Com referência as Figuras 1, 2 e 3, a primeira
25 concretização preferida da invenção será descrita agora.

Nesta primeira concretização, um metal em forma de chapa é recozido, antes de uma etapa de processo de conformação. O material é ou pré-aquecido ou aquecido a sua temperatura final de conformação. No primeiro caso,
30 ele é ainda aquecido em um forno secundário até sua temperatura final de conformação.

A Figura 1 mostra uma chapa de metal 2 em uma etapa de um processo de recozimento. Associadas com a chapa de metal 2 são as direções longitudinal 3 e transversal 4, com
35 respeito à direção de movimento 5 da chapa de metal 2. Através da direção transversal 4 da chapa de metal 2, uma rampa de queimadores 6 é posicionada. A rampa 6 é provida

com um número de queimadores DFI individuais 7, eqüidistantemente espaçados ao longo da direção transversal 4 da chapa de metal 2.

A Figura 2 mostra uma vista seccional em um plano P-P, 5
mostrado na Figura 1, de dois queimadores 7 individuais posicionados em duas rampas 6, um acima da chapa de metal 2 e um abaixo da chapa de metal 2. Como os dois queimadores 7 individuais são essencialmente similares, as referências numéricas são mostradas somente para o 10
queimador 7 do topo. Como pode ser observado, os queimadores são dispostos em um retentor de queimador 8, permitindo inclinar o queimador para ajustar o ângulo A da chama 9 produzida pelo queimador 7. Na presente concretização, o ângulo A do queimador pode ser ajustado 15
somente em uma direção longitudinal 3 da chapa de metal 2, porém deve-se notar que qualquer outro ângulo de ajuste poderia ser usado, dependendo do objeto da concretização. Cada queimador 7 é ainda equipado com um 20
conduto de combustível 10, um conduto oxidante 11, e um bico 12. Válvulas (não mostradas) são usadas para controlar a potência do aquecimento de cada queimador 7 individual. Um controle tal pode ser na forma de chaveamento liga ou desliga do queimador 7, ou permanentemente ou usando uma certa frequência de 25
atualização, por meio do qual o queimador 7 é chaveado liga ou desliga repetidamente. O controle também pode ser na forma de ajuste da potência de aquecimento do queimador 7 em uma escala contínua para ser uma porcentagem da potência máxima de aquecimento do 30
queimador 7.

A Figura 3 mostra um forno 1, no qual uma etapa de contínuo processamento para tratamento térmico da chapa de metal 2 da Figura 2 está acontecendo. Como é o caso na 35
Figura 2, somente as referências numéricas para a rampa 6 e os queimadores 7 individuais posicionados acima da chapa de metal são mostradas, por razões de simetria e simplicidade.

Os queimadores 7 são alimentados com um combustível gasoso ou líquido e um oxidante contendo pelo menos 80% de oxigênio.

Na presente concretização, os queimadores 7 são
5 arranjados, com respeito a seu espaçamento e à distância entre os bicos 12 de queimadores e a superfície da chapa de metal 2, de tal modo que a porção das chamas 9, que incidem na superfície da chapa de metal 2, dos queimadores 7 adjacentes se sobrepõem em um certo grau.
10 Um espaçamento típico entre queimadores 7 sucessivos é de aproximadamente 50 mm, e a distância entre cada bico de queimador 12 e a superfície da chapa varia entre 50 até 300 mm. Entretanto, está claro que outras configurações para espaçamento e distância podem ser usadas, ainda
15 obtendo o objetivo da presente invenção.

Na Figura 1, somente a rampa 6 é mostrada, posicionada em um lado da chapa de metal. Na Figura 2, duas rampas 6 são mostradas, onde uma rampa 6 é posicionada em cada lado da chapa de metal 2. Porém, deve-se entender que várias
20 rampas podem ser usadas em conjunto quando se trata termicamente metais em forma de chapa usando a presente invenção. Por exemplo, várias rampas arranjadas na direção longitudinal 3 do movimento de material 5 podem ser usadas para aquecer o metal 2 em etapas sucessivas.
25 Também é possível tratar o material 2 com calor em várias etapas sucessivas movendo-se sobre a chapa como metal 2 várias vezes, usando a mesma rampas ou rampas.

A espessura da chapa de metal 2 pode variar entre 1 mm e 100 mm, porém chapas tão grossas como 300 mm podem ser
30 tratadas termicamente em certas aplicações. Como uma regra, se a chapa de metal 2 tem até 2 mm de espessura, é possível de forma viável aquecer a chapa de metal 2 usando rampas 6 de queimadores somente em um lado da chapa de metal 2. Porém, se a espessura da chapa de metal
35 2 é maior que 2 mm, é preferido o uso de rampas de queimadores 6 em ambos os lados da chapa de metal 2, para que o calor se espalhe uniformemente no material.

Como a potência do aquecimento de cada queimador DFI 7 pode ser controlada individualmente. O perfil da potência de aquecimento do tratamento térmico de um metal em forma de chapa pode ser controlado precisamente. Assim, o perfil de temperatura e, conseqüentemente, pode ser controlada a distribuição das características do material depois do recozimento tais como, dureza, planeza e estresse residual, através da chapa de metal.

Para controlar as características do material na direção transversal 4, a largura efetiva da rampa 6 como um todo pode ser alterada (permanentemente chaveando liga e desliga os queimadores 7 individuais), ou a intensidade de cada queimador 7 individual pode ser controlada.

A presente invenção pode ser usada para tratamento térmico de ambos os elementos finitos de chapa de metal, tendo um início bem definido e um término bem definido, assim como para o processamento semi-contínuo ou contínuo de uma chapa de metal estendida. Assim, os mesmo problemas podem ocorrer perto das margens inicial e final da chapa de metal, como podem ocorrer nas margens laterais. Então, é um objetivo da presente invenção prover também uma forma de superar esses problemas para todas as margens de uma chapa de metal de comprimento limitado quando do processamento de tais chapas.

Assim, para controlar o perfil de características do material na direção longitudinal 3, os queimadores 7 individuais podem ser controlados em tempo real quando a chapa de metal 2 passa acima da rampa 6, de modo que suas respectivas potências de aquecimento são mudadas quando perto, ou em, da margem inicial ou final da chapa de metal 2.

Como já observado acima, cada queimador 7 individual pode ser inclinado de modo que o ângulo A do queimador 7 é maior ou menor que 90° com respeito à direção longitudinal 3 da chapa de metal 2. Também, a rampa 6 ela mesma, contendo os queimadores 7 individuais pode ser inclinada ao longo de seu eixo 13, dando lugar a uma

inclinação A individual super-imposta de cada queimador 7 individual na direção longitudinal 3 da chapa de metal 2. Os ângulos de inclinação A são ajustados, por exemplo, para o propósito de controlar a direção da fumaça escapada; minimizando a ocorrência de fluxo de ar de escapamento; ou controlando a queima de material contaminante tal como óleos de etapas de processamento prévias, presentes na superfície da chapa de metal. O ângulo A de queimador 7 individual pode ser controlado em uma faixa de ângulos de pelo menos 0 -20° em cada direção em torno da posição 90°. Assim, cada ângulo A de queimador individual pode ser ajustado de modo a controlar as chamas 9 para serem direcionadas em ambas direções e da direção de movimento 5 da chapa de metal 2. Preferivelmente, há um sistema de realimentação (não mostrado) para controlar a intensidade dos queimadores 7 para se adequar à aplicação atual. Dessa forma, sensores podem ser arrançados no forno 1, em ou perto da rampa 6 e/ou da chapa de metal 2, medindo a temperatura da chapa de metal 2, ou de qualquer outra variável apropriada. Com base nessas medições, as potências individuais dos queimadores 7 individuais são ajustadas, ou durante a operação contínua ou entre chapas individuais quando operando a presente invenção com chapa de metal discretas, de modo a otimizar o desempenho do tratamento térmico. Neste caso, pode fazer também um ajuste fino do padrão de potência de aquecimento a ser usado para satisfazer as características da chapa de metal tratada atualmente.

Na concretização mostrada na Figura 1, o controle das potências de aquecimento dos queimadores 7 individuais visa criar um perfil de temperatura uniforme através das direções transversal 4 e longitudinal 3 da chapa de metal 2. Considera-se que em aplicações práticas, a diferença de temperatura entre quaisquer dois pontos na chapa de metal 2 será controlado para ser menor que 1°C. Porém, deve-se observar que qualquer perfil de temperatura

adequado, à parte de um perfil uniforme, pode ser obtido através da chapa de metal 2 usando a presente invenção.

Retornando à Figura 4, uma segunda concretização preferida da presente invenção será agora descrita. A segunda concretização é essencialmente uma variação da primeira concretização, razão pela qual as referências numéricas são compartilhadas, para partes similares, entre a Figura 1 e a Figura 3. Também, a descrição, em detalhe acima, é omitida por razões de simplicidade.

10 Nesta segunda concretização, o recozimento de uma chapa de metal 2 é realizado usando uma primeira rampa de queimadores 14 e uma segunda rampa de queimadores 15, onde as duas rampas de queimadores 14, 15 são arranjadas alinhadas uma depois da outra, e em um ângulo 2B uma em
15 relação à outra, onde o ângulo B está a menos de 90° em relação à direção de movimento 5 da chapa de metal 2.

Devido à direção de movimento 5 da chapa de metal 2, a secção central da chapa de metal 2 é atingida pelas chamas 9 dos queimadores antes que as secções laterais sejam atingidas. Assim, para uma dada secção transversal da chapa de metal 2, a secção central é aquecida antes das secções laterais. Então, estresse compressivo será introduzido na secção central da chapa de metal 2, quando o processo de recozido continua através da direção
20 longitudinal 4 da chapa de metal 2. Isto minimiza o risco de deformação durante o recozimento, uma vez que tal deformação é de qualquer forma comum devido ao estresse compressivo excessivo nas secções laterais das chapas de metal recozidas, quando comparadas com as suas secções
25 centrais.

Acima, concretizações preferidas foram descritas. Porém, deverá ser parente para pessoas com habilidades na técnica que muitas alterações podem ser feitas às concretizações descritas sem se afastar da idéia da
30 invenção. Assim, a invenção não deve ser limitada pelas concretizações descritas, em lugar disso pode ser estendida dentro do escopo das reivindicações anexas.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para aquecimento de um material, em forma de chapa (2) em um forno industrial (1), a um perfil de temperatura pré-determinado ao longo do comprimento (3) do, e transversal (4) do material (2), caracterizado pelo fato de o material em forma de chapa (2) ser transportado em um forno (1) em relação a pelo menos uma rampa (6) abaixo do material (2) e/ou a pelo menos uma rampa (6) acima do material (2), cada uma das rampas (6) compreendendo um número de queimadores DFI (incidência direta de chama) (7) localizados em uma linha um do lado do outro, sendo que os queimadores DFI (7) são direcionados na direção do material na forma de chapa (2), sendo que os queimadores (7) individuais em cada rampa (6) são controlados para fornecer uma potência de aquecimento pré-determinada, sendo que pelo menos um dos queimadores (7) individuais é inclinado em torno do eixo longitudinal (13) da rampa (6) na qual é montado, sendo que o eixo longitudinal do queimador (7) individual é ajustado para formar um ângulo (A) diferente de 90° em relação à superfície do material em forma de chapa (2), e sendo que cada queimador (7) é alimentado com um combustível gasoso ou líquido e um oxidante contendo mais de 80% por peso de oxigênio.
2. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato dos queimadores (7) em cada rampa (6) estarem localizados ao longo da rampa (6) com a mesma distância entre queimadores (7).
3. Método, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato dos queimadores (7) em uma rampa (6) estar sendo arranjos de tal modo, com respeito à distância entre os queimadores (7) e a distância entre cada bico de queimador (12) e a superfície do material em forma de chapa (2), que as chamas (9) se sobrepõem uma com a outra na superfície do material em forma de chapa (2).

4. Método, de acordo com a reivindicação 1, 2 ou 3, caracterizado pelo fato de pelo menos uma das rampas (6) ser inclinada em torno de seu eixo longitudinal (13), sendo que os eixos longitudinais dos queimadores (7) individuais são ajustados para formar um ângulo (A) diferente de 90° em relação à superfície do material em forma de chapa (2).

5. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 4, caracterizado pelo fato de pelo menos uma das rampas (6) ser dividida em duas rampas (14, 15) alinhadas uma depois da outra, e das duas rampas (14, 15) serem ajustadas para formar um ângulo (B) menor que 90° em relação à direção de movimento (5) do material em forma de chapa (2).

6. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 5, caracterizado pelo fato do controle da potência de aquecimento de cada queimador (7) individual ser afetado ou pelo chaveamento liga ou desliga dos queimadores (7) individuais em um modo discreto, ou pelo controle da potência de aquecimento de cada queimador (7) individual em uma escala contínua.

7. Aparelho para aquecimento de um material, em forma de chapa (2) em um forno industrial (1) a um perfil de temperatura pré-determinado ao longo do comprimento (3), e transversal (4) do material (2), caracterizado pelo fato de ser provido um meio para transportar o material em forma de chapa (2) em um forno industrial (1) em relação a pelo menos uma rampa (6) abaixo do material (2) e/ou pelo menos uma rampa (6) acima do material (2), cada uma das rampas (6) compreendendo um número de queimadores DFI, (incidência direta de chama) (7), localizados em uma linha um do lado do outro, sendo que os queimadores DFI (7) são arranjados para serem direcionados na direção do material em forma de chapa (2), sendo que os queimadores (7) individuais em cada rampa (6) são controlados para fornecer uma potência de aquecimento pré-determinada, onde pelo menos uma das rampas (6) pode ser inclinada em

torno de seu eixo longitudinal (13), sendo que os eixos longitudinais dos queimadores (7) individuais podem ser ajustados para formar um ângulo (A) diferente de 90° em relação à superfície do material em forma de chapa (2), e onde cada queimador (7) arranjado para ser alimentado com combustível gasoso ou líquido e um oxidante contendo mais de 80% por peso de oxigênio.

8. Aparelho, de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato dos queimadores (7) em cada rampa (6) serem localizados ao longo da rampa (6) com a mesma distância entre queimadores (7).

9. Aparelho, de acordo com a reivindicação 7 ou 8, caracterizado pelo fato dos queimadores (7) em uma rampa (6) serem arranjados de tal modo, com respeito à distância entre os queimadores (7) e a distância entre cada bico de queimador (12) e a superfície do material em forma de chapa (2), que as chamas (9) se sobrepõem uma com a outra na superfície do material em forma de chapa (2) sendo localizada na frente da rampa.

10. Aparelho, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 7 a 9, caracterizado pelo fato de pelo menos um dos queimadores DFI (7) individuais poder ser inclinado em torno do eixo longitudinal (13) da rampa (6) na qual está montado, sendo que o eixo longitudinal do queimador (7) individual é ajustado para formar um ângulo (A) diferente de 90° em relação à superfície do material em forma de chapa (2).

11. Aparelho, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 7 a 10, caracterizado pelo fato de pelo menos uma das rampas (A) ser dividida em duas rampas (14, 15) alinhadas uma depois da outra, e das duas rampas (14, 15) formarem um ângulo (B) menor que 90° em relação à direção de movimento (5) do material em forma de chapa (2).

12. Aparelho, de acordo com qualquer uma reivindicações de 7 a 11, caracterizado pelo fato do controle da potência de aquecimento de cada queimador (7) individual

ser afetado ou pelo chaveamento liga ou desliga dos queimadores (7) individuais em um modo discreto, ou pelo controle da potência de aquecimento de cada queimador (7) individual em uma escala contínua.

1/3

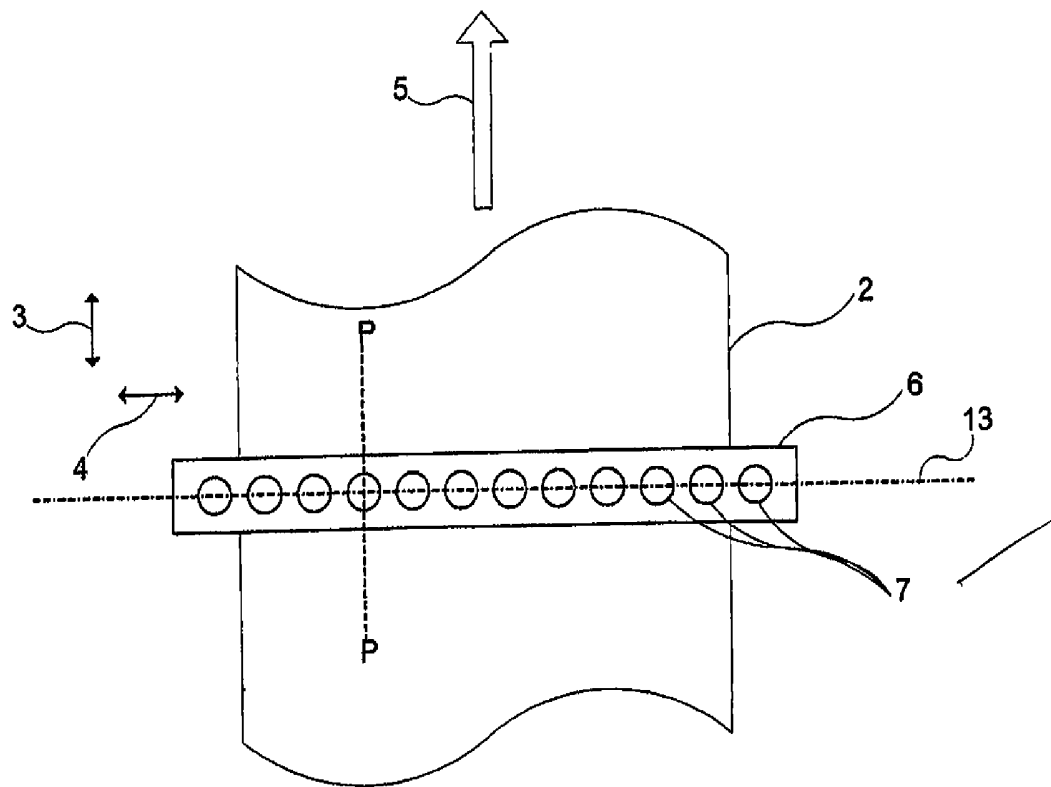


FIG.1

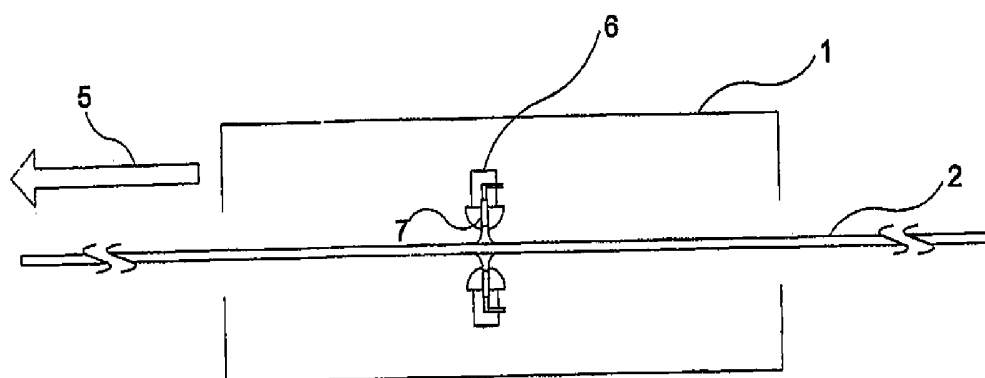


FIG.3

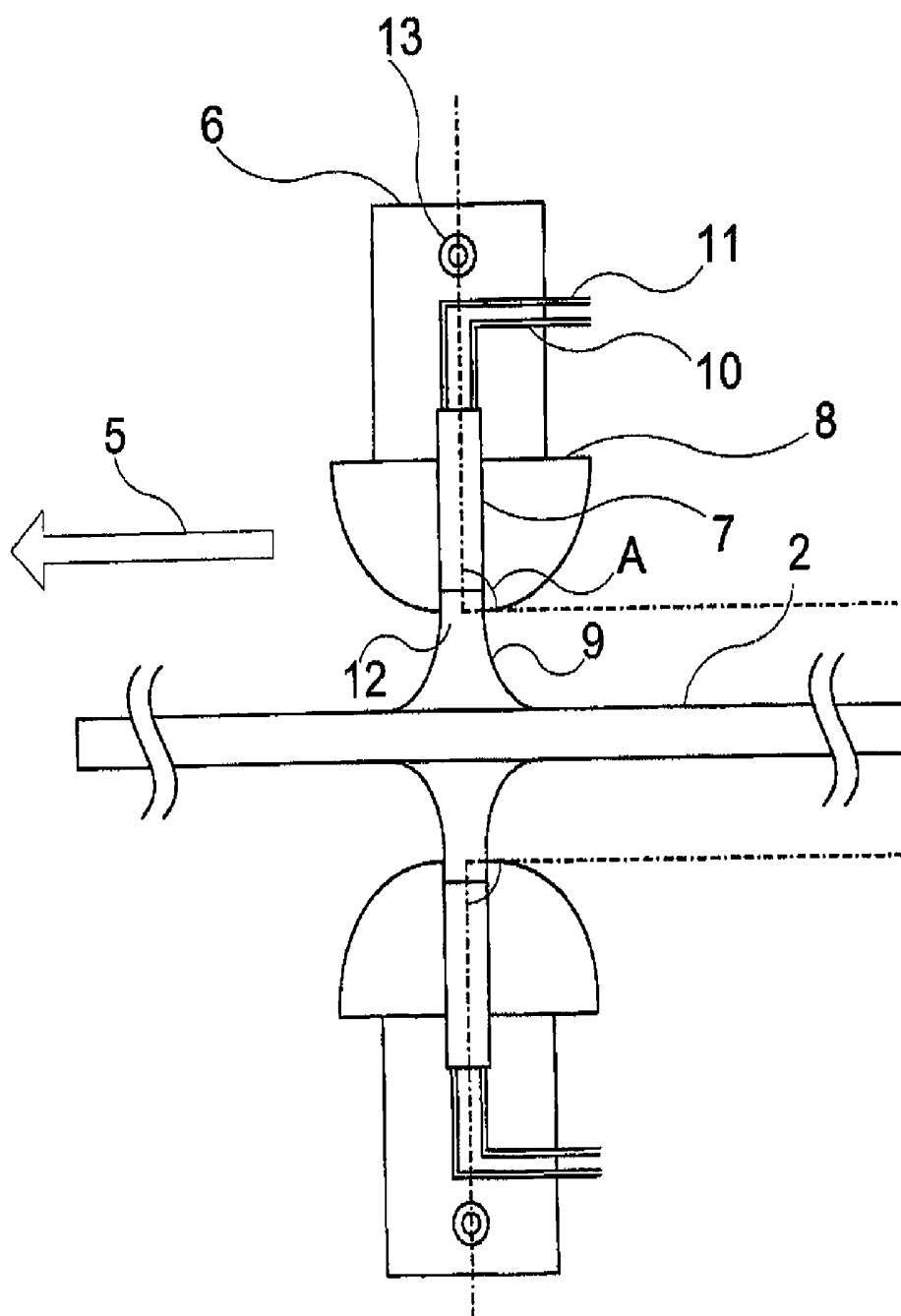


FIG.2

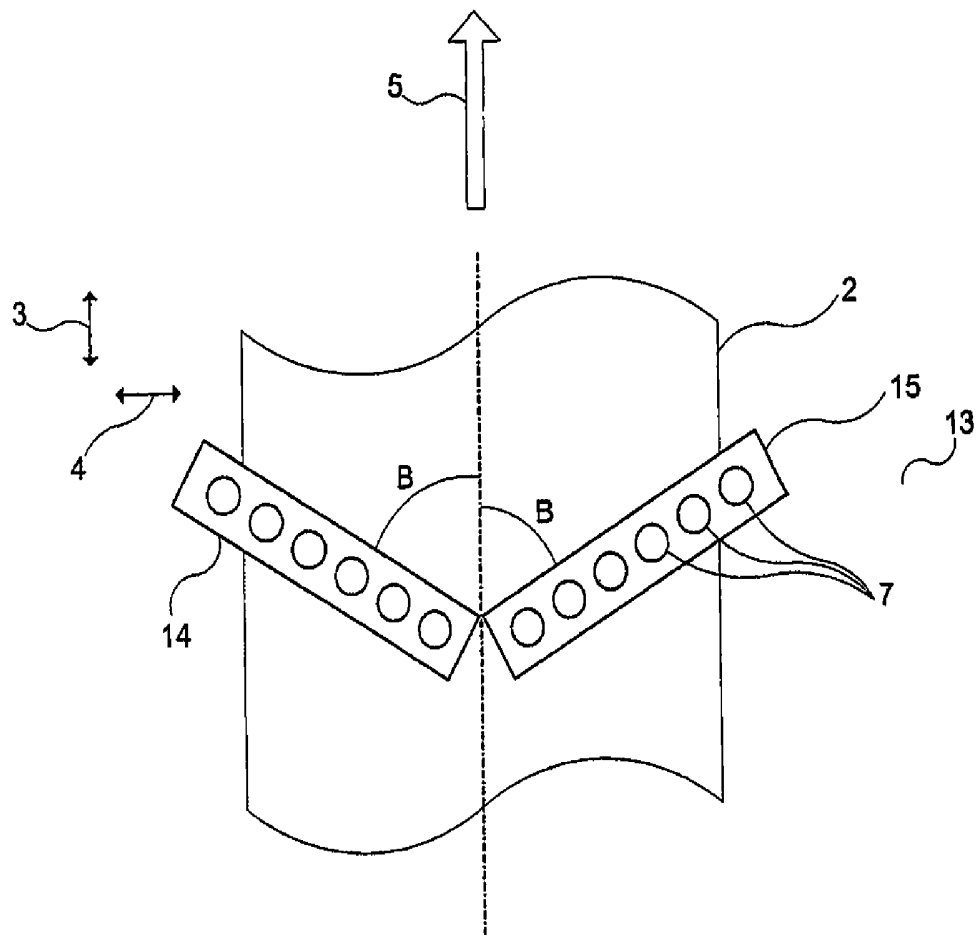


FIG.4

RESUMO

"MÉTODO PARA AQUECIMENTO DE UM MATERIAL E APARELHO PARA AQUECIMENTO DE UM MATERIAL".

Método para aquecimento de um material em forma de chapa
5 (2) em um forno industrial a um perfil de temperatura
pré-determinado ao longo do comprimento (3) do, e
transversal (4) ao, material (2). A invenção 5 é
caracterizada pelo fato do material em forma de chapa (2)
estar sendo transportado em um forno em relação a pelo
10 menos uma rampa (6) debaixo do material (2) e/ou pelo
menos uma rampa (6) acima do material (2), cada uma das
rampas (6) compreendendo um número de queimadores DFI
(incidência direta da chama) (7) localizados em uma linha
um ao lado do outro, sendo que os queimadores DFI (7)
15 estão direcionados na direção do material em forma de
chapa (2), e os queimadores (7) individuais em cada rampa
(6) são controlados para fornecer uma potência térmica
pré-determinada, sendo que pelo menos um dos queimadores
(7) individuais é inclinado em torno do eixo longitudinal
20 (13) da rampa (6) na qual é montado, sendo que o eixo
longitudinal do queimador (7) individual é ajustado para
formar um ângulo (A) diferente de 90° em relação à
superfície do material em forma de chapa (2), e sendo que
cada queimador (7) é alimentado com um combustível gasoso
25 ou líquido e um oxidante contendo mais de 80% por peso de
oxigênio.