



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

(21) **PI 1003398-0 A2**

(22) Data de Depósito: 20/09/2010  
(43) Data da Publicação: 08/01/2013  
(RPI 2192)



(51) *Int.Cl.:*  
F22B 31/00

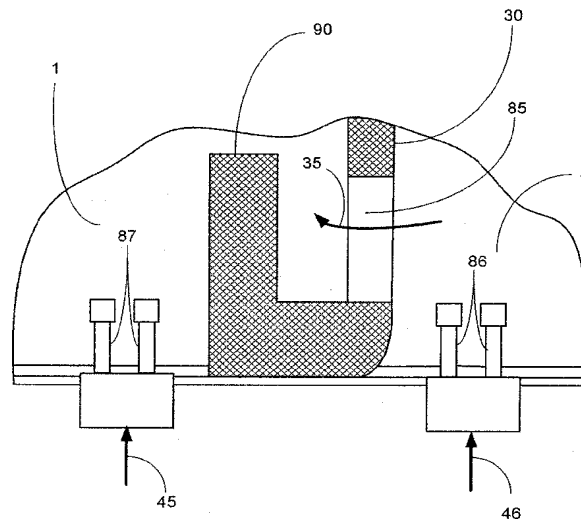
(54) **Título:** VÁLVULA DE CONTROLE DE SÓLIDOS EM LEITO

(30) **Prioridade Unionista:** 30/09/2009 US 12/570.823

(73) **Titular(es):** Babcock & Wilcox Power Generation Group, Inc.

(72) **Inventor(es):** David L. Kraft, Kiplin C. Alexander, Mark C. Godden, Mikhail Maryamchik

(57) **Resumo:** VÁLVULA DE CONTROLE DE SÓLIDOS EM LEITO. Uma caldeira de leito fluidizado circulante (CFB) compreendendo uma câmara de reação. Um leito fluidizado borbulhante (BFB) é contido dentro de um invólucro dentro da porção inferior da câmara de reação e contém um trocador de calor em leito (IBHX) que ocupa parte do piso da câmara de reação. Pelo menos uma válvula não mecânica, que inclui meios localizados tanto a montante como a jusante da abertura, é usada para controlar a transferência de calor para o IBHX mediante controle da descarga de sólidos do BFB para o CFB. A elevação do fundo da abertura fica em ou acima da elevação do meio fluidizante. Uma barreira de controle de fluxo pode estar localizada a jusante da abertura.



## “VÁLVULA DE CONTROLE DE SÓLIDOS EM LEITO”

### CAMPO E FUNDAMENTO DA INVENÇÃO

#### 1. Campo da Invenção

5 A presente invenção refere-se, genericamente, ao campo de reatores ou caldeiras de leito fluidizado circulante (sigla em inglês, CFB), tais como aqueles usados em instalações industriais ou de geração de energia elétrica e, em particular, a uma válvula não mecânica para controlar descarga de sólidos de um trocador de calor em leito (sigla em inglês, IBHX) para o CFB.

#### 2. Descrição da Arte Relacionada

10 A Patente dos Estados Unidos No. 6,532,905 de Belin et al descreve uma caldeira CFB com IBHX controlável. A caldeira compreende uma câmara de reação CFB, bem como um trocador de calor de leito fluidizado borbulhante (BFB) localizado dentro da câmara de reação. Transferência de calor no trocador de calor é controlada por meio de controle da taxa de descarga de sólidos da parte inferior do BFB para a câmara de reação. Em uma  
15 modalidade, o controle de descarga é realizado usando pelo menos uma válvula não mecânica que é controlada através do suprimento de gás fluidizado na proximidade da válvula.

Outro método para controlar a transferência de calor é divulgado na Patente dos Estados Unidos No. 6,532,905. Neste exemplo, transferência de calor é controlada usando um ou mais condutos estendendo-se de uma parte inferior de um BFB para um nível superior em ou acima da porção mais inferior das paredes que formam um invólucro de IBHX. Ao  
20 fluidizar as partículas sólidas no conduto, o movimento ascendente delas através do conduto é promovido, fazendo as partículas sólidas serem descarregadas do BFB para o CFB circundante. Controlando a taxa de vazão de gás fluidizante, ou o número de condutos em operação, a descarga de sólidos geral do BFB para o CFB é controlada, controlando, portanto, a transferência de calor no IBHX.

Quanto mais alta a capacidade da caldeira CFB e/ou seus parâmetros de vapor de saída, mais alta é a taxa de calor exigida de seu IBHX. Isto é ainda mais pronunciado em uma caldeira CFB de queima de oxigênio, com concentração de oxigênio elevada, onde a taxa de calor exigida de um IBHX para um dado tamanho de câmara de reação aumenta  
30 drasticamente, resultando na altura aumentada do IBHX. Devido a densidade mais alta do BFB versus CFB, o diferencial de pressão através da válvula não mecânica pode alcançar dezenas de polegadas de coluna de água, resultando em uma alta velocidade de descarga de sólidos através da válvula, e alta taxa de descarga geral. Esta última pode exceder uma taxa exigida de produção de sólidos e, portanto, pode afetar adversamente a capacidade de  
35 controle da transferência de calor. Alta velocidade de sólidos na proximidade da válvula de controle de sólidos pode causar erosão de quaisquer tubos adjacentes da superfície de aquecimento no trocador de calor, bem como erosão dos tampões de bolha na câmara de

reação CFB no rastro do jato da válvula.

Dado o acima exposto, existe a necessidade de uma válvula de controle de sólidos que aumente a operabilidade e confiabilidade de uma caldeira CFB, onde este tipo de caldeira contenha um IBHX controlável.

## 5 SUMÁRIO DA INVENÇÃO

A presente invenção aumenta operabilidade e confiabilidade da caldeira CFB com IBHX controlável, utilizando pelo menos uma válvula não metálica para controlar descarga de sólidos do IBHX para a câmara de reação CFB.

Desse modo, um aspecto da presente invenção é dirigido a uma câmara de leito  
10 fluidizado circulante (CFB) compreendendo: uma câmara de reação CFB tendo paredes laterais e uma grade definindo um piso em uma extremidade inferior da câmara de reação CFB para prover gás fluidizante na câmara de reação CFB; um leito fluidizado borbulhante (BFB) localizado dentro de uma porção inferior da câmara de reação CFB e estando vinculado por paredes de invólucro e o piso da câmara de reação CFB; pelo menos um trocador  
15 de calor em leito controlável (IBHX), o IBHX ocupando parte do piso de câmara de reação e sendo circundada pelas paredes de invólucro do BFB; e pelo menos uma válvula não mecânica projetada para permitir o controle de descarga de sólidos do BFB para a câmara de reação CFB, a válvula incluindo pelo menos uma abertura na parede de invólucro do BFB, pelo menos um primeiro meio fluidizante controlado independentemente localizado a montante da pelo menos uma abertura na parede de invólucro, pelo menos um segundo meio fluidizante controlado independentemente localizado a jusante da pelo menos uma abertura na parede de invólucro, em que a elevação do fundo da pelo menos uma abertura de válvula não mecânica na parede de invólucro fica em ou acima do topo de ambos os primeiro e segundo meios fluidizantes controlados independentemente.

25 Outro aspecto da presente invenção é dirigido a uma caldeira de leito fluidizado circulante (CFB) compreendendo: uma câmara de reação CFB tendo paredes laterais e uma grade definindo um piso em uma extremidade inferior da câmara de reação CFB para prover gás fluidizante na câmara de reação CFB; um leito fluidizado borbulhante (BFB) localizado dentro de uma porção inferior da câmara de reação CFB e estando vinculado por paredes  
30 de invólucro e o piso da câmara de reação CFB; pelo menos um trocador de calor em leito controlável (IBHX), o IBHX ocupando parte do piso de câmara de reação CFB, e sendo circundado pelas paredes de invólucro do BFB; e pelo menos uma válvula não mecânica projetada para permitir o controle de descarga de sólidos do BFB para a câmara de reação CFB, a válvula incluindo pelo menos uma abertura na parede de invólucro do BFB, pelo menos  
35 um primeiro meio fluidizante controlado independentemente localizado a montante da pelo menos uma abertura na parede de invólucro, pelo menos um segundo meio fluidizante controlado independentemente localizado a jusante da pelo menos uma abertura na parede de

invólucro, em que a elevação do fundo da pelo menos uma abertura de válvula não mecânica na parede de invólucro fica em ou acima do topo de ambos os primeiro e segundo meios fluidizantes controlados independentemente, em que o pelo menos um IBHX é selecionado de um ou mais de um superaquecedor, um reaquecedor, um economizador ou uma superfície evaporativa, e em que os tubos do pelo menos um IBHX são protegidos por uma camada de material resistente a erosão formada sobre a superfície dos tubos, na proximidade da pelo menos uma abertura.

As várias características de novidade que caracterizam a invenção são destacadas, com particularidade nas reivindicações anexas a e formando uma parte desta divulgação. À guisa de um melhor entendimento da invenção, suas vantagens operacionais e benefícios específicos obtidos por seu uso, faz-se referência aos desenhos anexos e matéria descritiva em que são ilustrados modalidades de exemplo da invenção.

#### BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

A fig. 1 é uma vista elevacional lateral seccional de uma caldeira CFB de acordo com a invenção.

A fig. 2 é uma vista em planta seccional da caldeira CFB da fig. 1, vista na direção de setas 2-2.

A fig. 3 é uma vista lateral seccional parcial da caldeira CFB de acordo com uma primeira modalidade da invenção, ilustrando a barreira de controle de fluxo localizada a jusante do meio fluidizante localizado a jusante da abertura.

A fig. 4 é uma vista lateral seccional parcial da caldeira CFB de acordo com uma segunda modalidade da invenção, ilustrando a barreira de controle de fluxo localizada a montante do meio fluidizante localizado a jusante da abertura.

#### DESCRIÇÃO DA INVENÇÃO

A presente invenção refere-se, genericamente, ao campo de reatores ou caldeiras de leito fluidizado circulante (CFB), tais como aquelas usadas em instalações industriais e de geração de energia elétrica e, em particular, a uma válvula não mecânica para controlar descarga de sólidos de um trocador de calor em leito (IBHX) para o CFB.

No caso de combustão de oxigênio, que tipicamente implica usar em vez de ar, um agente oxidante com concentração de oxigênio aumentada, tipicamente compreendida predominantemente de oxigênio e gás queimado reciclado, os termos "ar primário" e "ar secundário" devem ser substituídos correspondentemente pelos termos "oxidante primário" e "oxidante secundário".

Como usado neste documento, o termo caldeira CFB será usado para designar reatores ou combustores CFB, em que ocorre um processo de combustão. Embora a presente invenção seja dirigida particularmente a caldeiras ou geradores de vapor que empregam combustores CFB como o meio pelo qual o calor é produzido, fica entendido que a presente

invenção pode ser empregada prontamente em um tipo diferente de reator CFB. Por exemplo, a invenção poderia ser aplicada em um reator que é empregado para reações químicas diferentes que um processo de combustão, ou onde uma mistura de gás/sólidos proveniente de um processo de combustão ocorrendo em outro lugar é provida ao reator para processamento adicional, ou onde o reator simplesmente provê um invólucro onde partículas ou sólidos são arrastadas em um gás que não é necessariamente um subproduto do processo de combustão.

Referindo-se agora aos desenhos, em que números de referência iguais designam os mesmos elementos ou funcionalmente similares por todos os diversos desenhos, e quanto a fig. 1 e 2 em particular, é ilustrado um reator ou caldeira CFB, tendo uma câmara de reação CFB 1 que compreende paredes 2 (2a, 2b, 2c e 2d) e um IBHX 3 imerso em um BFB 4. O CFB dentro da câmara de reação 1 é predominantemente compreendido de sólidos compostos da cinza proveniente de combustão do combustível 5, solvente sulfatado 6 e, em alguns casos, material inerte externo 7 alimentado através de pelo menos uma das paredes 2 e fluidizado pelo ar primário 8 suprido através de uma grade de distribuição 9 compreendendo uma parte do piso de câmara de reação. Alguns sólidos são arrastados por gases resultantes do processo de combustão de combustível e se movem para cima com no número de referência 15 finalmente alcançando um separador de partícula 16, tal como um separador de partícula tipo impacto ou de feixes U, na saída de câmara de reação. Embora alguns dos sólidos 17 passem pelo separador 16, o volume deles 18 é capturado e reciclado novamente na câmara de reação 1. Estes sólidos juntamente com outros 19, caindo da corrente de sólidos ascendente 15, alimentam o BFB 4 que está sendo fluidizado pelo meio fluidizante 25 alimentado através de uma grade de distribuição 26 compreendendo outra parte do piso de câmara de reação. Meios 27 e 28, respectivamente, para remover sólidos do CFB 1 e BFB 4, são providos nas áreas pertinentes do piso de câmara de reação.

O BFB 4 é separado do CFB 1 por um invólucro 30. As paredes que formam o invólucro do BFB 30 podem ser construídas de diversas maneiras. Preferencialmente, as paredes de invólucro seriam compreendidas de tubos resfriados de fluido 50 (mostrados na fig. 3) protegidos com material resistente a erosão, tal como refratário, para impedir erosão dos tubos durante operação. Os tubos 50 que formam o invólucro 30 estendem-se para cima até uma elevação, permitindo a altura de BFB 4 requerida dentro da câmara de reação CFB 1. Acima da altura requerida, os tubos 50 agrupam-se para formar bicos de ar secundários 55. O ar 60 alimentado para estes bicos é injetado no CFB 1 além do BFB 4, assim seus jatos 65 não desviam correntes de sólidos 18 e 19 de caírem no BFB 4. O agrupamento dos tubos 50 permite formar aberturas 70 através das quais os fluxos de sólidos 18 e 19 caem no BFB 4. Após alcançar a parede 2b, os tubos 50 se tornam parte da parede. Bicos de ar secundários 75 na parede oposta 2d ficam localizados externamente à câmara de reação CFB 1.

Uma vez que nenhum IBHX 3 é colocado abaixo dos bicos 75, seus jatos 80 não provocam qualquer efeito desejado.

A fig. 3 mostra uma vista aumentada da área em torno da válvula não mecânica 40. A válvula compreende uma abertura 85 no invólucro 30 e meios fluidizantes controlados independentemente 86 e 87, localizados respectivamente a montante e a jusante da abertura 85. Estes meios fluidizantes podem ser implementados como um número de tampões de bolha conectados respectivamente a uma fonte correspondente de meio fluidizante, 46 e 45. Como é bem conhecido por aqueles que são versados na arte, o desenho mais comum de uma grade de distribuição seria um agrupamento de tampões de bolha alimentado a partir de uma fonte correspondente de meio fluidizante, ou seja, 8 para o CFB e 25 para o BFB. Um tampão de bolha é compreendido de um tampão de bolha apropriado e um tubo de suprimento, tipicamente designado como a haste, que interconecta o meio fluidizante com o leito fluidizante. Gás fluidizado é transportado ascendentemente ao longo da haste para o tampão de bolha, a partir do qual ele é distribuído para o leito fluidizado por meio de uma pluralidade de orifícios de saída. Jatos de gás fluidizante saindo dos orifícios de saída penetram no leito CFB ou BFB, provendo seu gás fluidizado na área em torno de cada tampão de bolha. Para impedir erosão dos tampões de bolha na proximidade da abertura 85 por sólidos fluindo através da abertura, os topos dos tampões de bolha não devem ser mais altos que o fundo da abertura 85.

Uma barreira de controle de fluxo 90 pode ser colocada a jusante da abertura 85. Ela provê uma restrição ao fluxo de sólidos através da abertura 85 e também desvia o jato de sólidos da abertura para longe dos tampões de bolha 9 ou outros meios fluidizantes na câmara de reação CFB 1. Em uma modalidade da presente invenção, uma barreira de controle de fluxo 90 é colocada a jusante (ver fig. 3) do meio fluidizante 87. Em uma segunda modalidade, uma barreira de controle de fluxo é colocada a montante (ver fig. 4) do meio fluidizante 87. O topo da barreira de controle de fluxo 90 será pelo menos tão alta quanto o fundo da abertura 85, e pode ser mais alto que o topo da abertura 85. A barreira de controle de fluxo ficará sujeita a altas temperaturas de leito e impacto de erosão substancial proveniente dos sólidos ecoando através da abertura 85. Isto requer que ela seja feita de material resistente a alta temperatura e a erosão, por exemplo, cerâmica ou tijolo refratário. Outras opções incluem construí-la de tubos cobertos por refratário.

A superfície de aquecimento do IBXH 3, que absorve calor do BFB 4, pode ser um supraaquecedor, reaquécedor, economizador, evaporativa ou combinações destes tipos de superfícies de aquecimento que são conhecidas para aqueles que são versados na arte. A superfície de aquecimento é compreendida tipicamente de tubos 91 que transportam um meio de transferência de calor através dos mesmos, tais como água, uma mistura bifásica de água e vapor, ou vapor. Seu potencial geral de erosão é baixo devido à baixa velocidade

fluidizante no BFB 4, bem como a baixa velocidade de produção de sólidos através do IBHX 3. Entretanto, na proximidade da abertura 85, a velocidade de sólidos viajando para a abertura aumenta substancialmente, o que poderia aumentar o potencial de erosão dos tubos 91. Para reduzir ou impedir erosão dos tubos 91, é, portanto, preferível que eles sejam dispostos de modo tal que eles não fiquem na proximidade da abertura 85 (como mostrado na fig. 3). Taxas de erosão desejadas podem ser estimadas baseadas em uma avaliação da velocidade de sólidos locais na proximidade da abertura 85 (como determinado pela taxa de descarga volumétrica através da abertura 85), bem como ao considerar as características erosivas dos sólidos. Baseado na taxa de erosão que pode ser tolerada, e a taxa de erosão estimada determinada usando os princípios descritos acima, os tubos 91 podem ser posicionados com o objetivo de reduzir erosão. Assim, como mostrado na fig. 3, para reduzir erosão de tubos, as extremidades dos tubos inferiores 91 no IBHX 3 não ficam na proximidade da abertura 85, uma vez que eles não se estendem tão próximos da parede de invólucro 30 e abertura 85 como outros tubos 91 no IBHX 3. Como uma precaução adicional, partes dos tubos 91 adjacentes à abertura 85 podem ser protegidas por uma camada de material resistente a erosão 95, por exemplo, refratário presos por pernos soldados aos tubos 91.

O controle da descarga de sólidos do BFB 4 para o CFB 1 é realizado controlando as taxas de fluxo de meios fluidizantes 45 e 46. O fluxo de gás para a proximidade da válvula de controle de sólidos promove descarga de sólidos da parte inferior do BFB 4 para o CFB 1. O controle independente destas taxas de fluxo, por exemplo, ligando e desligando em ciclos alternados, permite a suavização da taxa de descarga de sólidos. Padrões de controle de meio fluidizante particulares (frequência de ciclos, extensão de um ciclo, etc.) dependem de propriedades do material de leito e exigências de operação de caldeira, e que devem ser estabelecidas durante inauguração da caldeira.

Embora modalidades específicas da presente invenção tenham sido mostradas e descritas detalhadamente para ilustrar a aplicação e princípios da invenção, ficará compreendido que não se pretende que a presente invenção se limite as mesmas, e que a invenção pode ser incorporada de outro modo sem se afastar destes princípios. Em algumas modalidades da invenção, certas características da invenção podem, às vezes, ser usadas com vantagens, sem um uso correspondente das outras características. Desse modo, todas estas mudanças e modalidades encontram-se apropriadamente dentro do escopo das reivindicações a seguir.

## REIVINDICAÇÕES

1. Caldeira de leito fluidizado circulante (CFB) **CHARACTERIZADA** por compreender:

- 5                   - uma câmara de reação CFB tendo paredes laterais e uma grade definindo um piso em uma extremidade inferior da câmara de reação CFB para prover gás fluidizado na câmara de reação CFB;
- um leito fluidizado borbulhante (BFB) localizado dentro de uma porção inferior da câmara de reação CFB e estando vinculado por paredes de invólucro e o piso da câmara de reação CFB;
- 10                  - pelo menos um trocador de calor em leito controlável (IBHX), o IBHX ocupando parte do piso de câmara de reação CFB e estando circundado pelas paredes de invólucro do BFB; e
- pelo menos uma válvula não mecânica projetada para permitir o controle de descarga de sólidos do BFB para a câmara de reação CFB, a válvula incluindo pelo menos uma
- 15                  abertura na parede de invólucro do BFB, pelo menos um primeiro meio fluidizante controlado independentemente localizado a montante da pelo menos uma abertura na parede de invólucro, pelo menos um segundo meio fluidizante controlado independentemente localizado a jusante da pelo menos uma abertura na parede de invólucro,
- em que a elevação do fundo da pelo menos uma abertura de válvula não mecânica
- 20                  na parede de invólucro fica em ou acima do topo de ambos os primeiro e segundo meios fluidizantes controlados independentemente.

2. Caldeira CFB de acordo com a reivindicação 1, **CHARACTERIZADA** por compreender ainda pelo menos uma barreira de controle de fluxo que está localizada a jusante da pelo menos uma abertura na parede de invólucro, em que a elevação do topo da barreira de

25                  controle de fluxo fica em ou acima da elevação do fundo da pelo menos uma abertura na parede de invólucro.

3. Caldeira CFB de acordo com a reivindicação 2, **CHARACTERIZADA** pelo fato de que a pelo menos uma barreira de controle de fluxo está localizada a jusante do pelo menos um segundo meio fluidizante controlado independentemente.

30                  4. Caldeira CFB de acordo com a reivindicação 2, **CHARACTERIZADA** pelo fato de que a pelo menos uma barreira de controle de fluxo está localizada a montante do pelo menos um segundo meio fluidizante controlado independentemente.

5. Caldeira CFB de acordo com a reivindicação 2, **CHARACTERIZADA** pelo fato de que a pelo menos uma barreira de controle de fluxo é feita de um material resistente a abra-

35                  são.

6. Caldeira CFB de acordo com a reivindicação 2, **CHARACTERIZADA** pelo fato de que a pelo menos uma barreira de controle de fluxo é feita de tubos cobertos por refratário.

7. Caldeira CFB de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADA** pelo fato de que o pelo menos um BHX é selecionado de um ou mais entre um superaquecedor, um reaquecedor, um economizador ou uma superfície evaporativa.

5 8. Caldeira CFB de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADA** pelo fato de que tubos do pelo menos um IBHX são dispostos de modo tal que eles não ficam na proximidade da pelo menos uma abertura, para reduzir erosão dos tubos.

9. Caldeira CFB de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADA** pelo fato de que os tubos do pelo menos um IBHX são protegidos por uma camada de material resistente a erosão formada sobre a superfície dos tubos, na proximidade da pelo menos uma abertura.  
10

10. Caldeira de leito fluidizado circulante (CFB) **CARACTERIZADA** por compreender:

- uma câmara de reação CFB tendo paredes laterais e uma grade definindo um piso em uma extremidade da câmara de reação CFB para prover gás fluidizado na câmara de reação CFB;  
15

- leito fluidizado borbulhante (BFB) localizado dentro de uma porção inferior da câmara de reação CFB e estando vinculado por paredes de invólucro e o piso da câmara de reação CFB;

- pelo menos um trocador de calor em leito controlável (IBHX), o IBHX ocupando parte do piso de câmara de reação CFB e estando circundado pelas paredes de invólucro do BFB; e  
20

- pelo menos uma válvula não mecânica projetada para permitir o controle de descarga de sólidos do BFB para a câmara de reação CFB, a válvula incluindo pelo menos uma abertura na parede de invólucro do BFB, pelo menos um primeiro meio fluidizante controlado independentemente localizado a montante da pelo menos uma abertura na parede de invólucro, pelo menos um segundo meio fluidizante controlado independentemente localizado a jusante da pelo menos uma abertura na parede de invólucro,  
25

- em que a elevação do fundo da pelo menos uma abertura de válvula não mecânica na parede de invólucro fica em ou acima do topo de ambos os primeiro e segundo meios fluidizantes controlados independentemente,  
30

- em que o pelo menos um IBHX é selecionado a partir de um ou mais entre um superaquecedor, um reaquecedor, um economizador ou uma superfície evaporativa, e

- em que os tubos do pelo menos um IBHX são protegidos por uma camada de material resistente a erosão formada sobre a superfície dos tubos, na proximidade da pelo menos uma abertura.  
35

11. Caldeira CFB de acordo com a reivindicação 10, **CARACTERIZADA** por compreender ainda pelo menos uma barreira de controle de fluxo que está localizada a jusante

da pelo menos uma abertura na parede de invólucro, em que a elevação do topo da barreira de controle de fluxo fica em ou acima da elevação do fundo da pelo menos uma abertura na parede de invólucro.

5 12. Caldeira CFB de acordo com a reivindicação 11, **CARACTERIZADA** pelo fato de que a pelo menos uma barreira de controle de fluxo está localizada a jusante do pelo menos um segundo meio fluidizante controlado independentemente.

13. Caldeira CFB de acordo com a reivindicação 11, **CARACTERIZADA** pelo fato de que a pelo menos uma barreira de controle de fluxo está localizada a montante do pelo menos um segundo meio fluidizante controlado independentemente.

10 14. Caldeira CFB de acordo com a reivindicação 11, **CARACTERIZADA** pelo fato de que a pelo menos uma barreira de controle de fluxo é feita de um material resistente a abrasão.

15 15. Caldeira CFB de acordo com a reivindicação 11, **CARACTERIZADA** pelo fato de que a pelo menos uma barreira de controle de fluxo é feita de tubos cobertos por refratário.

16. Caldeira CFB de acordo com a reivindicação 10, **CARACTERIZADA** pelo fato de que tubos do pelo menos um IBHX são dispostos de modo tal que eles não ficam na proximidade da pelo menos uma abertura, para reduzir erosão dos tubos.

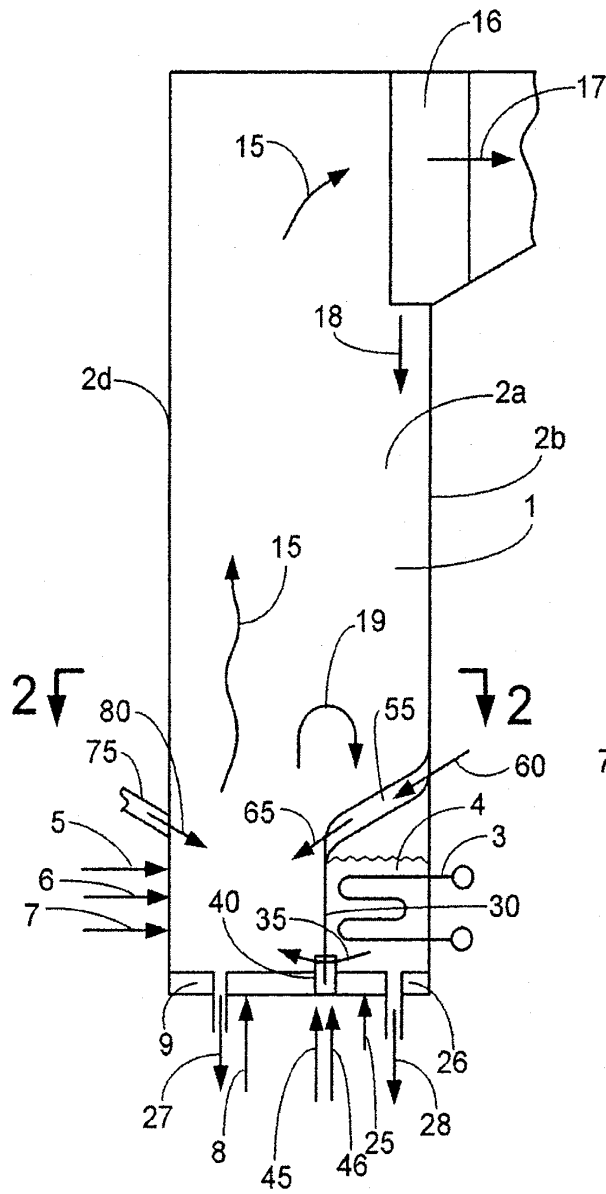


FIG. 1

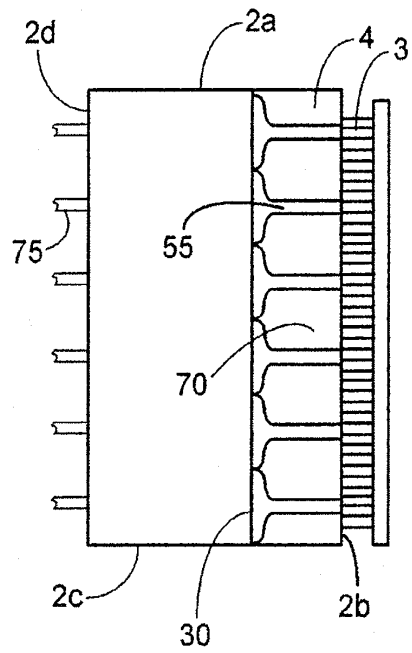


FIG. 2

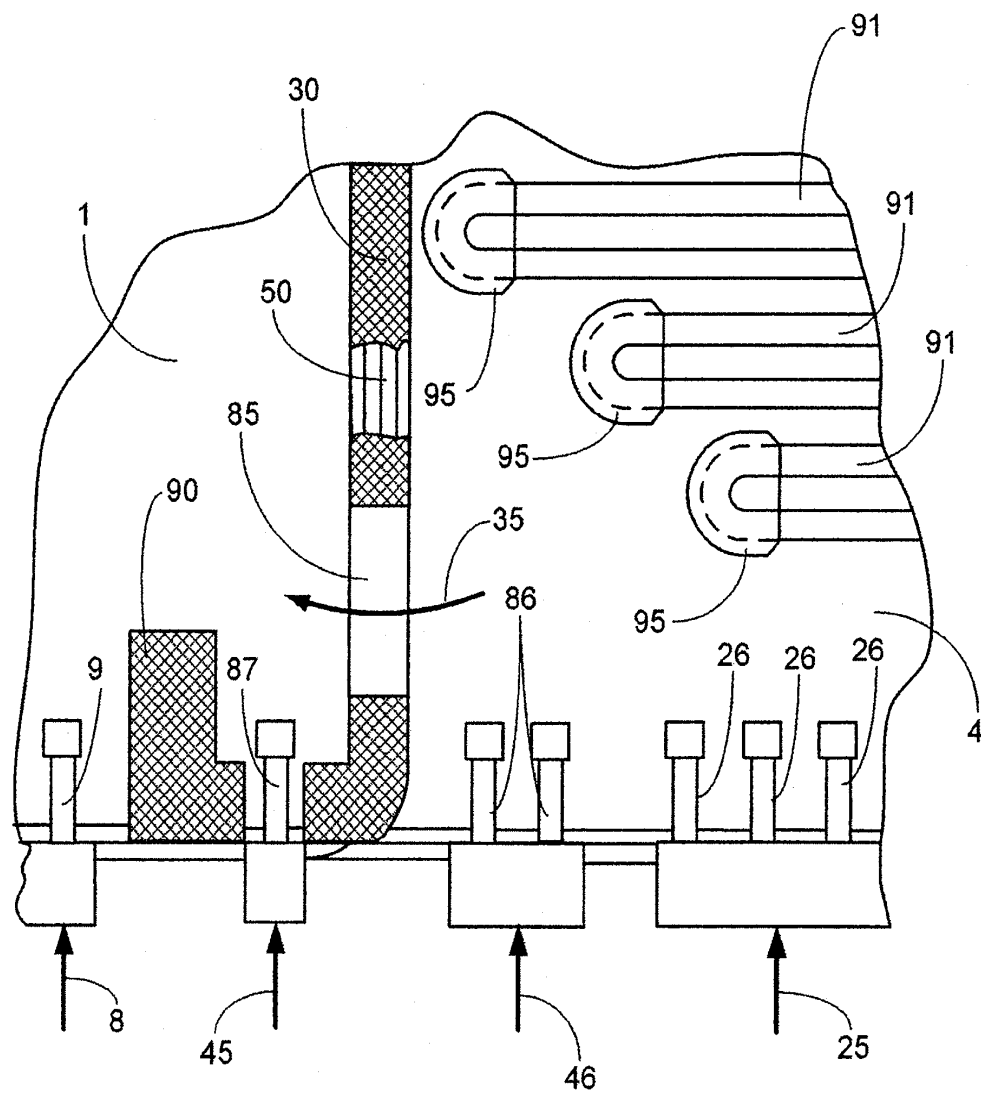


FIG. 3

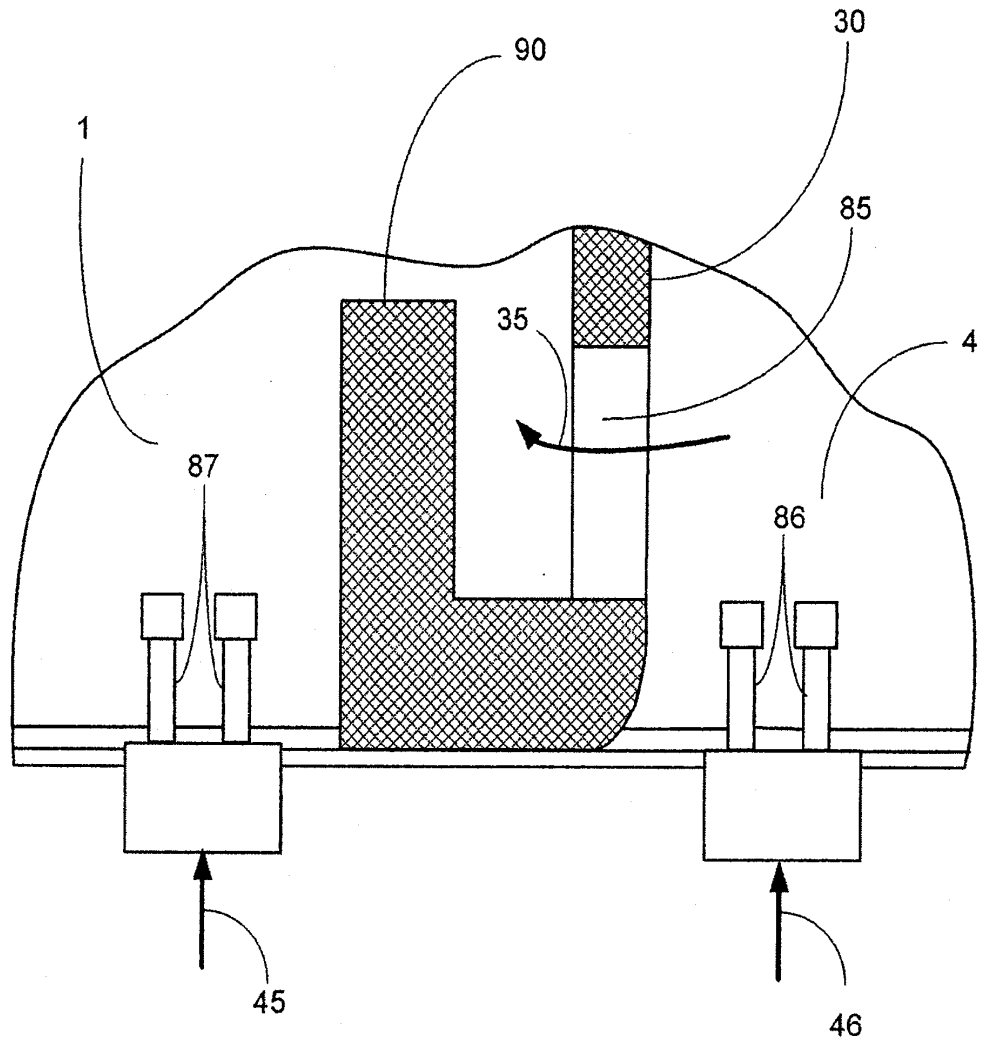


FIG. 4

## RESUMO

### “VÁLVULA DE CONTROLE DE SÓLIDOS EM LEITO”

Uma caldeira de leito fluidizado circulante (CFB) compreendendo uma câmara de reação. Um leito fluidizado borbulhante (BFB) é contido dentro de um invólucro dentro da porção inferior da câmara de reação e contém um trocador de calor em leito (IBHX) que ocupa parte do piso da câmara de reação. Pelo menos uma válvula não mecânica, que inclui meios localizados tanto a montante como a jusante da abertura, é usada para controlar a transferência de calor para o IBHX mediante controle da descarga de sólidos do BFB para o CFB. A elevação do fundo da abertura fica em ou acima da elevação do meio fluidizante. Uma barreira de controle de fluxo pode estar localizada a jusante da abertura.