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

(11) **PI 1005661-0 B1**

(22) Data do Depósito: 14/12/2010

(45) Data de Concessão: 17/10/2017

(54) Título: FORNO INDUSTRIAL COM UM TUBO ROTATIVO

(51) Int.Cl.: F27B 7/24

(30) Prioridade Unionista: 15/12/2009 DE 10 2009 058 311.4

(73) Titular(es): THYSSENKRUPP INDUSTRIAL SOLUTIONS AG

(72) Inventor(es): REINHARD GIESEMANN; EWALD HEIDEBUR

"FORNO INDUSTRIAL COM UM TUBO ROTATIVO"

A presente invenção se refere a um forno industrial com um tubo rotativo e um dispositivo de introdução de material estacionário acoplado na região de uma abertura dianteira do tubo rotativo.

Tais tipos de fornos industriais são empregados como os denominados fornos de retortas e servem, por exemplo, para o tratamento térmico de metais. Uma outra área de emprego é o tratamento térmico de xisto betuminoso para a obtenção de vapor de óleo.

Para que o tratamento térmico possa ser conduzido em uma atmosfera definida, é previsto entre o tubo rotativo e o dispositivo de introdução de material um arranjo de vedação que apresenta uma vedação de gás. Deste modo pode ser ajustada no recinto de processamento também uma pressão definida que, dependendo do processo, pode ser uma sobrepressão ou uma subpressão.

Entre o tubo rotativo em rotação e o dispositivo de introdução de material estacionário é prevista uma fenda necessária, que deve ter as menores dimensões possíveis, para impedir que o material saindo do recinto de processamento através da fenda atinja a vedação de gás.

Em determinados empregos, tais como no tratamento de xisto betuminoso, por exemplo, o tubo rotativo funciona com um grau de enchimento de material de aproximadamente 50%. Devido ao alto grau de enchimento, não é possível se empregar uma parede de transferência rotativa ou semelhante para a introdução do material no recinto de processamento.

Por este motivo já foi proposto se dispor uma calha de introdução de material com uma parede extrema estacionária diante do tubo rotativo em rotação. Devido ao alto grau de enchimento e à pressão hidrostática elevada assim produzida na pilha de material no recinto de processamento, no caso dos fornos conhecidos na prática, e em um tempo relativamente curto, uma quantidade de material considerável é forçada através da fenda. O material atinge então rapidamente a vedação de gás, de modo que este é danificado em um período de tempo relativamente curto.

No documento DE 21 196 50 A foi, portanto, proposto um arranjo de vedação que compreende um cilindro estacionário comunicando-se com o dispositivo de introdução de material e um cilindro rotativo que gira juntamente com o tubo rotativo, sendo projetada entre os dois cilindros uma câmara anular em que é disposto um componente de sem fim helicoidal que gira em conjunto com o tubo rotativo; este recurso serve para devolver ao tubo rotativo um material em forma de pó que tenha eventualmente penetrado na câmara anular. O material que se encontra no tubo rotativo, no entanto, impede esse processo, de modo que somente fica garantida uma vedação suficiente com estados de enchimento relativamente baixos no tubo rotativo. Nos estados de enchimentos maiores tais como, por exem-

plo, de mais de 50%, penetra na câmara anular uma quantidade muito maior de material do tubo rotativo.

A presente invenção tem, portanto, o objetivo de melhorar de tal modo o arranjo de vedação em um tal forno industrial, que a vedação de gás possa ser mais bem protegida contra material eventual que venha a escapar do recinto de processamento.

De acordo com a presente invenção este objetivo é atingido pela parte característica da reivindicação 1.

O forno industrial de acordo com a presente invenção apresenta um tubo rotativo e um dispositivo de introdução de material estacionário acoplado na região de uma abertura dianteira do tubo rotativo, sendo previsto entre o tubo rotativo e o dispositivo de introdução de material um arranjo de vedação que compreende uma vedação de gás, que é limitada do recinto de processamento do tubo rotativo preenchido com material por meio de pelo menos uma primeira fenda entre o tubo rotativo e o dispositivo de introdução de material. O arranjo de vedação apresenta ainda uma câmara anular, que é prevista entre a primeira fenda e a vedação de gás e uma abertura de extração em comunicação com o recinto de processamento. Na câmara anular é ainda previsto um dispositivo de elevação para levantar o material do recinto de processamento que tenha entrado através da primeira fenda na câmara anular, e para reconduzir o mesmo através da abertura de extração para o recinto de processamento.

O princípio que norteia a presente invenção é de que a fenda somente pode ser reduzida até um ponto. Não pode ser, portanto, impedido que um material com um grau de enchimento de 50% e mais se acumule forçosamente junto à fenda, e com o decorrer do tempo uma parte do material seja forçada através da fenda. Com o emprego do dispositivo de elevação que é disposto no interior da câmara anular, este material é então levantado e devolvido ao recinto de processamento através da abertura de extração, de modo que pelo uma boa parte do material que foi introduzido pela fenda seja afastada da vedação de gás e seja reconduzida ao recinto de processamento.

Deste modo pode ser consideravelmente prolongada a vida útil da vedação de gás, sendo economizados não somente os custos com a vedação de gás, como também ocorrem períodos de paralisação mais curtos do forno industrial.

Outras modalidades da presente invenção são objeto das reivindicações secundárias.

De acordo com uma modalidade preferida da presente invenção, o dispositivo de vedação compreende um cilindro estacionário em comunicação com o dispositivo de introdução de material e um cilindro que gira em conjunto com o tubo rotativo, sendo a câmara anular delimitada pelos dois cilindros. Neste caso pode ser especialmente previsto se projetar a abertura de extração no cilindro estacionário. A abertura de extração é disposta, por-

tanto, de preferência estacionária acima de um nível superior de material que se acumula no decorrer do funcionamento do tubo rotativo.

Consoante uma outra modalidade da presente invenção, em uma região da câmara anular são previstos elementos condutores, que são projetados em forma de um sem fim de alimentação e são de tal modo direcionados, que, com uma direção de rotação dada do tubo de rotação, o material que tenha eventualmente atingido a região dos elementos condutores é conduzido para dentro do dispositivo de elevação. Deste modo é apanhado também aquele material que não pode ser reconduzido para o recinto de processamento da primeira vez por meio do dispositivo de elevação. Estes elementos condutores representam, portanto, um recurso opcional adicional para proteger a vedação de gás. Estes elementos condutores podem ser projetados especialmente em forma de uma rosca de um ou mais passos.

O dispositivo de elevação é, de preferência, formado através de uma multiplicidade de pás de elevação distribuídas na periferia e girando em conjunto com o tubo rotativo.

Além disso, pode ser ainda delimitada na câmara anular uma pré-câmara, que esteja em comunicação com o recinto de processo através da primeira fenda e com o restante da câmara anular através de uma segunda fenda. Esta pré-câmara apresenta uma parede limite que gira juntamente com o tubo rotativo, sendo esta parede dotada com uma multiplicidade de orifícios, através dos quais o material eventual que tenha sido forçado através da primeira fenda para dentro da pré-câmara chegue diretamente ao dispositivo de elevação.

O dispositivo de introdução de material pode, além disso, apresentar uma parede extrema estacionária com a qual é fechada a abertura dianteira do tubo rotativo e compreender uma calha de introdução, que desemboca no cilindro estacionário e fixado à parede extrema.

Consoante uma terceira medida para a proteção da vedação de gás pode ainda se prever uma terceira fenda entre o cilindro que gira juntamente com o tubo rotativo e a parede extrema, criando esta fenda uma comunicação entre a câmara anular e um dispositivo de transbordo.

O dispositivo de elevação já representa sozinho um recurso eficaz para a proteção da vedação de gás, ao passo que os elementos condutores e/ou o dispositivo de transbordo oferecem uma proteção adicional da vedação de gás. Com uma combinação de todos os três recursos, a vedação de gás é 100 % essencialmente protegida contra o material eventual que escapa do recinto de processamento.

Outras vantagens e modalidades da presente invenção serão descritas com detalhes abaixo com referência à descrição e ao desenho.

Nos desenhos:

A Figura 1 mostra uma ilustração em seção do forno industrial na região do dispositivo de introdução de material,

A Figura 2 mostra uma ilustração em seção ampliada na região da câmara anular,

A Figura 3 mostra uma ilustração em seção tirada ao longo da linha A-A da Figura 1 e

A Figura 4 é um diagrama da câmara anular com o dispositivo de elevação e os elementos condutores.

A Figura 1 mostra um forno industrial 1, que é projetado especialmente em forma de retorta para o tratamento térmico de xisto betuminoso. Ele consiste essencialmente em um tubo rotativo 2, que gira ao redor de um eixo 2a, e em um dispositivo de introdução de material 3 estacionário acoplado na região de uma abertura dianteira 2b. O dispositivo de introdução de material 3 compreende uma parede extrema estacionária 4, com a qual é fechada a abertura dianteira 2b do tubo rotativo 2 e uma calha de introdução 5.

Além disso, é previsto um arranjo de vedação 6, que compreende neste contexto uma vedação de gás 7 convencional. Ele é de tal modo configurado que, pode compensar tanto o movimento oscilante como também eventuais sacudidelas verticais do tubo rotativo 2. Uma tal vedação de gás é descrita com detalhes em EP 0 274 090 B1.

Ela apresenta ainda um cilindro 9 estacionário ligado com a parede extrema 4 estacionária do dispositivo de introdução de material 3, e um cilindro 10 que gira juntamente com o tubo rotativo, sendo delimitada entre os dois cilindros 9, 10 uma câmara anular 11 que está em comunicação com o recinto de processamento 2c do tubo rotativo 2 através de uma primeira fenda 8.

A câmara anular 11 é ilustrada na Figura 2 em um tamanho um tanto maior e compreende uma pré-câmara 11a, que está em comunicação com o recinto de processamento 2a através da primeira fenda 8 e com o restante da câmara anular 11 através de uma segunda fenda 12. Ela é delimitada por uma parte do cilindro estacionário 9 assim como por dois flanges periféricos 13, 14 ligados firmemente ao cilindro 9. A delimitação restante é constituída por uma parede limite cilíndrico que gira juntamente com o cilindro 10, sendo a parede limite cilíndrica dotada com uma multiplicidade de orifícios 15. Um eventual material que escapar do recinto de processamento 2a e penetrar através da fenda na pré-câmara 11a, chega assim através dos orifícios 16 na parte restante da câmara anular 11 e justamente em uma região na qual é disposto um dispositivo de elevação 17 que consiste em uma multiplicidade de pás de elevação. As pás de elevação são firmemente ligadas com o cilindro rotativo 10 e encaminham assim o material que cai através dos orifícios 16 diante das pás de elevação, através do movimento rotativo do tubo rotativo, para cima.

A câmara anular 11 apresenta na sua região superior uma abertura de extração 18 projetada no cilindro estacionário 9. Conforme se pode ver especialmente na Figura 3, esta abertura de extração se estende, por exemplo, da posição de 10:00 horas para a posição de 1:00 hora, formando, portanto, um ângulo α de aproximadamente 90°, por exemplo. O mate-

rial conduzido com o dispositivo de elevação 17 para cima é então reconduzido ao recinto de processamento 2a através dos orifícios 16 da pré-câmara 11a e da abertura de extração 18. A abertura de extração 18 é de tal modo dimensionada, que ela se encontra sempre acima do nível superior do material que se cria durante o funcionamento normal do tubo rotativo, de modo que fica impedido que o material escape do recinto de processamento 2a através da abertura de extração 18 e atinja a câmara anular.

Junto ao dispositivo de elevação 17 são previstos na região restante da câmara anular 11, além disso, elementos condutores 19, que são projetados em forma de um sem fim de alimentação e são de tal modo dispostos, que eles conduzem para o dispositivo de elevação 17 a uma direção dada de rotação do tubo rotativo o material eventual que atinge a região dos elementos condutores. No caso deste material se trata especialmente daquele que não foi apanhado pelas pás de elevação 17 e daquele que penetrou através da segunda fenda 12.

A interação do dispositivo de elevação 17 com os elementos condutores 19 pode ser bem reconhecida também no diagrama consoante a Figura 4.

A extremidade da câmara anular 11 afastada do recinto 2c é delimitada pela parede extrema estacionária. Forma-se assim entre o cilindro 10 rotativo e a parede extrema 4 uma terceira fenda 20, que faz a comunicação entre a câmara anular 11 e o dispositivo de transbordo 21. A vedação de gás 7 a ser protegida é disposta somente depois de um quarta fenda 22 que é projetada entre o dispositivo de transbordo 21 e o cilindro 10 rotativo.

Com uma combinação dos três recursos (dispositivo de elevação 17, elementos condutores 19 e dispositivo de transbordo 21) pode ser impedido de modo confiável que uma proporção considerável de material chegue à vedação de gás 7, de modo que pode ser prolongado consideravelmente sua vida útil.

REIVINDICAÇÕES

1. Forno industrial (1) com um tubo rotativo (2) e um dispositivo de introdução de material (3) estacionário, acoplado na região de uma abertura dianteira do tubo rotativo (2), sendo previsto entre o tubo rotativo (2) e o dispositivo de introdução de material (3) um arranjo de vedação (6) que compreende uma vedação de gás (7), que é delimitada com o recinto de processamento do tubo rotativo (2) preenchido com material, por meio de pelo menos uma primeira fenda (8) entre o tubo rotativo (2) e o dispositivo de introdução de material (3) em que o arranjo de vedação (6) apresenta uma câmara anular (11) que é prevista entre a primeira fenda (8) e a vedação de gás (7), apresentando a câmara anular (11) uma abertura de extração (18) que está em comunicação com o recinto de processamento (2c), e sendo previsto na câmara anular (11) um dispositivo de elevação (17) e que é projetado em forma de uma multiplicidade de pás distribuídas na periferia e girando em conjunto com o tubo rotativo (2) para elevar o material do recinto de processamento (2c) que tenha penetrado pela primeira fenda (8) na câmara anular (11) e para devolver o mesmo através da abertura de extração (18) ao recinto de processamento (2c)

CARACTERIZADO pelo fato de que são previstos em uma região a câmara anular (11) elementos condutores (19) que são projetados em forma de um sem fim de alimentação e são de tal modo orientados que eles conduzem um material eventual que tenha atingido a região dos elementos condutores (19) para dentro do dispositivo de elevação (17). com uma direção de rotação predeterminada do tubo rotativo (2).

2. Forno industrial, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a abertura de extração é disposta estacionária acima de um nível superior de material que se forma durante o funcionamento do tubo rotativo.

3. Forno industrial, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o arranjo de vedação (6) compreende um cilindro estacionário (9) conectado ao dispositivo de introdução de material (3) e um cilindro rotativo (10) que gira juntamente com o tubo rotativo (2) e pelo fato de que a câmara anular (11) é limitada pelos dois cilindros.

4. Forno industrial, de acordo com a reivindicação 2, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a abertura de extração (18) é projetada no cilindro estacionário (9).

5. Forno industrial, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, **CARACTERIZADO** pelo fato de que na câmara anular é delimitada uma pré-câmara (11a) que está em comunicação com o recinto de processamento (2c) através da primeira fenda (8) e com o restante da câmara anular através de uma segunda fenda (12) e apresenta uma parede limite (15) que gira juntamente com o tubo rotativo, sendo a parede limite (15) dotada com uma multiplicidade de orifícios (16) através dos quais um material eventual que tenha penetrado na pré-câmara (11a) através da primeira fenda (8), penetre diretamente no dispositivo de elevação (17).

6. Forno industrial, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o dispositivo de introdução de material (3) apresenta uma parede extrema (4) estacionária, com a qual a abertura dianteira (2b) do tubo rotativo (2) é fechada.

7. Forno industrial, de acordo com qualquer uma das reivindicações 2 e 6, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o dispositivo de introdução de material (3) compreende uma calha de introdução (5) que desemboca no cilindro (9) estacionário fixado à parede extrema (4).

8. Forno industrial, de acordo com a reivindicação 7, **CARACTERIZADO** pelo fato de que entre o cilindro (10) que gira juntamente com o tubo rotativo e a parede extrema (4) é prevista uma terceira fenda (20) que faz a câmara anular se comunicar com o seu dispositivo de transbordo (21).

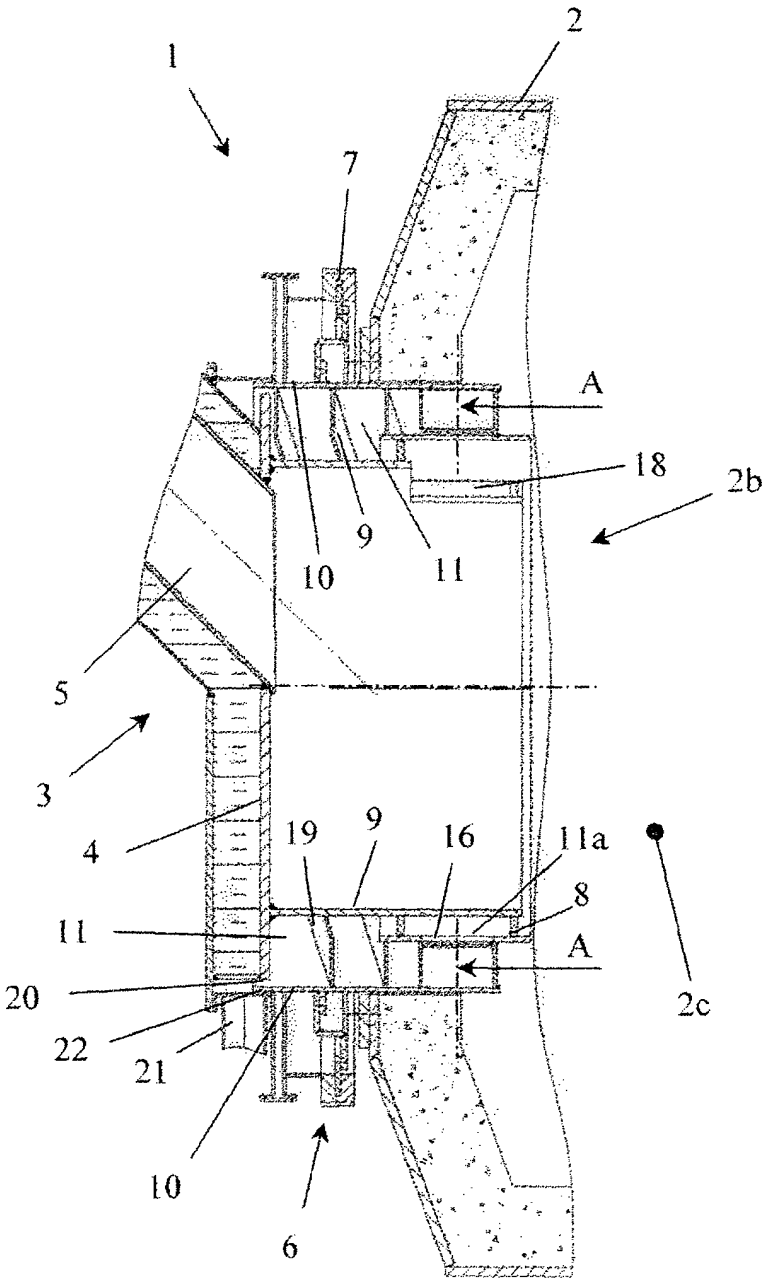

Fig. 1

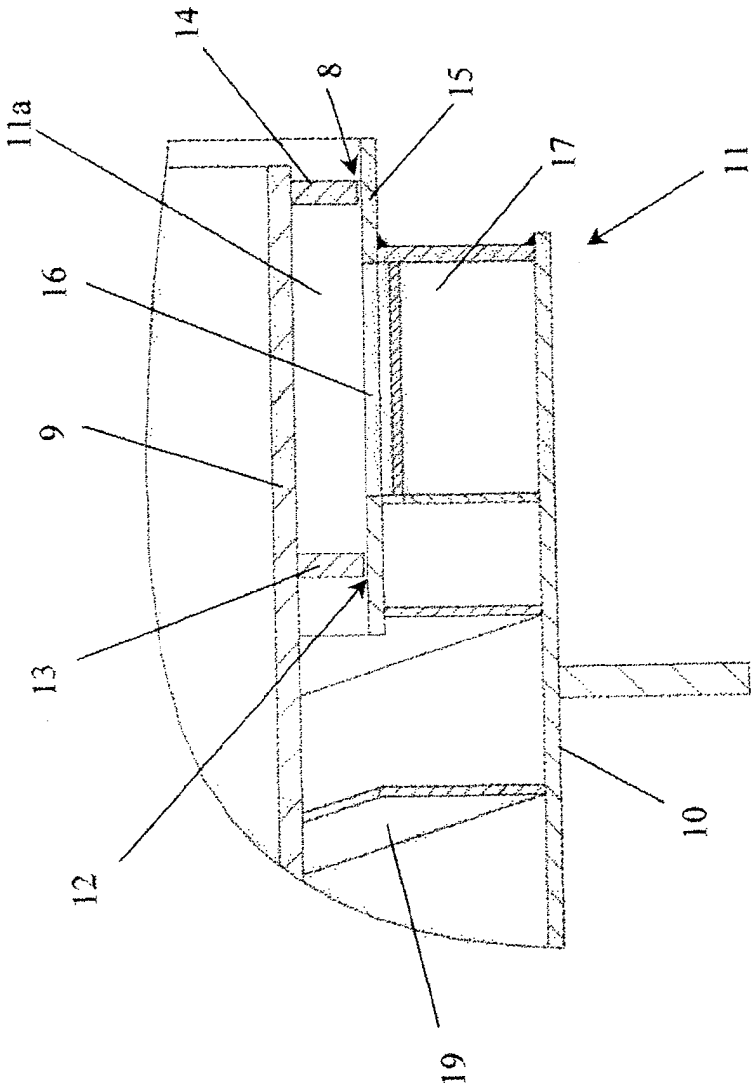

Fig. 2

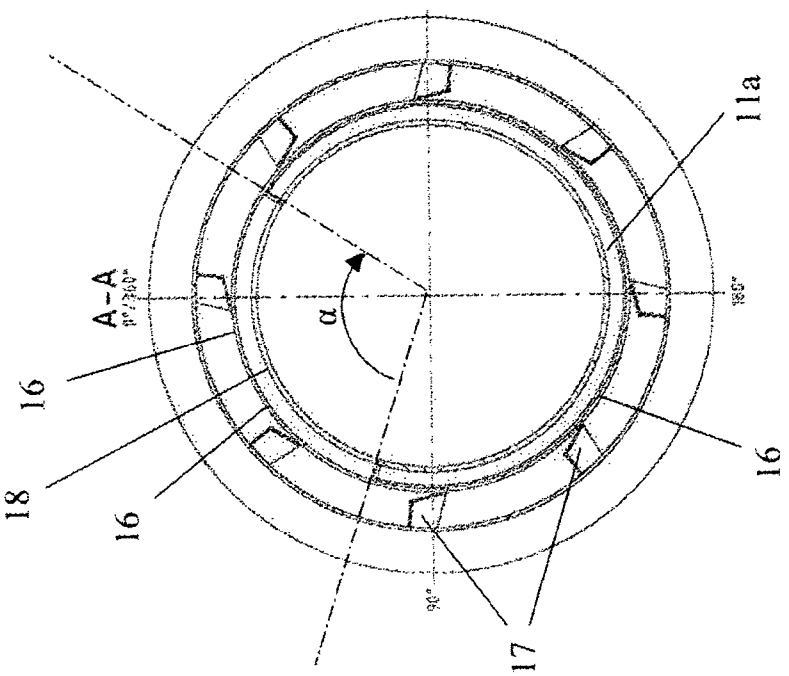

Fig. 3

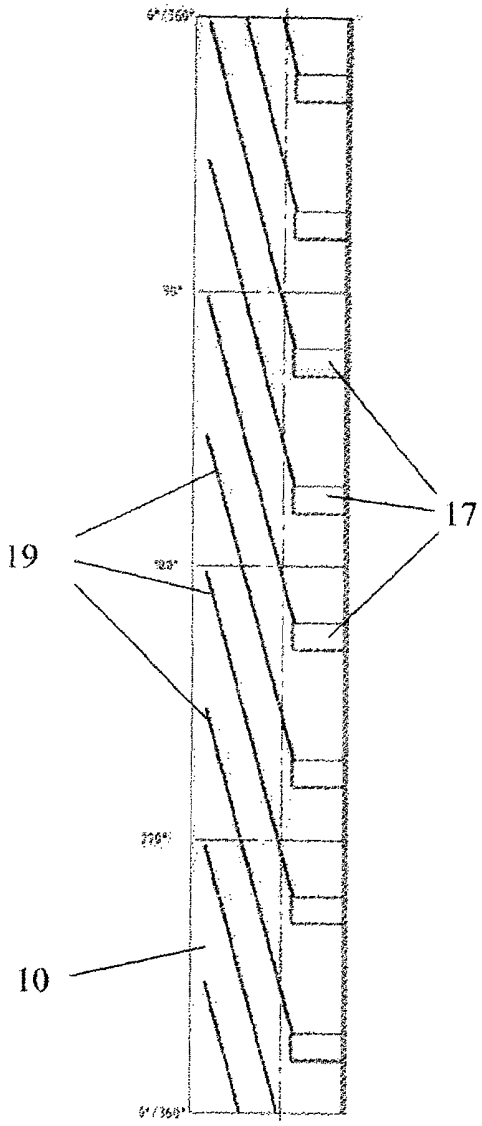

Fig. 4