



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

(21) PI 0808406-8 A2



* B R P I 0 8 0 8 4 0 6 A 2 *

(22) Data de Depósito: 04/03/2008

(43) Data da Publicação: 15/07/2014
(RPI 2271)

(51) Int.Cl.:

C10J 3/46

C10J 3/56

B01J 8/24

B01J 8/38

(54) Título: DISPOSITIVO PARA PRODUIR UM GÁS DE PRODUTO DE UM COMBUSTÍVEL (57) Resumo:

(30) Prioridade Unionista: 05/03/2007 NL 2000520

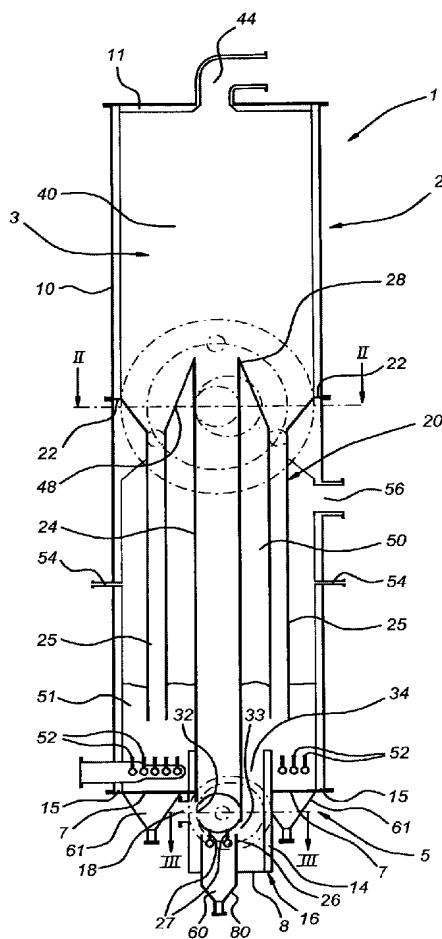
(73) Titular(es): Stichting Energieonderzoek Centrum Nederland

(72) Inventor(es): Abraham Van Der Drift, Christiaan Martinus Van Der Meijden

(74) Procurador(es): Momsen, Leonardos & CIA.

(86) Pedido Internacional: PCT NL2008050125 de 04/03/2008

(87) Publicação Internacional: WO 2008/108644de 12/09/2008



“DISPOSITIVO PARA PRODUZIR UM GÁS DE PRODUTO DE UM COMBUSTÍVEL”

A invenção refere-se a um dispositivo para produzir um gás de produto de um combustível, como biomassa, compreendendo um reator delimitado por uma parte de base, ou parte de fundo, e paredes de reator, cujas paredes de reator compreendem uma parede periférica e uma parede superior ou parede de topo, cujo reator compreende:

- uma abertura de suprimento para o suprimento de combustível,

- pelo menos um tubo ascendente para converter quimicamente o combustível suprido em pelo menos um gás de produto, o tubo ascendente sendo provido no interior da parede periférica e compreendendo uma extremidade superior ou uma extremidade de topo, e uma extremidade inferior ou extremidade de fundo, bem como,

- uma abertura de descarga para a descarga do gás de produto.

É conhecido um dispositivo para produzir um gás de produto a partir de biomassa. A biomassa suprida ao tubo ascendente compreende geralmente 80%, em peso, de componentes voláteis e 20%, em peso, de, substancialmente, carvão sólido ou produtos carbonizados. Aquecendo-se a mencionada biomassa suprida ao tubo ascendente a uma temperatura apropriada em um ambiente de baixo oxigênio, ou seja, uma quantidade de oxigênio subestequiométrica, ou sem oxigênio, resulta em pirólise e gaseificação no tubo ascendente. A mencionada temperatura apropriada no tubo ascendente é geralmente maior do que 800°C, entre 850-900° C.

A pirólise dos componentes voláteis resulta na criação de um gás de produto. O gás de produto é, por exemplo, uma mistura de gases compreendendo CO, H₂, o CH₄ e, opcionalmente, hidrocarbonetos maiores. Após tratamento adicional, o mencionado gás de produto combustível estará adequado para uso como um combustível. Devido à baixa velocidade de

gaseificação, os produtos carbonizados presentes na biomassa gaseificarão no tubo ascendente simplesmente por uma quantidade limitada. Conseqüentemente, os produtos carbonizados são inflamados geralmente em uma zona separada do reator. Além disso, como resultado da pirólise e gaseificação, várias substâncias indesejáveis podem ser liberadas, como alcatrão.

Durante a inicialização da instalação, a temperatura sobe da temperatura ambiente à temperatura de pirólise e gaseificação em um período de tempo relativamente curto. Conseqüentemente, o tubo ascendente é submetido a um grau considerável de expansão térmica. Isto pode resultar em dano ao tubo ascendente, como a formação de rachaduras.

É um objetivo da invenção prover um dispositivo para produzir um gás de produto de biomassa, no qual o risco de dano como um resultado da expansão térmica é reduzido.

Este objetivo é atingido, de acordo com a invenção, pelo fato do tubo ascendente ser acoplado a pelo menos uma parede do reator, e a extremidade inferior ou extremidade de fundo do tubo ascendente estar a uma distância acima de pelo menos uma seção ou porção de base que está abaixo dela e ser móvel livremente sob o efeito da expansão térmica. De acordo com a invenção, o tubo ascendente é suspenso da parede periférica e/ou da parede de topo do reator. Por exemplo, a extremidade superior do tubo ascendente é acoplada à parede periférica e/ou à parede de topo do reator. A extremidade de fundo do tubo ascendente é livre para se expandir para a região de fundo do reator, sob o efeito da expansão térmica, na direção longitudinal do tubo ascendente. A extensão, como resultado da expansão térmica é, por exemplo, aproximadamente, 5cm. Em sua extremidade de fundo, o tubo ascendente não é acoplado, de modo que não ocorre nenhum esforço térmica local. A expansão térmica do tubo ascendente é, desse modo, acomodada no lado de baixo do reator. O risco de dano é, portanto, reduzido.

Deve ser notado que um reator de leito fluidizado é apresentado no W02005/037.422, no qual um gás de fluidização flui para uma câmara de distribuição no fundo do reator via uma entrada. Da câmara de distribuição, o gás de fluidização passa para a extremidade de fundo de um tubo ascendente, onde o gás se mistura com partículas fluidizadas. Acima da câmara de distribuição, matéria sólida é suprida ao tubo ascendente. Após deixar o tubo ascendente por sua extremidade de topo, gás e partículas sólidas são separados um do outro em uma câmara de ciclone. Embora seja feita menção ao fato do tubo ascendente poder se expandir térmica e livremente na direção vertical, não é estabelecido onde a mencionada expansão térmica é acomodada. De acordo com a invenção, a extremidade de fundo do tubo ascendente pode se expandir livremente, enquanto a extremidade de topo é fixa.

Em um modo de realização, a extremidade superior, ou extremidade de topo, do tubo ascendente é acoplada por uma parede divisória à parede periférica do reator, na qual, o interior do reator compreende uma câmara de separação e uma câmara de combustão, separadas uma da outra, de um modo substancialmente impermeável ao gás, pela parede divisória. A conexão entre a extremidade de topo do tubo ascendente e a parede periférica é substancialmente impermeável ao gás. A câmara de separação e a câmara de combustão estão apenas em comunicação uma com a outra por meio do tubo ascendente e, por exemplo, de um ou mais tubos de descida. Para o restante a câmara de separação e a câmara de combustão são separadas de modo impermeável ao gás, uma da outra. Como resultado, é impedido vazamento indesejado entre a câmara de separação e a câmara de combustão.

Em um modo de realização, o reator compreende um leito fluidizável de material granular arranjado sobre a base, ou fundo, do reator, na qual, a extremidade de fundo do tubo ascendente se estende para o leito fluidizado. No uso, a extremidade de fundo do tubo ascendente se estende

para o leito fluidizável.

De modo a produzir um leito fluidizado, é possível prover, por exemplo, pelo menos um bocal para injetar um fluido de fluidização no, ou sob o tubo ascendente. Em uso, o tubo ascendente é carregado parcialmente com um material granular, como grãos de areia, que fluidiza devido ao gás de fluidização acima do bocal. Devido ao fato da extremidade de fundo do tubo ascendente se estender para o leito de material granular, pode não haver troca de gás entre o gás do interior e o gás do lado de fora do tubo ascendente, acima do leito de material granular. Devido à combustão, esta troca de gás poderia resultar em pontos quentes locais e, portanto, em dano ao material do tubo ascendente.

Deve ser notado que o leito fluidizado, ou material granular, acima do bocal conduz calor. Como resultado, a temperatura do leito fluidizado de material granular é, por conseguinte, substancialmente, uniforme. A mencionada temperatura do leito de material granular é relativamente alta, por exemplo, maior do que 800°C, entre 850-950°C. Entretanto, abaixo do bocal, no tubo ascendente, o material granular forma uma “zona morta”, na qual o material granular é substancialmente estacionário. Ao contrário de um leito fluidizado de material granular, o material granular estacionário é um isolante térmica. Isso resulta em um gradiente de temperatura considerável na direção vertical do tubo ascendente – na direção descendente, a temperatura do material granular no tubo ascendente decresce gradualmente para a temperatura ambiente.

O bocal é arranjado, por exemplo, acima da porção de fundo que está debaixo do tubo ascendente. A zona “morta” fica, então, situada entre a mencionada porção e o bocal, com a extremidade de fundo do tubo ascendente localizada acima dela. Na extremidade de fundo do tubo ascendente está situada a zona de material granular.

Preferivelmente, a extremidade de fundo do tubo ascendente

está situada debaixo da abertura de suprimento, para o suprimento de combustível. Em uso, por exemplo, o combustível é suprido pelo lado, para o leito fluidizado, que está a uma temperatura relativamente alta, de modo que pirólise e gaseificação do combustível possam ocorrer de maneira efetiva.

5 De acordo com a invenção, é possível que o fluido de fluidização no tubo ascendente seja um gás de fluidização formado, por exemplo, por vapor, ou dióxido de carbono (CO_2). Vapor e dióxido de carbono (CO_2) são vantajosos devido apresentarem uma presença simplesmente limitada, ou mesmo, ausência de nitrogênio. Outros gases de
10 baixo nitrogênio também são apropriados. Entretanto, dependendo do uso, o tipo de biomassa suprido e as especificações do gás de produto a ser produzido, é possível usar outros gases de fluidização.

Em um modo de realização da invenção, o tubo ascendente é aberto em sua extremidade de topo, onde o reator compreende uma câmara de
15 separação entre a extremidade de topo aberta do tubo ascendente e a parede de topo, para separar gás e partículas sólidas, a qual é projetada, por exemplo, como uma câmara de repouso. A câmara de repouso forma um reservatório tendo um volume relativamente grande. Em uso, o gás de produto produzido no tubo ascendente e a matéria sólida arrastada; incluindo produtos
20 carbonizados e partículas do leito fluidizado, é descarregada na câmara de repouso. Como resultado, a velocidade diminuirá, uma vez que a área de superfície atravessada pelo fluxo da câmara de repouso é muito maior do que a área de superfície atravessada pelo fluxo do tubo ascendente. Conseqüentemente, a matéria sólida do tubo ascendente é novamente
25 afundada devido à força da gravidade

Neste caso, a abertura de descarga para descarregar o gás de produto pode ser arranjada na parede de topo, cuja abertura de descarga é alinhada substancialmente em relação à extremidade de topo aberta do tubo ascendente. Se a câmara de repouso for suficientemente alta, a força da

gravidade impedirá, adequadamente, que partículas sólidas relativamente grandes alcancem a abertura de descarga para o gás de produto. Incidentalmente, ainda é possível que partículas de poeira fina sejam descarregadas juntamente com o gás de produto através da abertura de
5 descarga. Conseqüentemente, na prática, o gás de produto será submetido a um tratamento posterior. O mencionado tratamento posterior compreende, por exemplo, resfriamento, remoção de poeira e remoção de alcatrão.

Em um modo de realização preferido, o reator é provido com uma câmara de combustão conectada à câmara de separação por pelo menos
10 um duto descendente. Cada duto descendente provê uma conexão entre a câmara de separação e a câmara de combustão. Para o restante, a câmara de combustão é hermeticamente separada da câmara de repouso pela parede divisória. A extremidade de fundo de cada duto descendente se estende para o leito fluidizado. Em uso, a matéria sólida produzida pela pirólise e
15 gaseificação, biomassa não reagida e partículas do leito fluidizado que passaram para a câmara de separação através do tubo ascendente e que lá foram separadas, são retornadas à câmara de combustão através do duto descendente. Subseqüentemente, os produtos carbonizados se inflamam na câmara de combustão resultando em gases de combustão e cinzas.

20 Em um modo de realização, o tubo ascendente é provido com uma abertura de passagem para permitir que o material granular passe da câmara de combustão para o tubo ascendente, a abertura de passagem arranjada debaixo da abertura de suprimento para o suprimento de biomassa. Em uso, partículas granulares inertes do leito fluidizado circulam no reator,
25 como grãos de areia. Os gases produzidos no tubo ascendente transportam as mencionadas partículas ao longo do leito fluidizado do tubo ascendente para a câmara de separação. Da câmara de separação as partículas afundam de volta no leito fluidizado na câmara de combustão através do duto descendente, ou tubos de descida. As partículas podem, então, ser recirculadas para o tubo

ascendente através da abertura de passagem. A abertura de passagem é arranjada, por exemplo, lateralmente na parede periférica do tubo ascendente.

De acordo com a invenção, o reator compreende preferivelmente diversos tubos de descida que são distribuídos uniformemente sobre o reator, o reator podendo ter, por exemplo, 2, 3, 4, 5, ou mais, tubos de descida. Usando diversos tubos de descida, os produtos carbonizados são distribuídos mais uniformemente na câmara de combustão.

De acordo com a invenção, a configuração dos tubo ascendentes e tubos de descida do reator pode ser projetada de várias maneiras. De acordo com a invenção, é possível, por exemplo, arranjar substancialmente o tubo ascendente centralmente no interior da parede periférica do reator, na qual os tubos de descida são posicionados a uma distância radial do tubo ascendente. O tubo ascendente e os tubos de descida estão, neste caso, vistos em secção transversal, distribuídos uniformemente no interior da parede periférica do reator.

Em um modo de realização preferido da invenção, o um ou mais tubo ascendentes, um ou mais tubos de descida, e a parede divisória entre eles, são formados integralmente como uma armação, a qual é suspensa de pelo menos uma das paredes do reator. A armação compreende preferivelmente metal, como aço. O topo da armação de aço é acoplado à parede periférica e/ou parede de topo do reator. No fundo da armação de aço, o tubo ascendente e os tubos de descida podem se expandir livremente. A extremidade de fundo dos tubos de descidas, neste caso, situada acima do fundo do reator.

De acordo com a invenção, é possível que a câmara de combustão compreenda diversos bocais para suprir ar de fluidização. Os bocais estão a uma distância do fundo do reator. Em uso, a câmara de combustão é carregada parcialmente com um material granular, como grãos de areia. Ambos, a câmara de combustão e o tubo ascendente contêm um leito

de material granular. Provedo ar de fluidização por baixo, o mencionado leito de material granular fluidiza acima dos bocais. A temperatura no leito fluidizado de material granular é distribuída substancialmente uniformemente. A mencionada temperatura é geralmente maior do que 900°C, por exemplo, 950°C. Os produtos carbonizados que são supridos à câmara de combustão através do duto descendente se inflamam no mencionado leito fluidizado quente feito, por exemplo, de grãos de areia quente. O ar de fluidização, neste caso, também serve como ar de combustão.

De acordo com a invenção; a parede periférica do reator, a uma distância acima dos bocais da câmara de combustão, compreende, preferivelmente, pelo menos uma abertura de entrada para introduzir ar secundário. O suprimento de ar secundário resulta em a uma boa pós-queima, que afeta favoravelmente as propriedades dos gases de combustão e cinzas produzidos durante a combustão.

Em um modo de realização da invenção, a parede periférica tem pelo menos uma abertura de saída para descarregar os gases de combustão produzidos pela combustão. A abertura de saída para os gases de combustão, neste caso, é posicionada preferivelmente sobre a lateral. Os gases de combustão descarregados através da abertura de saída são geralmente submetidos a um tratamento posterior, por exemplo, resfriamento e/ou remoção de poeira.

Em um modo de realização, o reator é provido com um membro de posicionamento para posicionar a extremidade de fundo do tubo ascendente. O membro de posicionamento é, por exemplo, pelo menos parcialmente situado no leito fluidizado de material granular. Um revestimento de tijolo pode ser provido entre a parede periférica do reator e a câmara de combustão e a câmara de separação, ou seja, um corpo feito de material isolante. Por exemplo, a câmara de combustão é formada por um recesso substancialmente cilíndrico no mencionado revestimento de tijolo,

enquanto a câmara de separação é delimitada por uma parede periférica de metal que se apóia contra o mencionado recesso. Neste caso, o membro de posicionamento compreende, por exemplo, numerosas partes de suporte do revestimento de tijolo que se encaixam lateralmente com a extremidade de fundo do tubo ascendente. As mencionadas partes de suporte se estendem radialmente para dentro, para o recesso cilíndrico, de modo a travar a extremidade de fundo do tubo ascendente - a extremidade de fundo ainda pode se mover na direção longitudinal sob o efeito da expansão térmica.

Em um modo de realização, o membro de posicionamento é provido com um tubo de posicionamento alinhado em relação ao tubo ascendente, no qual, o tubo de posicionamento e o tubo ascendente são ajustados parcialmente um dentro do outro. O diâmetro do tubo de posicionamento é menor, ou maior, do que o diâmetro do tubo ascendente, de modo que a extremidade de fundo do tubo ascendente e a extremidade de topo do tubo de posicionamento se ajustem uma na outra. O tubo ascendente pode se expandir livremente em relação ao tubo de posicionamento.

É possível que um vão anular seja formado entre o tubo de posicionamento e o tubo ascendente, no qual, a distância radial do mencionada vão é maior do que 1mm, por exemplo, 2 ou 3mm. O vão anular tem uma função dupla. Por um lado, o vão assegura que o tubo ascendente, em sua extremidade de fundo, seja capaz de se mover livremente sob o efeito da expansão térmica em relação ao tubo de posicionamento. Por outro lado, o vão provê uma abertura de passagem adicional para permitir que o material granular passe da câmara de combustão para o tubo ascendente.

Em um modo de realização, o fundo tem uma abertura de passagem na qual o tubo de posicionamento é fixado. Neste caso, o tubo de posicionamento se projeta além do fundo do reator. Se desejado, a área de passagem da abertura de passagem pode ser ajustada pelo deslocamento do tubo de posicionamento. Como resultado; a extremidade de topo do tubo de

posicionamento pode vedar, parcialmente, a abertura de passagem. Para esta finalidade, o meio de acoplamento do tubo de posicionamento tem uma posição de acoplamento, no qual o tubo de posicionamento é acoplado em um modo de vedação em relação ao fundo, e uma posição de liberação, na qual o
5 tubo de posicionamento pode ser deslocado em um modo de vedação através da abertura de passagem na parede de fundo.

A vedação é projetada de tal maneira que o tubo de posicionamento possa se mover além dela sem vazamento. A vedação pode ser projetada de várias maneiras. A vedação compreende, por exemplo, uma
10 guarnição de sobreposta. Uma guarnição de sobreposta tem um elemento de vedação deformável. Apertando pelo menos um parafuso, o elemento de vedação que é deformado, comprime, sob pré-tensão, contra ambos, a parede externa do tubo de posicionamento e o fundo do reator. A abertura de passagem entre o tubo de posicionamento e o fundo é, então, vedada,
15 enquanto o tubo de posicionamento pode ser deslocado ao longo da guarnição.

Em um modo de realização da invenção, o fundo do reator compreende uma primeira seção, ou porção, de fundo, que é conectada ao lado de baixo da parede periférica do reator, bem como, uma seção, ou
20 porção, periférica de parede de que se projeta para baixo a partir da primeira porção de fundo e cuja periferia é menor do que a periferia da parede periférica do reator, o tubo ascendente se estendendo no interior da porção de parede periférica e o fundo tendo uma segunda seção, ou porção, de fundo conectada ao lado de baixo da porção de parede periférica e o tubo ascendente
25 sendo arranjado a uma distância acima da segunda porção de fundo. A segunda porção de fundo, do fundo, estando, conseqüentemente, situada radialmente no interior e sob a primeira porção de fundo, da mesma. A primeira porção de fundo, do fundo, forma a parede de fundo da câmara de combustão. Como resultado da porção de parede periférica que se projeta, a

extremidade de fundo do tubo ascendente é situada debaixo da câmara de combustão.

Neste caso, é preferível que a abertura de suprimento, para o suprimento de combustível, seja arranjada entre a parede de fundo da câmara de combustão e a segunda porção de fundo da porção de parede periférica. Em outras palavras, a abertura de suprimento é situada abaixo da parede de fundo da câmara de combustão. Como resultado, é possível que o duto de alimentação conectado à abertura de suprimento funcione debaixo da câmara de combustão, em vez de através da câmara de combustão. O suprimento de biomassa ao tubo ascendente é, conseqüentemente, simples.

De acordo com um modo de realização da invenção; o fundo compreende pelo menos um funil, o qual é provido na extremidade de fundo afunilada com um meio de drenagem para drenar o material granular, como grãos de areia. Na prática, a biomassa suprida ao reator contém impurezas, por exemplo, pequenos seixos, pregos, ou peças de vidro. As mencionadas impurezas acabam no leito de material granular no tubo ascendente, ou na câmara de combustão. As impurezas afundam no leito de material granular nos respectivos funis. A seguir, o material do leito do qual as impurezas foram removidas é extraído via meio de drenagem. A seguir, o material de leito purificado, ou material de leito novo, é retornado ao reator. Desta maneira, é assegurado um leito ótimo de material granular no tubo ascendente e na câmara de combustão.

A invenção será descrita agora em maior detalhe com referência aos desenhos, nos quais:

a Fig. 1 mostra uma vista em seção transversal do dispositivo para produzir um gás de produto de biomassa de acordo com um primeiro modo de realização da invenção;

a Fig. 2 mostra uma vista em seção transversal ao longo de II-II, na Fig. 1;

a Fig. 3 mostra uma vista em seção transversal ao longo de III-III, na Fig. 1;

a Fig. 4 mostra uma vista em seção transversal do dispositivo para produzir um gás de produto de biomassa de acordo com um segundo modo de realização da invenção;

a Fig. 5 mostra uma vista em perspectiva de uma parte do dispositivo ilustrado na Fig. 4.

O dispositivo para produzir um gás de produto de biomassa, de acordo com a invenção, está denotado, em todas, pelo numeral de referência 1. A biomassa é constituída, geralmente por, 80%, por peso, de constituintes voláteis. Quando a biomassa é aquecida a uma temperatura de pirólise, por exemplo, 850°C, estes constituintes são liberados relativamente rápidos. Reações químicas resultam, então, na formação de CO, H₂ e hidrocarbonetos. Os 20% restantes da biomassa compreendem, essencialmente, carvão sólido e produto carbonizado. Leva um tempo considerável para gaseificar os produtos carbonizados a 850°C, mas, a combustão dos mesmos ocorre muito rapidamente. O dispositivo 1 forma um gaseificador alotérmico, ou indireto, que combina gaseificação para os constituintes voláteis e combustão para os produtos carbonizados. Como resultado da gaseificação indireta, a biomassa é convertida em um gás de produto apropriado como um combustível em, por exemplo, caldeiras, motores a gás e turbinas a gás.

O dispositivo 1 compreende um reator 2, que é delimitado por uma base, ou parte de base, ou seja, fundo, ou parte de fundo 5, uma parede periférica, ou circunferencial 10, e uma parede de topo, ou superior 11. Nesta descrição, a parede periférica 10 e a parede de topo 11 são referidas como paredes do reator. As mencionadas paredes do reator 10, 11 são paredes resistentes ao calor providas, por exemplo, com um recobrimento interno de isolante térmica, ou são feitas de material resistente ao calor, como aço resistente ao calor. As paredes do reator 10,11 e a parte de fundo 5 do reator 2

circundam um interior 3, no qual a biomassa pode ser tratada.

No interior do reator 2, uma armação 20 é suspensa da parede periférica 10. Para esta finalidade, a armação 20 é provida com flanges se projetando lateralmente 22, que são acoplados à parede periférica 10 por meio de parafusos, ou de outros meios de acoplamento. A armação 20 é feita de metal, por exemplo, aço. Obviamente, a armação 20 também pode ser suspensa da parede de topo 11 (não mostrada).

A armação 20 tem uma parede divisória 48 que divide o interior 3 do reator em dois espaços 40, 50 que são essencialmente separados um do outro. Os mencionados espaços mutuamente separados formam uma câmara de separação, designada como uma câmara de repouso, ou de deposição 40 e uma câmara de combustão 50, respectivamente. A armação 20 compreende, além disso, um tubo ascendente 24 e três tubos de descida 25. O tubo ascendente 24 e os tubos de descida 25 são arranjados na parede divisória 48. A câmara de combustão 50 e a câmara de deposição 40 estão em comunicação uma com a outra apenas através do tubo ascendente 24 e dos tubos de descida 25. Em outras palavras, a parede divisória 48 se estende entre o tubo ascendente 24 e os tubos de descida 25.

De acordo com a invenção, o número de tubos de descida e de tubo ascendentes pode variar – por exemplo, a armação tem cinco tubos de descida (não mostrados). O tubo ascendente 24 compreende uma extremidade de fundo 26 e uma extremidade de topo 28. Como ilustrado na Fig. 3, os tubos de descida 25 estão distribuídos uniformemente sobre a periferia do reator 2.

Em uso, um leito fluidizado de material granular inerte, por exemplo, um leito de areia 51, está presente na câmara de combustão 50. A esta extremidade, são providos vários bocais 52 na câmara de combustão 50 para suprimento de ar de fluidização. O ar de fluidização, neste caso, também serve como ar de combustão. A parede periférica 10 do reator 2 tem várias aberturas de entrada laterais 54 para suprir ar secundário à câmara de

combustão 50. As mencionadas aberturas de entrada 54 são arranjadas a uma distância acima do leito de areia 51.

A combustão dos produtos carbonizados na câmara de combustão 50 resulta em gases de combustão e cinzas. Como resultado, é liberada uma quantidade considerável de calor. A temperatura do leito de areia fluidizado na câmara de combustão 50 é, por exemplo, aproximadamente, 950°C. O tubo ascendente 24 é circundado pela câmara de combustão quente 50, resultando no tubo ascendente 24 também ser aquecido. Os gases de combustão saem da câmara de combustão 50 através de uma ou mais aberturas de saída laterais 56 se estendendo na parede periférica do reator 2.

Em uso, um leito fluidizado de material granular inerte, como um leito de areia, também está presente no tubo ascendente 24. Para esta finalidade, o tubo ascendente 24 tem vários bocais 27 para o suprimento de gás de fluidização. O gás de fluidização é preferivelmente vapor, CO₂ ou outro gás de baixo nitrogênio. A biomassa a ser tratada é passada para o leito fluidizado do tubo ascendente 24. Para esta finalidade, o reator 2 tem uma abertura de suprimento 18 para suprir biomassa, e o tubo ascendente 24 tem uma abertura de alimentação 32 conectada à abertura de suprimento 18 do reator 2.

Em uso, pirólise e gaseificação da biomassa ocorrem no tubo ascendente 24. A temperatura no tubo ascendente 24 é, então, 850-900°C. Os gases produzidos durante a gaseificação provêm uma velocidade ascendente adicional à corrente de gás no tubo ascendente 24. Os mencionados gases arrastam matéria sólida 20, incluindo os produtos carbonizados e grãos de areia do leito de areia no tubo ascendente 24: O gás de fluidização suprido dos bocais 27 contribui simplesmente de maneira limitada para a ascensão do gás de produto e matéria sólida. A extremidade de topo 28 do tubo ascendente 24, cuja extremidade de topo 28 está girada para longe da extremidade de fundo

26, é aberta. A extremidade de topo aberta 28 do tubo ascendente 24 termina na câmara de deposição 40. A câmara de deposição 40 se estende entre o tubo ascendente 24 e a parede de topo 11 do reator 2. A parede de topo 11 compreende uma abertura de descarga 44 para descarregar o gás de produto
5 que foi produzido no tubo ascendente 24.

Da câmara de deposição 40, a matéria sólida, incluindo produtos carbonizados e grãos de areia arrastados no tubo ascendente 24 cairá via tubos de descida 25. Os produtos carbonizados e a areia acabarão, então, na câmara de combustão 50. Os produtos carbonizados são inflamados na
10 câmara de combustão 50, da maneira descrita acima. A areia do leito de areia na câmara de combustão 50 pode fluir para o leito de areia no tubo ascendente 24.

Neste modo de realização exemplificativo, o fundo 5 do reator 2 tem uma primeira seção, ou porção, de fundo 7 que é conectada às bordas
15 de fundo 15 da parede periférica 10. No interior da porção de fundo 7, é acoplada uma seção, ou porção, de parede periférica 14 que se projeta para baixo. O diâmetro da porção de parede periférica 14 é menor do que o diâmetro da parede periférica 10. Como as paredes do reator 10, 11, a porção de parede periférica 14 é formada por uma parede resistente ao calor. No lado
20 de baixo 16 da porção de parede periférica 14, é acoplada uma segunda seção, ou porção, de fundo 8.

O tubo ascendente 24 é acomodado no interior da porção de parede periférica 14. O diâmetro do tubo ascendente 24 é menor do que o diâmetro da porção de parede periférica 14. A extremidade de fundo 26 do
25 tubo ascendente 24 não é acoplada à porção de fundo 8, mas está situada a um nível acima da porção de fundo 8. A extremidade de fundo 26 do tubo ascendente 24 forma uma extremidade livre. Como resultado, o tubo ascendente 24 pode se expandir livremente em sua extremidade de fundo 26.

Neste modo de realização exemplificativo, é provido um tubo

de posicionamento 80 debaixo do tubo ascendente 24: O diâmetro do tubo de posicionamento 80 é ligeiramente menor do que o diâmetro do tubo ascendente 24. Um espaçamento anular é provido entre o tubo ascendente 24 e o tubo de posicionamento 80 o que torna possível ao tubo ascendente 24 se expandir livremente. A extremidade de fundo 26 do tubo ascendente 24 se move sobre o tubo de posicionamento 80 quando o tubo ascendente 24 se expande.

Neste modo de realização exemplificativo, o tubo de posicionamento 80 é acoplado fixamente à porção de fundo 8. Incidentalmente, o tubo de posicionamento 80 pode ser acomodado de modo deslizável na porção de fundo 8, na qual é provida uma vedação para vedar o interior 3 do reator 2 em relação ao ambiente (não ilustrado). É igualmente possível o tubo de posicionamento 80 ter um diâmetro maior do que o tubo ascendente 24 - a extremidade de fundo 26 do tubo ascendente 24 se estendendo, então, livremente no interior do tubo de posicionamento 80.

A areia debaixo dos bocais 27 é substancialmente imóvel. Uma vez que a areia estacionária forma uma isolação térmica excelente, a temperatura no leito de areia sob os bocais 27 diminuirá com a profundidade crescente. Quanto maior a distância vertical dos bocais 27, ou seja, o leito fluidizado, menor a temperatura. Isto significa que a extremidade de fundo 26 do tubo ascendente 24 será relativamente fria, o que resulta em várias vantagens.

A seção de fundo 7 é provida com aberturas, que são fechadas pelos funis 61. Na extremidade principal de fundo, o tubo de posicionamento 80 é, do mesmo modo, fechado por um funil 60. O leito de areia da câmara de combustão 50 e o tubo ascendente 24 repousam, desse modo, sobre os funis 60, 61. Os funis 60, 61 têm, cada um, meios de extração, ou meios de drenagem, para extrair os grãos de areia. Qualquer impureza na areia, como pequenos seixos, pode, assim, ser removida.

A abertura de suprimento 18 do reator 2 para suprir biomassa é arranjada lateralmente na porção de parede periférica 14. A abertura de alimentação 32 do tubo ascendente 24 é alinhada em relação à abertura de suprimento 18 do reator 2 (ver Fig. 3). Para esta finalidade, o tubo ascendente 24 é situado excentricamente em relação à porção de parede periférica 14. Na localização da abertura de alimentação 32, a parede lateral externa do tubo ascendente 24 se apóia contra a parede lateral interna da porção de parede periférica, 14. O risco de biomassa vazar entre o tubo ascendente 24 e a porção de parede periférica 14 é, então, reduzido a um mínimo.

O tubo ascendente 24, além disso, têm pelo menos uma abertura de passagem 33 para a passagem dos grãos de areia. Um duto 34 provê uma conexão entre o leito de areia na câmara de combustão 50 e o leito de areia no tubo ascendente 24. Os grãos de areia fluem através do duto 34 pela abertura de passagem 33 no tubo ascendente 24.

Uma área de passagem da abertura de passagem 33 é definida pelo tubo de posicionamento 80. Se, por exemplo, o tubo de posicionamento 80, na Fig. 1, for colocado em uma posição ascendente, a área de passagem da abertura de passagem 33 é, por exemplo, reduzida. Nesse caso, a extremidade de topo do tubo de posicionamento fecha parcialmente a abertura de passagem 33. A posição vertical do tubo de posicionamento 80 é um parâmetro de projeto. A mencionada posição pode ser determinada de antemão e o tubo de posicionamento 80 é, subseqüentemente, acoplado fixamente na mencionada posição. É igualmente possível que o tubo de posicionamento 80 possa ser capaz de deslizar através da seção de fundo 8, como indicado acima, de modo que a posição vertical do mesmo possa ser ajustada.

As Figs. 4 e 5 mostram um segundo modo de realização do dispositivo para produzir um gás de produto de biomassa, de acordo com a invenção. A operação do mesmo corresponde, substancialmente, ao modo de

realização ilustrado nas Figs. 1-3. As vantagens e variações descritas acima também se aplicam ao segundo modo de realização. Partes idênticas, ou similares são, portanto, denotadas pelos mesmos numerais de referência.

As Figs. 4 e 5 ilustram um corpo isolante térmica 81. O corpo isolante térmica 81 pode ser projetado de várias maneiras e compreende vários materiais. O corpo isolante térmica 81 tem uma seção, ou porção, periférica que forma parte da parede periférica 10 e uma seção, ou porção, de fundo 85 que forma parte do fundo 5. O corpo isolante térmica 81 forma um recobrimento interno, ou revestimento de tijolo do reator 2. No interior do corpo isolante térmica 81, é provido um espaço no qual a armação 20 é
10 arranjada. A armação 20 compreende a câmara de separação 40, o tubo ascendente 24, e os tubos de descida 25. A armação 20 é suspensa da parede de topo 11 do reator 2.

Neste modo de realização exemplificativo, a câmara de
15 separação 40 tem uma parede de fundo de metal e uma parede periférica de metal, que formam parte da armação 20. As paredes de metal da câmara de separação 40 confinam no espaço provido no corpo isolante térmica 81. A parede de fundo forma uma parede divisória 48 entre a câmara de separação 40 e câmara de combustão 50. O tubo ascendente 24 e os tubos de descida 25
20 se estendem para baixo, a partir da parede de separação 48, até o leito fluidizado de material granular, por exemplo, um leito de areia 51. O nível do leito de areia está indicado na Fig. 4 pelo numeral de referência 58.

A extremidade de fundo 26 do tubo ascendente 24 está a uma distância acima da seção de fundo de isolamento térmica 85 do fundo 5
25 situado debaixo. Abaixo da extremidade de fundo livre 26 do tubo ascendente 24, a expansão do tubo ascendente 24 sob o efeito das mudanças na temperatura pode ser acomodada. A extensão térmica é, por exemplo, aproximadamente 5cm - neste caso, a extremidade de fundo 26 pode se estender para baixo por pelo menos a mencionada distância, sem tocar na

seção de fundo 85.

Deve ser notado que o corpo isolante térmica 81 é opcional. O reator 2, por exemplo, é feito de um material resistente ao calor, como aço resistente ao calor, de modo que o corpo isolante térmica 81 pode ser omitido (não ilustrado). Neste caso, a extremidade de fundo 26 é arranjada a uma distância tal da parte de fundo 5, em particular a seção da parte de fundo 5 que está situada debaixo, de acordo com o eixo longitudinal do reator 2, de modo que a extremidade de fundo 26 possa se expandir como resultado das mudanças na temperatura, sem tocar o fundo 5.

Como ilustrado na Fig. 5, a extremidade de fundo 26 do tubo ascendente 24 é acomodada de modo móvel entre duas projeções 86 do corpo isolante térmica 81. As projeções 86 impedem que a extremidade de fundo 26 do tubo ascendente 24 se dobre para o lado durante a expansão térmica do tubo ascendente 24.

Neste modo de realização exemplificativo, além disso, é provido um tubo de posicionamento 80 para posicionar a extremidade de fundo 26 do tubo ascendente 24. O tubo de posicionamento 80 é opcional, ou seja, pode ser omitido. O tubo de posicionamento 80 e o tubo ascendente 24 têm diâmetros diferentes e são, parcialmente, empurrados um contra o outro. Um vão anular é provido entre o tubo de posicionamento 80 e o tubo ascendente 24. O tubo de posicionamento 80 e o tubo ascendente 24 formam um tubo ascendente dividido, por assim dizer, que pode se acomodar para a expansão térmica na divisória.

O bocal, 27 é provido no tubo de posicionamento 80. O bocal 27 tem diversas aberturas pulverizadoras para suprir o fluido de fluidização. A zona "morta" está situada entre as aberturas pulverizadoras de fundo e a superfície de topo do fundo 5. Neste modo de realização exemplificativo, a extremidade de fundo 26 do tubo ascendente 24 está acima da zona "morta". A extremidade fundo 26 será, conseqüentemente, relativamente quente.

Neste modo de realização exemplificativo, o tubo de posicionamento 80 se estende através do fundo 5 por meio de uma vedação 30. A vedação 30 está situada na zona "morta" relativamente fria do leito fluidizado. O tubo de posicionamento 80 é, por exemplo, acoplado fixamente, ou pode ser deslizado através da parte de fundo 5.

O tubo de posicionamento 80 fecha parcialmente a abertura de passagem 33 contra o material granular do leito fluidizado (ver Fig. 5). O material granular do leito fluidizado 51 pode fluir para o tubo ascendente 24 da câmara de combustão 50 através da abertura de passagem 33 e através do vão anular. O vão anular tem um duplo propósito: por um lado, o vão anular permite a expansão térmica do tubo ascendente 24 em relação ao tubo de posicionamento 80 e, por outro lado, o vão anular provê uma passagem para o transporte do material granular.

O suprimento 18 para suprir biomassa está situado acima da abertura de passagem 33 para o material granular. Em uso, a biomassa provida passa, desse modo, imediatamente para a zona quente do leito fluidizado 51.

É claro que a invenção não está limitada aos modos de realização ilustrados nas figuras. Alguém experiente na técnica pode fazer várias modificações sem fugir do escopo da invenção. Por exemplo, a invenção também pode ser usada para combustíveis diferentes da biomassa e qualquer material granular apropriado pode ser usado no lugar da areia.

REIVINDICAÇÕES

1. Dispositivo (1) para produzir um gás de produto de um combustível, como biomassa, compreendendo um reator (2) delimitado por uma base (5) e paredes do reator, cujas paredes do reator compreendem uma
5 parede periférica (10) e uma parede superior (11), o reator (2) compreendendo:

- uma abertura de suprimento (18) para suprimento do combustível,

- pelo menos um tubo ascendente (24) para converter
10 quimicamente o combustível suprido a pelo menos um gás de produto; o tubo ascendente (24) sendo provido no interior da parede periférica (10) e compreendendo uma extremidade superior (28) e uma extremidade inferior (26), bem como,

- uma abertura de descarga (44) para a descarga do gás de
15 produto,

caracterizado pelo fato de que tubo ascendente (24) é acoplado a pelo menos uma parede do reator (10, 11), e a extremidade inferior (26) do tubo ascendente (24) está a uma distância acima de pelo menos uma seção da base (5) que esteja debaixo dela e seja móvel livremente sob o efeito da
20 expansão térmica.

2. Dispositivo (1) de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato da extremidade superior (28) do tubo ascendente (24) ser acoplada pelo menos a uma parede do reator (10, 11), como a parede periférica (10) do reator (2).

25 3. Dispositivo de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato da extremidade superior (28) do tubo ascendente (24) ser acoplada por uma parede divisória (48) à parede periférica (10) do reator (2) e, na qual o interior (3) do reator (2) compreende uma câmara de separação (40) e uma câmara de combustão (50), que são separadas uma da

outra de maneira substancialmente impermeável ao gás pela parede divisória (48).

4. Dispositivo de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato do reator (2) compreender um leito
5 fluidizável (51) de material granular arranjado sobre a base (5) do reator (2) e, no qual, a extremidade inferior (26) do tubo ascendente (24) se estende para o leito fluidizável (51).

5. Dispositivo de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de pelo menos um bocal (27) para injetar
10 um fluido de fluidização ser provido no, ou sob o tubo ascendente (24).

6. Dispositivo de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato da extremidade inferior (26) do tubo ascendente (24) estar situada debaixo da abertura de suprimento (18) para o suprimento de combustível.

7. Dispositivo de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato do tubo ascendente (24) ser aberto, em
15 sua extremidade superior (28) e, no qual, o reator (2) compreende uma câmara de separação (40) entre a extremidade superior aberta (28) do tubo ascendente (24) e a parede superior (11) para separar gás e partículas sólidas.

8. Dispositivo de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato do reator (2) ser provido com uma câmara de combustão (50) que
20 esteja conectada à câmara de separação (40) por pelo menos um duto descendente (25).

9 Dispositivo de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato do tubo ascendente (24) ser provido com uma abertura de passagem
25 (33) para permitir que material granular passe da câmara de combustão (50) para o tubo ascendente (24), a abertura de passagem (33) arranjada debaixo da abertura de suprimento (18) para suprimento de biomassa.

10. Dispositivo de acordo com a reivindicação 8 ou 9,

caracterizado pelo fato da câmara de combustão (50) compreender vários bocais (52) para suprir ar de fluidização.

11. Dispositivo de acordo com uma das reivindicações 8-10, caracterizado pelo fato do tubo ascendente (24) e o duto descendente (25) fazerem parte de uma armação (20) que está suspensa de pelo menos uma das paredes do reator (10, 11), do reator (2).

12. Dispositivo de acordo com uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato do reator (2) ser provido com um membro de posicionamento (80) para posicionar a extremidade inferior (26) do tubo ascendente (24).

13. Dispositivo de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato do membro de posicionamento ser provido com um tubo de posicionamento (80) alinhado em relação ao tubo ascendente (24) e, no qual, o tubo de posicionamento (80) e o tubo ascendente (24) são parcialmente ajustados um dentro do outro.

14. Dispositivo de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de um vão anular ser formado entre o tubo de posicionamento (80) e o tubo ascendente (24) e, no qual, a distância radial do mencionado vão é maior do que 1mm, por exemplo, 2 ou 3mm.

15. Dispositivo de acordo com a reivindicação 13 ou 14, caracterizado pelo fato da base (5) ter uma abertura de passagem na qual o tubo de posicionamento (80) é fixado.

16. Dispositivo de acordo com uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato da abertura de descarga (44) estar arranjada na parede superior (11), cuja abertura de descarga (44) é alinhada substancialmente em relação à extremidade superior aberta (28) do tubo ascendente.

Fig 1

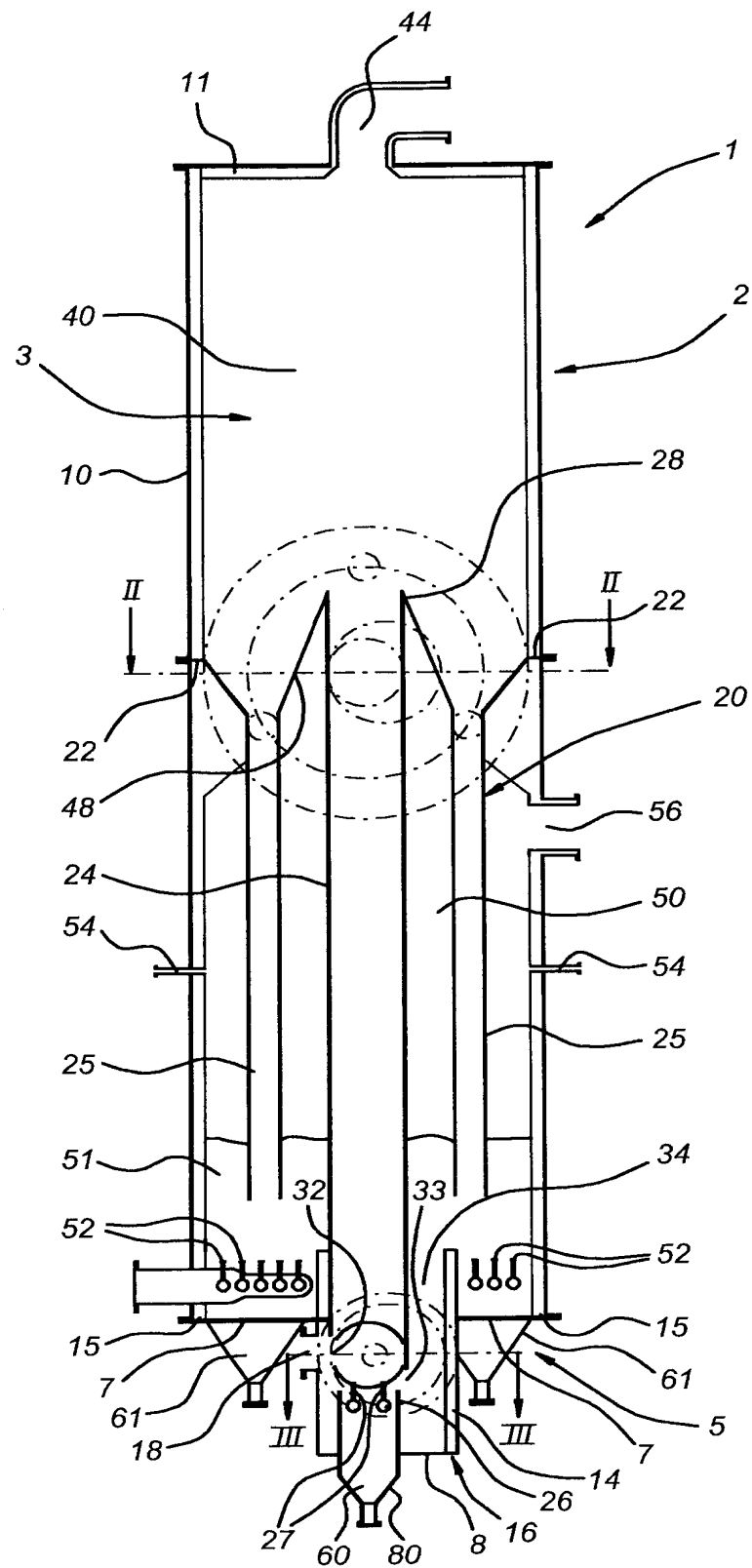


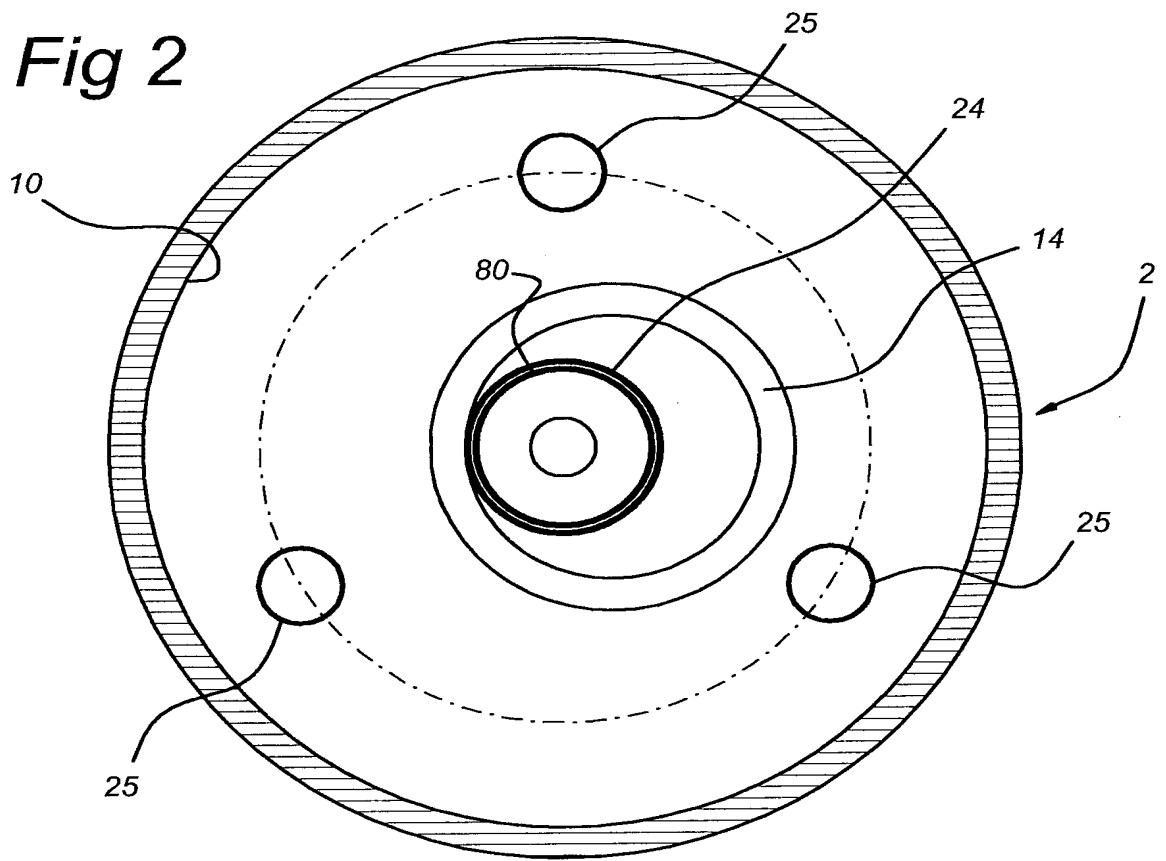
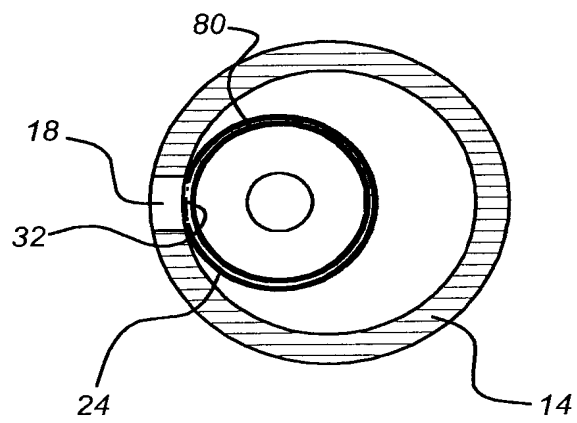
Fig 2*Fig 3*

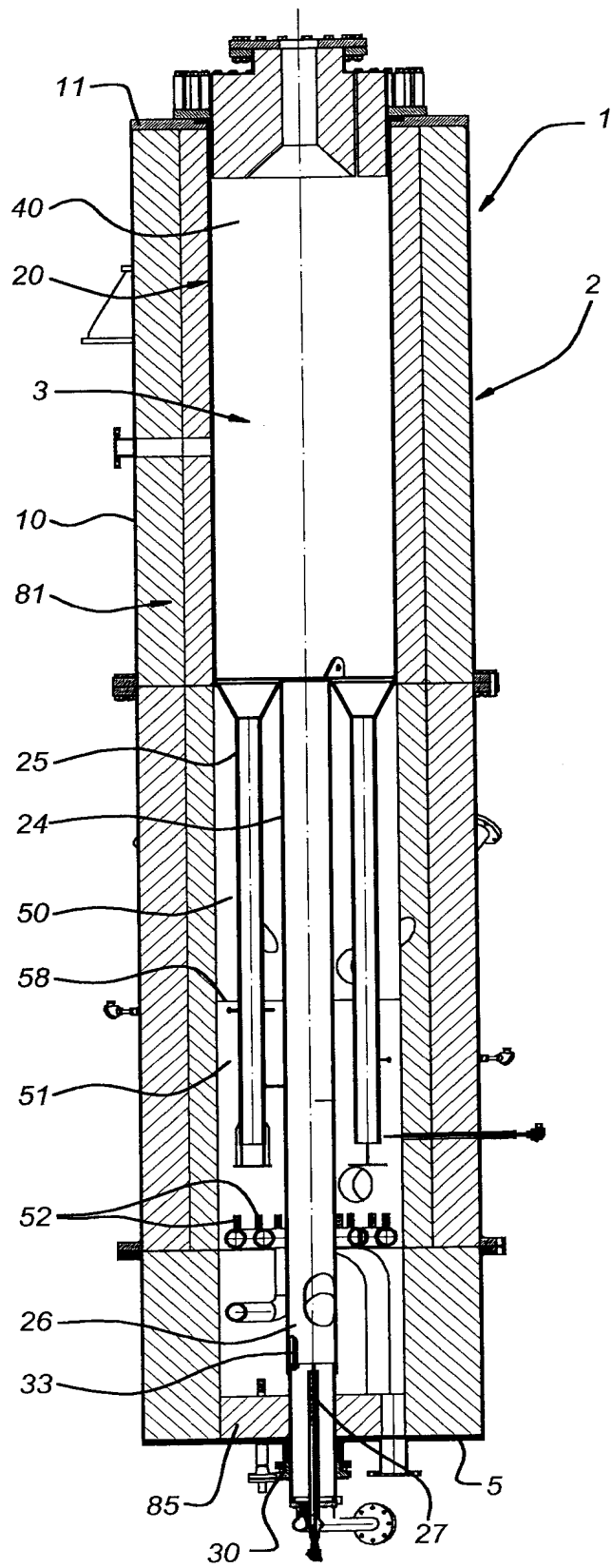
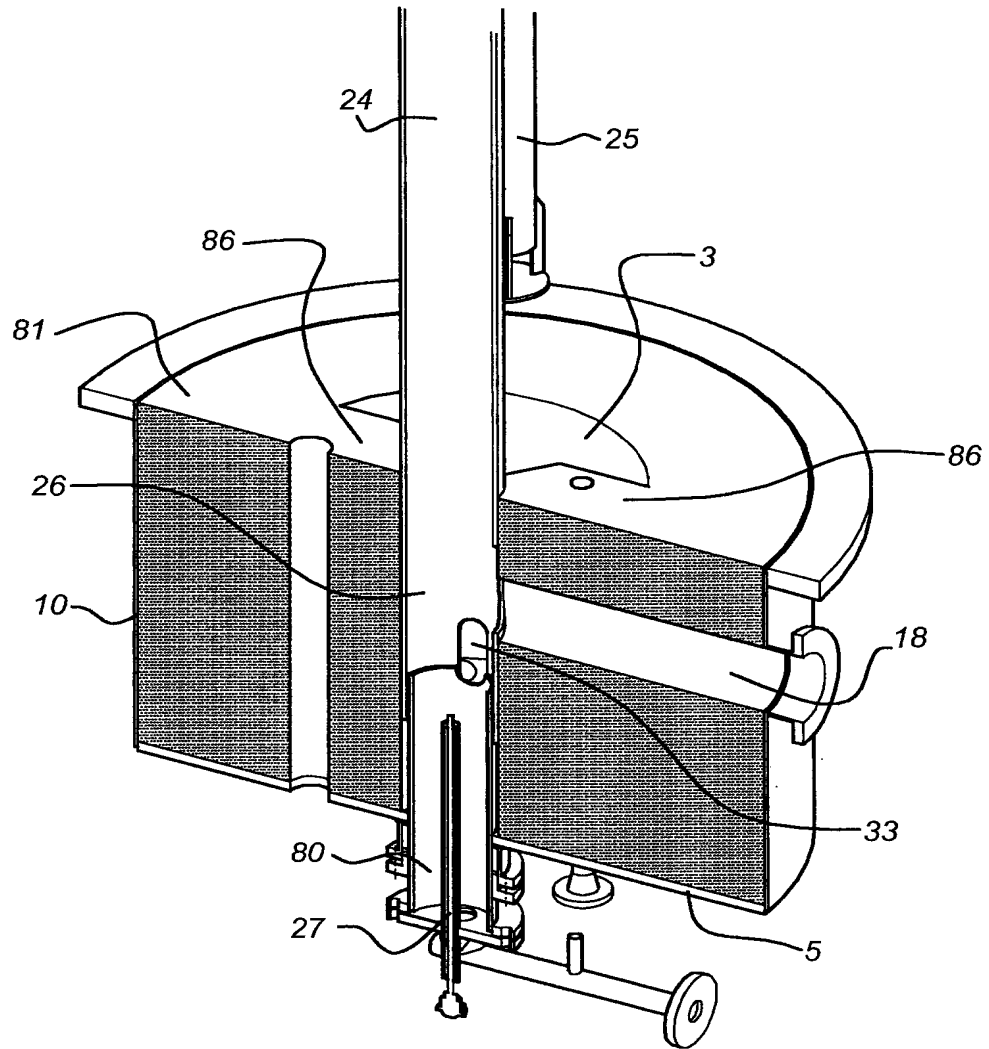
Fig 4

Fig 5

RESUMO

“DISPOSITIVO PARA PRODUIR UM GÁS DE PRODUTO DE UM COMBUSTÍVEL”

Um dispositivo para produzir um gás de produto de um combustível, como biomassa, compreende um reator que é delimitado por uma base e paredes do reator. As paredes do reator compreendem uma parede periférica e uma parede superior: O reator compreende uma abertura de suprimento para suprir a biomassa, bem como, pelo menos um tubo ascendente para converter quimicamente a biomassa provida em um gás de produto e um sólido. O tubo ascendente é provido no interior da parede periférica e compreende uma extremidade superior e uma extremidade de torre. O reator tem, além disso, uma abertura de descarga para descarregar o gás de produto. O tubo ascendente é acoplado a pelo menos uma parede do reator. A extremidade inferior do tubo ascendente está a uma distância acima de pelo menos uma seção da base que está debaixo dela e é móvel livremente sob o efeito de expansão térmica.