



REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

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



CARTA PATENTE N.º PI 0407782-2

Patente de Invenção

O INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL concede a presente PATENTE, que outorga ao seu titular a propriedade da invenção caracterizada neste título, em todo o território nacional, garantindo os direitos dela decorrentes, previstos na legislação em vigor.

(21) Número do Depósito : PI 0407782-2

(22) Data do Depósito : 25/02/2004

(43) Data da Publicação do Pedido : 10/09/2004

(51) Classificação Internacional : C10B 47/12; C10B 53/02

(30) Prioridade Unionista : 25/02/2003 DE 103 08 260.3; 30/09/2003 DE 103 45 842.5

(54) Título : PROCESSO E DISPOSITIVO PARA PIROLÍSE DE BIOMASSA, OLIGÔMEROS SINTÉTICOS, POLÍMEROS SINTÉTICOS, BORRACHA E/OU PLÁSTICOS

(73) Titular : PYTEC THERMOCHEMISCHE ANLAGEN GMBH., Sociedade Alemã. Endereço: Bahnhofstrasse 7, 21337 Lüneburg, Alemanha (DE).

(72) Inventor : DIETRICH MEIER. Endereço: Langbergring 60, 21033 Hamburg, Alemanha. Cidadania: Alemã.; HANNES KLAUBERT. Endereço: Bahnhofstrasse 7, 21337 Lüneburg, Alemanha. Cidadania: Alemã.; STEFAN SCHÖLL. Endereço: Durchdeich 10, 21037 Hamburg, Alemanha. Cidadania: Alemã.

Prazo de Validade : 10 (dez) anos contados a partir de 02/09/2014, observadas as condições legais.

Expedida em : 2 de Setembro de 2014.

Assinado digitalmente por
Júlio César Castelo Branco Reis Moreira
Diretor de Patentes



Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"PROCESSO E DISPOSITIVO PARA PIRÓLISE DE BIOMASSA, OLIGÔMEROS SINTÉTICOS, POLÍMEROS SINTÉTICOS, BORRACHA E/OU PLÁSTICOS"**.

A invenção refere-se a um processo para a pirólise ablativa de
5 biomassa com um elemento de aquecimento e com dispositivos para guia da biomassa, bem como uma instalação para esse fim e um combustível produzido de acordo com a invenção.

Por pirólise é designado um processo, no qual material orgânico é decomposto, sob extensiva exclusão de oxigênio, a temperaturas de até
10 aproximadamente 600°C, em produtos de decomposição líquidos e sólidos. O alvo é a maximização dos produtos de decomposição líquidos, que como produtos pirolisados, com alto teor de energia, podem ser usados de modo versátil. Para a conversão técnica, é sobretudo apropriada a pirólise de flash. O material orgânico a ser decomposto é aquecido em tempo muito curto pa-
15 ra temperaturas de aproximadamente 450°C a 500°C e os produtos de pirólise formados são condensados, predominantemente, para produto pirolisado.

Processos que trabalham de acordo com o princípio da pirólise de flash utilizam, por exemplo, reatores de camada de areia, no qual partícu-
20 las finamente trituradas são misturadas com areia quente e, desse modo, são decompostas piroliticamente (comp. WO 97/06886 Biomass Technology). Outros processos utilizam discos rotativos, aquecidos, contra os quais o material orgânico é comprimido a temperaturas de 500°C a 900°C (Martin et al., "Ablative melting of a solid cylinder perpendicularly pressed
25 against a heated wall" em Heat Mass Transfer, Vol. 29, Nº 9, pp. 1407-1415, 1986). Outros processos, por sua vez, usam placas de reator estacionárias, aquecidas, sobre as quais o material orgânico a ser decomposto é movido (Bridgwater e Peacocke, Fast Pyrolysis processes for biomass, em Renewa-
ble & Sustainable Energy Reviews 4, 2000, 1-73). Bridgwater e Peacocke
30 descrevem completamente o estado atual da técnica para instalações de laboratório, piloto e industriais (desde que as mesmas existam). As instalações ali descritas têm em comum o fato de que a estrutura dos reatores e o

tratamento dos produtos de pirólise são relativamente complicados. As instalações citadas acima requerem, ainda, a decomposição da biomassa em partículas de substância sólida muito pequenas, para que a pirólise se dê completamente. A produção de partículas de tal modo finas requer um alto
5 gasto de energia e reduz a eficiência do processo.

É tarefa da invenção pôr à disposição um processo simples e uma instalação simples para pirólise de material orgânico.

O processo de acordo com a invenção apresenta um elemento de aquecimento e dispositivos para guia da biomassa, sendo que durante a
10 pirólise o elemento de aquecimento e a biomassa são comprimidos um contra o outro com uma pressão de aproximadamente 0,5 MPa (5 bar) até aproximadamente 20 MPa (200 bar). A alimentação do calor ao material, nesse caso, precisa dar-se mais rapidamente do que como o calor é desviado do material a ser pirolisado, então ocorre a separação por fusão na superfície
15 (pirólise ablativa).

O processo trabalha de modo particularmente econômico no uso dessas pressões de compressão relativamente altas. De acordo com uma forma de realização apropriada da invenção, a pressão importa em entre aproximadamente 0,5 MPa (5 bar) e aproximadamente 15 MPa (150 bar),
20 preferivelmente, entre aproximadamente 1 MPa (150 bar) e aproximadamente 10 MPa (100 bar), de modo particularmente preferido, entre aproximadamente 1 MPa (10 bar) e aproximadamente 8 MPa (80 bar), vantajosamente, entre aproximadamente 2 MPa (20 bar) e aproximadamente 6 MPa (60 bar).

25 O elemento de aquecimento no qual a biomassa a ser decomposta está encostada está aquecido para uma temperatura que se situa acima da temperatura necessária para uma pirólise ótima, uma vez que, pelo contato com o elemento de aquecimento, a biomassa retira calor do mesmo, que depois não está mais disponível para uma pirólise. A alimentação da
30 energia térmica do elemento de aquecimento à superfície de contato do material a ser pirolisado precisa, nesse caso, dar-se mais rapidamente do que como o calor no material a ser pirolisado é desviado. A temperatura pode ser

ajustada - também na dependência da pressão de compressão usada - em amplos limites, por exemplo, de aproximadamente 300°C a aproximadamente 1000°C, preferivelmente, de aproximadamente 400°C a aproximadamente 800°C, de modo particularmente preferido, entre aproximadamente 500°C e aproximadamente 700°C, vantajosamente, entre aproximadamente 550°C e 600°C.

O elemento de aquecimento está realizado como placa plana ou abaulada, que, opcionalmente, está composta de segmentos individuais. Desse modo, o elemento de aquecimento pode ser adaptado de modo simples ao tamanho da instalação. Pela realização como placa abaulada, a área de aquecimento disponível pode ser ampliada a um mesmo diâmetro. A remoção de produtos de pirólise é, além disso, simplificada, se for usado um elemento de aquecimento abaulado. Por outro lado, a placa simples, plana, é uma solução econômica e de simples realização para o elemento de aquecimento.

A placa que é usada como elemento de aquecimento é, preferivelmente, circular. O diâmetro da placa pode variar em amplos limites, por exemplo, de aproximadamente 20 cm de diâmetro para instalações de experiência ou instalações piloto, até aproximadamente 300 cm de diâmetro, para instalações industriais, que apresentam uma capacidade de aproximadamente 20.000 kg/hora.

Uma forma de realização preferida do elemento de aquecimento refere-se a uma placa perfilada, na qual o perfil cria espaço para a remoção de produtos de pirólise. O perfil possibilita, particularmente no caso de aquecimento direto do elemento de aquecimento, um aquecimento da placa, respectiva e imediatamente antes do contato com o material orgânico. Além disso, essa realização da placa economiza material. Uma outra vantagem é que o perfil, particularmente, quando está formado como ranhuras na superfície do elemento de aquecimento, possibilita uma remoção aperfeiçoada dos produtos de pirólise. É particularmente preferido quando o elemento de aquecimento está formado com ranhuras. Mostraram-se particularmente apropriadas ranhuras que estão dispostas radialmente.

Em princípio, o elemento de aquecimento pode ser produzido de qualquer material que seja estável sob as condições do processo, particularmente, pressão, temperatura, condutibilidade térmica e, opcionalmente, agressividade dos produtos de decomposição pirolíticos. Mostraram-se particularmente apropriadas placas de metal e/ou cerâmica, opcionalmente, também combinações desses materiais.

A biomassa comprimida contra o elemento de aquecimento é decomposto pelo calor alimentado na superfície/superfície de contato, predominantemente, em componentes gasosos e, em menor parte, em componentes sólidos. É preferido que o tempo de permanência desses produtos de pirólise gasosos, entre formação e tratamento adicional, esteja ajustado para um período de aproximadamente 0,5 a aproximadamente 10 segundos, preferivelmente, para menos de 5 segundos, de modo particularmente preferido, de aproximadamente 0,5 a aproximadamente 2 segundos. Com vistas ao elemento de aquecimento, por um lado, constatou-se que a biomassa removida por fusão ablativa retirou energia térmica do elemento de aquecimento, de modo que, depois desse período, ajustou-se uma temperatura nitidamente menor do elemento de aquecimento. Por outro lado, esse período é suficiente para decompor a biomassa por esses processos ablativos em componentes de baixa molecularidade, predominantemente gasosos. O tempo de permanência pequeno dos produtos de pirólise, antes do tratamento adicional, possibilita o processamento de uma fração a mais alta possível de produtos de pirólise primários, uma vez que não é dado tempo de reação suficiente para formação de compostos de pirólise secundários.

De acordo com uma forma de realização preferida, o elemento de aquecimento gira durante a pirólise e a biomassa é empurrada, sob pressão, contra o elemento de aquecimento. Nessa forma de realização mostrou-se ser favorável dispor o elemento de aquecimento e os dispositivos para alimentação da biomassa de modo oblíquo com relação ao eixo, que é dado pelo movimento da biomassa, preferivelmente, em um ângulo de mais de aproximadamente 10°. A disposição formada pela disposição oblíqua - com relação à direção de movimento da biomassa - produz uma distribuição de

pressão favorável para a pirólise ablativa e uma boa remoção dos produtos de decomposição pirolíticos.

Alternativamente, a biomassa pode executar - adicionalmente ao avanço com relação ao elemento de aquecimento - um segundo movimento, preferivelmente, um movimento de rotação com relação ao elemento estacionário ou rotativo.

De acordo com uma forma de realização vantajosa do processo de acordo com a invenção, os dispositivos para guiar a biomassa estão configurados, simultaneamente, como dispositivos para transporte da biomassa. Nesse caso, os dispositivos para guia podem estar formados como perfis em U ou como perfis de caixa, nos quais a biomassa é comprimida contra o elemento de aquecimento por cilindros de compressão, prensas de pressão ou por transportadores de corrente, que na maioria das vezes são configurados como cabo superior. Mas, alternativamente, também podem estar previstos extrusores, transportadores helicoidais ou disposições de cilindros transportadores, com os quais a biomassa a ser pirolisada é guia para o elemento de aquecimento e comprimida no mesmo.

A biomassa a ser pirolisada não é aplicada sobre toda a superfície aquecida do elemento de aquecimento. Preferivelmente, a biomassa a ser pirolisada cobre apenas uma parte do elemento de aquecimento. O elemento de aquecimento e o um dispositivo ou os vários dispositivos para guia da biomassa estão dispostos de tal modo que a superfície de secção transversal dos dispositivos para guia da biomassa cobre, no total, entre 1% e 80% da área do elemento de aquecimento, preferivelmente, entre 2% e 75%, de modo particularmente preferido, entre 5 e 70%, vantajosamente, entre 6 e 50% da área do elemento de aquecimento durante a pirólise. A eficiência econômica do processo e da instalação é aperfeiçoada se estiverem dispostos vários dispositivos para guia, bem como, opcionalmente, dispositivos para transporte da biomassa, que comprimem a biomassa, sob pressão, contra o elemento de aquecimento. Desse modo, é mentido um perfil de temperatura uniforme durante a pirólise ablativa, tanto no elemento de aquecimento como também na superfície de contato de biomassa e elemento de aqueci-

mento.

Para execução do processo de acordo com a invenção estão previstos, convenientemente, dispositivos para receber os produtos de pirólise. Esses dispositivos estão configurados, vantajosamente, de tal modo que as substâncias sólidas são separadas dos produtos de pirólise líquidos ou gasosos em consequência de gravitação ou por meio de ciclone. Esses dispositivos para recepção, que estão preferivelmente, formados como carcaças, circundam o espaço em torno do elemento de aquecimento e a biomassa comprimindo no mesmo, pelo menos em partes, de tal modo que todos os produtos de decomposição da pirólise ablativa, tanto substâncias gasosas, líquidas como também sólidas são alimentados ao tratamento e utilização adicionais. Os dispositivos para receber os produtos de pirólise estão preferivelmente formados de tal modo que o tempo de permanência dos produtos de pirólise primários é mantido no menor tempo possível, por exemplo, no período preferido descrito acima.

Convenientemente, os dispositivos para recepção estão associados com dispositivos para tratamento, particularmente, para fracionamento e também para condensação dos produtos de pirólise.

O rendimento de produtos de pirólise importa em até 70 por cento em peso (% em peso) - com relação ao rendimento total - em componentes líquidos, predominantemente orgânicos e, respectivamente, aproximadamente 15% em peso em componentes sólidos e gasosos com relação à biomassa usada. O conteúdo de energia dos componentes líquidos situa-se, usualmente, entre aproximadamente 16 e aproximadamente 18 MJ/kg.

Os dispositivos para guia da biomassa, bem como, opcionalmente, o ou os elementos de aquecimento estão normalmente instalados sobre um suporte ou quadro. Com esse suporte são absorvidas as altas forças de compressão, que devem ser aplicadas durante a pirólise. Mostrou-se como particularmente vantajoso dispor, respectivamente, pelo menos dois elementos de aquecimento e dois dispositivos para guia de biomassa de modo especularmente simétrico, sendo que, preferivelmente, os elementos de aquecimento estão montados no centro e os dispositivos para guia de massa,

externamente. Essa construção é particularmente vantajosa, especialmente por razões mecânicas, para absorver as altas compressões durante a pirólise ablativa.

Nessa forma de realização, ainda vantajosamente, é suficiente, por exemplo, apenas um queimador a gás como dispositivo para produção da energia de aquecimento direto ou indireto. Também os dispositivos para recolher os produtos de pirólise podem estar formados, economicamente, como carcaça em uma peça, que compreende pelo menos dois elementos de aquecimento e - pelo menos em trechos - os dispositivos para guia da biomassa. O tratamento de quantidades maiores de produtos de pirólise, por exemplo, em instalações de condensação ou fracionamento, também é mais vantajoso a uma corrente de massa maior.

Uma outra forma de realização preferida refere-se aos dispositivos para guia da biomassa. Mostrou-se como particularmente eficiente economicamente se esses dispositivos estiverem dispostos segundo a espécie de um tambor de revólver e que sejam rotativos - em relação ao elemento de aquecimento. Nesse caso, os dispositivos para transporte produzem para cada dispositivo para guia e para a biomassa ali contida a pressão necessária para a pirólise. Depois de uma revolução, uma parte considerável da biomassa está convertida em produtos de pirólise, mas nem sempre toda a biomassa que estava contida no dispositivo correspondente para guia.

O enchimento dos dispositivos para guia ocorre, então, de acordo com a invenção, em um ponto especificado, no qual está disposta uma disposição para preenchimento dos dispositivos para guia de biomassa, na maioria das vezes, um carregador. Em uma forma de realização simples, o carregador está projetado para comprimir biomassa e introduzir a biomassa comprimida nos dispositivos para guia. Comprimir, nesse caso, significa, dependendo do tipo da biomassa e das exigências da instalação, uma simples compactação, substancialmente, uma ventilação ou uma compressão substancialmente mais forte, até, por exemplo, a peletização, na qual a biomassa está comprimida e se apresenta com uma densidade mais alta do que no material inicial. Entre esses extremos são possíveis todos os estágios inter-

mediários da compactação.

De acordo com uma forma de realização aperfeiçoada adicionalmente, a disposição para reenchimento está equipada com dispositivos para detectar a capacidade livre no dispositivo a ser enchido para guia de biomassa. Além disso, essa disposição para reenchimento está dotada, então, de dispositivos para medição da biomassa a ser reenchida. Se, por exemplo, 80% da biomassa original tiverem sido consumidos por pirólise, então só podem ser reenchidos novamente 80%. Se os dispositivos para detecção da capacidade livre detectarem isso no dispositivo para reenchimento, então os mesmos só compactam uma quantidade correspondente de biomassa para medidas que correspondem aos 80% sinalizados e alimentam os mesmos aos dispositivos para guia da biomassa. Alternativamente, a biomassa já está comprimida e só é separado um volume tal que possa ser recebido pelos dispositivos para guia da biomassa.

A seguir, são descritas - também para melhor explicação do processo mencionado acima - formas de realização das instalações de acordo com a invenção para pirólise, com as quais o processo de acordo com a invenção é convertido.

O dispositivo para pirólise da biomassa está equipado com uma alimentação de material e uma estação de pirolisação, sendo que a alimentação de material apresenta dispositivos para produção de pressão entre 0,5 MPa (5 bar) e 20 MPa (200 bar), que comprimem a matéria-prima a ser pirolisada ablativamente na estação de pirolisação, e sendo que a estação de pirolisação apresenta um elemento de aquecimento, que em estado operacional é aquecido para uma temperatura entre 300°C e 1000°C.

A instalação de acordo com a invenção apresenta um elemento de aquecimento de um material resistente a calor, preferivelmente metal, cerâmica ou um material com componentes metálicos e cerâmicos, que está dotado de um acionamento. O acionamento faz com que o elemento de aquecimento gire em estado operacional. O elemento de aquecimento tem uma área de trabalho, na qual, no estado operacional, a biomassa a ser pirolisada é comprimida. No lado oposto do elemento de aquecimento, da

área de aquecimento, estão dispostos dispositivos para o aquecimento direto ou indireto. Preferivelmente, estão dispostos queimadores de carvão abertos, cujo gás de combustão é obtido de carvão produzido piroliticamente. Essa forma de aquecimento direto oferece um alto rendimento e, além disso, é econômico, pois, desse modo, o teor de energia do carvão é bem aproveitado, imediatamente, sem tratamento complexo ou transporte demorado.

O elemento de aquecimento é do material resistente a calor acima mencionado. Ele está formado como placa, que é plana ou abaulada e que, opcionalmente, pode estar composta de segmentos. Ele está preferivelmente formado como placa redonda, circular, e apresenta, preferivelmente, um perfil. Opcionalmente, o elemento de aquecimento perfilado está dotado de ranhuras na área de trabalho. As ranhuras são particularmente bem apropriadas para transportar os produtos de pirólise produzidos abalativamente, quando estão dispostas radialmente.

Opostos à área de trabalho, estão dispostos os dispositivos para alimentação da biomassa ao elemento de aquecimento. Os dispositivos podem estar configurados de várias maneiras, tal como explicado acima, dependendo das exigências da instalação individual. Preferivelmente, é usado um perfil em U, acima de cujo lado superior aberto está disposto um carregador, por exemplo, um compartimento, para guiar a biomassa ao elemento de aquecimento. O perfil em U projeta-se com sua primeira extremidade frontal, aberta, até diretamente à frente da área de trabalho do elemento de aquecimento. Com a segunda extremidade frontal, aberta, encontra-se em contato uma prensa de compressão hidráulica/pneumática como dispositivo para transporte da biomassa. A prensa de compressão está igualmente guiada no perfil em U e, desse modo, comprime a biomassa que se encontra no mesmo contra a área de trabalho do elemento de aquecimento. Quando a biomassa que se encontra no compartimento está pirolisada, então a prensa de compressão é recuada e do carregador, que está associado ao compartimento, é realimentada nova biomassa, que depois é compactada e comprimida contra o elemento de aquecimento.

Diversos desses perfis em U, em geral, entre quatro e vinte, de

acordo com uma forma de realização preferida da invenção, estão dispostos à frente da área de trabalho, com os carregadores e prensas hidráulicas correspondentes. Eles cobrem aproximadamente 1% a aproximadamente 85% de toda área de trabalho, preferivelmente, aproximadamente 2% a aproximadamente 75%, vantajosamente, aproximadamente 5 a aproximadamente 70%, de modo particularmente vantajoso, aproximadamente 6 a 50% de toda a área de trabalho. Devido ao fato de que a área de trabalho só se encosta em partes na biomassa a ser pirolisada ou pirolisada e depois gira novamente de modo livre e sem carga, é garantida uma execução particularmente uniforme da pirólise. Entre os segmentos individuais, nos quais a área de trabalho é comprimida na biomassa e é resfriada por liberação de calor à biomassa, a mesma é novamente aquecida para a temperatura necessária e, desse modo, pode decompor a biomassa de modo uniforme e completo. Os componentes gasosos e sólidos liberados pela decomposição pirolítica ablativa da biomassa são recolhidos e utilizados adicionalmente.

Alternativamente, o dispositivo de acordo com a invenção pode estar formado de tal modo que estejam previstos dispositivos para mover os dispositivos para guia, que durante a pirólise põem os dispositivos para guia em rotação e passam os mesmos à frente do elemento de aquecimento estacionário.

Os meios para gerar pressão estão preferivelmente formados como prensas hidráulicas. Eles aplicam uma pressão de até 20 MPa (200 bar) à biomassa e, através da mesma, ao elemento de aquecimento. Por esse motivo, essas partes da instalação estão ancoradas de modo correspondentemente firme, de modo que a pressão operacional necessária pode ser ajustada e mantida com exatidão. Alternativamente, os dispositivos para geração de pressão também podem estar formados como transportadores helicoidais, como extrusores ou segunda a espécie de um transportador de cilindro. Nesse caso, os dispositivos para formação de pressão assumem, simultaneamente, a função dos dispositivos para guia da biomassa.

Em torno da região na qual a biomassa é decomposta piroliticamente, de modo ablativo, como dispositivo para recepção dos produtos de

pirólise está disposta uma carcaça, na qual está disposta uma primeira abertura no fundo ou na extremidade inferior da carcaça. Essa abertura serve para receber e remover produtos de pirólise sólidos, que descem pela força de gravidade. Pelo menos uma segunda abertura na extremidade superior da carcaça está unida com um condensador, que no estado operacional é refrigerado. Como, além das substâncias sólidas, formam-se pela pirólise, primeiramente, exclusivamente produtos de decomposição voláteis, esses produtos de pirólise sobem, ali são coletados e, depois do menor tempo de permanência possível na carcaça, são refrigerados no condensador até a fase líquida e, opcionalmente, são simultaneamente fracionados. Embora os produtos pirolisados líquidos sejam predominantemente orgânicos, os mesmos contêm, no entanto, até 35% de água e, conseqüentemente, estão compostos de uma fração semelhante a alcatrão e componentes solúveis em água. Componentes usuais para fracionamento e purificação dos produtos pirolisados também compreendem dispositivos de separação e filtração, tal como, por exemplo, ciclones ou filtros eletrostáticos, nos quais são separadas substâncias sólidas ou voláteis eventualmente ainda existentes.

Como matéria-prima para a pirólise podem ser usados oligômeros naturais ou sintéticos, polímeros naturais ou sintéticos, matérias-primas lignocelulósicas, borracha, plástico e misturas dessas substâncias, água de estrume, lodo, particularmente lodos de clarificação, resíduos orgânicos, tal como ossos, pêlos, penas, mas também substâncias de difícil eliminação, tal como materiais de madeira revestidos, envernizados ou vitrificados ou com superfície tratada de outro modo, finalmente, também madeira industrial e madeira de construção.

O dispositivo de acordo com a invenção para a pirólise de biomassa apresenta - tal como mencionado acima - por um lado, uma alimentação de material e, por outro lado, uma estação de pirólise. A alimentação de material está equipada com a guia em si para a biomassa a ser pirolisada e com dispositivos para aplicação da força de compressão de aproximadamente 5 a aproximadamente 20 MPa (200 bar) na estação de pirolisação. Os dispositivos para aplicação da força de compressão, em geral, são, simulta-

neamente, os dispositivos para transporte da biomassa para a estação de pirolisação. A guia da biomassa normalmente está dotada de um carregador para realimentação de biomassa, para garantir o funcionamento contínuo do dispositivo. O carregador pode ser carregado manualmente ou automaticamente.

A estação de pirolisação apresenta um eixo, no qual está fixado o elemento de aquecimento, em geral, uma placa de metal e/ou cerâmica. O eixo é posto em rotação por um acionamento e uma engrenagem. Além disso, a estação de pirolisação apresenta um dispositivo de aquecimento, com o qual o elemento de aquecimento é aquecido, no estado operacional, para uma temperatura entre 300°C e 1000°C.

É preferido um aquecimento direto, mas, alternativamente, também pode estar previsto um aquecimento indireto. O aquecimento direto é operado de modo muito vantajoso em energia e custos com produtos de pirólise, que são produzidos no processo.

Exemplos de realização da invenção são explicados abaixo mais detalhadamente, por meio da Figura Mostram:

Figura 1 uma representação esquemática de um dispositivo para pirólise;

Figura 2 um elemento de aquecimento rotativo, em forma de disco;

Figura 3 uma representação esquemática de componentes essenciais de um dispositivo para pirólise, com dois elementos de aquecimento.

A Figura 1 mostra um dispositivo 2 para pirólise, no qual a alimentação de material 4 e a estação de pirolisação 6 estão dispostos sobre um suporte 8 em comum. A alimentação de material 4 apresenta um componente 10 para geração da pressão de compressão necessária na estação de pirolisação 6. Aqui, o componente 10 produz a pressão por meio de hidráulica (componente hidráulico 10). Além disso, a alimentação de material 4 apresenta guias 12 para a matéria-prima a ser pirolisada. Quando guias 12 dispostas paralelamente estão previstas, que são solicitadas, respectiva-

mente, por um componente hidráulico 10 próprio, associado, através de prensas hidráulicas (não representadas mais detalhadamente aqui), com a pressão de compressão necessária, entre aproximadamente 0,5 MPa (5 bar) e aproximadamente 20 MPa (200 bar). Simultaneamente, o componente hidráulico causa a aproximação da matéria-prima à estação de pirolisação 6.

A matéria-prima é transportada através de carregadores de alimentação 14 para as guias. Respectivamente um carregador 14 está associado a uma guia 12. Os carregadores 14 podem ser enchidos, respectivamente, manualmente ou automaticamente. Em princípio, a alimentação de material 4 pode estar formada de modo rotativo. Desse modo é causado que, durante a pirólise, a matéria-prima gire sobre uma placa aquecida da estação de pirolisação 6. Na forma de realização representada na Figura 1, porém, a alimentação de material 4 está formada de modo estacionário.

A estação de pirolisação 6 apresenta um assento 16, que está apoiado sobre o suporte 8 em comum. O assento 16 sustenta uma engrenagem 18, que está traspassada por um eixo 20. Na extremidade 21 voltada para a alimentação de material, o eixo 20 sustenta uma placa 22 aquecida no estado operacional, que é posta em rotação pela engrenagem 18. Na outra extremidade 23 do eixo 20 está disposto um acionamento 26, aqui, um acionamento elétrico, que põe a engrenagem 18 e, com isso, a placa 22 em rotação, no estado operacional. Além disso, na região da primeira extremidade 21 do eixo 20 está previsto um dispositivo de aquecimento 24, que ajusta a placa 22 para a temperatura operacional especificada. O dispositivo de aquecimento 24 está, preferivelmente, disposta diretamente no assento 16. Aqui, o dispositivo de aquecimento 24 está formado como aquecimento a gás, que aquece diretamente a placa 22 no estado operacional.

No local onde as guias 12 comprimem a matéria-prima a ser pirolisada sobre a placa 22 rotativa, aquecida, uma carcaça 28 para recepção dos produtos de pirólise circunda a extremidade das guias 12 e a placa 22. A carcaça 28 está configurada de tal modo que produtos de pirólise sólidos são separados para baixo por força de gravidade e são recolhidos por um recipiente coletor 30. A fração bem maior dos produtos de pirólise, que

está coletada na carcaça 28, é gasosa e é alimentada através de uma tubulação coletora 32 a um dispositivo de condensação e, opcionalmente, fracionamento (em si conhecido, não representado mais detalhadamente aqui). Caso necessário, no recolhimento dos produtos de pirólise está previsto um ciclone ou um dispositivo de seleção ou separação similar.

A estação de pirolisação 2 está realizada de um material resistente ao calor, aqui, de metal. A placa 28 está produzida de um material cerâmico resistente ao calor e resistente ao desgaste por atrito.

A Figura 2 mostra um elemento de aquecimento ou a placa 22, portanto, um detalhe da estação de pirolisação 2, que está circundada pela carcaça 28 (aqui não representada). A placa 22 está fixada à prova de torção sobre o eixo 20. Um flange 34 e o eixo 20 estão vedados um em relação ao outro por vedações 36. Desse modo, é garantido que os produtos de pirólise não escapem através da fixação da placa 22 e opcionalmente prejudiquem o acionamento ou aquecimento da estação de pirólise 2. A placa 22 é aquecida diretamente pelo tubo 20 para uma temperatura de pirólise de 750°C.

A estação de pirólise 2 é operada de tal modo que a matéria-prima a ser pirolisada, por exemplo, móveis usados, restos de madeira, restos de produtos de madeira e similar, é introduzido nos carregadores 14 em pedaços, em medidas entre 5 e 70 cm, ou menores, usualmente como material previamente fragmentado ou peletizado. Também pode ser processada, sem problemas, biomassa na forma de lodos, água de estrume ou plástico e similar. Os carregadores 14 e guias 12 devem, então, ser opcionalmente adaptados à forma da matéria-prima, por exemplo, utilizando transportadores helicoidais ou outras guias. Através dos carregadores 14 a matéria-prima chega às guias 12. Ali, é aplicada por meio do componente hidráulico 10 uma pressão de 20 MPa (200 bar) sobre a matéria-prima nas guias 12. A matéria-prima é compactada e comprimida com uma pressão de 20 MPa (200 bar) contra a placa 22.

A placa 22 está aquecida para uma temperatura de 750°C. Nessa temperatura, a matéria-prima a ser pirolisada é decomposta na placa 22,

sob exclusão de oxigênio, de modo ablativo, portanto, apenas na superfície, respectivamente na região de contato entre matéria-prima e placa 22, em componentes sólidos, líquidos e gasosos. Como a placa 22 gira em relação às guias 12, os componentes de pirólise sobre a placa são liberados. Os

5 componentes sólidos chegam para baixo pela força de gravidade e são conduzidos pela carcaça 28 ao recipiente coletor 30. Os componentes líquidos passam para o estado gasoso e são recolhidos, junto com os gases de pirólise já liberados, na extremidade superior da carcaça 28 e, através da tubulação coletora 32, alimentados aos dispositivos de condensação e, opcio-

10 nalmente, fracionamento.

No estado operacional, a placa 22 é posta em rotação pelo motor 26 e a engrenagem 18 e aquecida pelo aquecimento 24 para 750°C. Na área aquecida da placa 22 encostam-se as quatro guias 12 com a matéria-prima a ser pirolisada. Na pirólise da matéria-prima é consumida energia

15 térmica, a placa 22 se resfria. Pelo fato de que quatro guias 12 incidem sobre a placa 22, existem espaços intermediários, nos quais uma parte sobre a placa 22, que acabou de girar à frente de uma das quatro guias 12 e, nesse caso, perdeu calor pelo processo de pirólise, é novamente aquecida para 750°C. Portanto, pela instalação de acordo com a invenção é mantido um

20 perfil de temperatura o mais uniforme possível, o que possibilita uma pirólise particularmente uniforme, com uma composição particularmente homogênea e completa dos produtos pirolisados. Uma relação muito vantajosa de área de compressão da matéria-prima para área operacional da placa 22 situa-se em 35 a 65% da área aquecida da placa 22.

25 Quando a biomassa levada em uma guia 12 até a placa 22 tiver sido consumida, a pressão sobre a respectiva prensa de compressão na guia 12 é reduzida, a prensa de compressão é movida da placa 22 de volta para sua posição inicial. Do carregador 14 nova biomassa é reenchida na guia 12 e comprimida pela prensa de compressão, sobre a qual agora é no-

30 vamente aplicada a pressão operacional. A biomassa é comprimida na placa 22 e a pirólise é iniciada.

O dispositivo de aquecimento 24 está vantajosamente configu-

rado como queimador a gás, que é operado com produtos de pirólise sólidos, que são recolhidos no recipiente coletor 30. Esse aquecimento direto da placa 22, que não requer um transporte complexo de material de aquecimento, mostrou-se como sendo particularmente vantajoso para o balanço de energia.

A Figura 3 mostra componentes essenciais de uma forma de realização alternativa do dispositivo 2 de acordo com a invenção. Para a descrição desta forma de realização são usados - tanto quanto possível - os mesmos sinais de referência como nas Figuras 1 e 2. Nesta forma de realização, estão dispostas sobre os suportes 8, que aqui estão representados em duas partes, duas estações de pirolisação 6, de modo especularmente simétrico uma à outra. O disco de aquecimento de dois lados, a ser disposto no centro entre as estações de pirolisação, não está representado aqui. As guias 12 com seus bocais 40, que estão voltados para os elementos de aquecimento, estão dispostas centralmente uma à outra sobre os suportes 8. É preferido quando os suportes estão fixados sobre uma armação inferior em comum (não representada aqui). Externamente, estão respectivamente dispostas guias 12 para a biomassa a ser pirolisada. As guias 12 estão formadas de modo rotativo, elas giram com aproximadamente 3 revoluções por minuto durante a pirólise, assim como os discos de aquecimento, que giram com aproximadamente 100 revoluções por minuto.

No lado superior do dispositivo 2, está disposto acima das guias 12 um carregador 38 estacionário. Ao carregador 38 é alimentada biomassa, que é comprimida no carregador e levada a uma forma que corresponde à secção transversal da guia 12. O carregador 38 está dotado de dispositivos para medição da biomassa comprimida. A biomassa comprimida, medida, é transportada pelo carregador 38 para a guia 12 que se encontra respectivamente abaixo ou ao lado do carregador 38. Desse modo, um carregador 38 é suficiente para abastecer todas as guias 12 com biomassa.

O carregador 38 mostrado na Figura 3 está, além disso, equipado com dispositivos para detectar a capacidade livre da guia 12 a ser respectivamente enchida. Do modo mais simples, esses dispositivos estão for-

mados como dispositivos de detecção ópticos. Alternativamente, pode ser detectada a posição do cilindro de pressão 10, cuja posição indica se restou biomassa na guia 12 a ser enchida. Dependendo do sinal dos dispositivos para detecção, o carregador 38 comprime então uma quantidade correspondente de biomassa, cujas medidas correspondem, então, ao espaço disponível e existente para reenchimento na guia 12. Por essa medida, é garantido que cada guia 12, após passar pelo carregador 38, esteja enchida, independentemente do fato de se, antes de chegar ao carregador, toda a biomassa tenha sido pirolisada. Simultaneamente, essa disposição garante também que guias 12 de tamanhos diferentes possam ser abastecidas por apenas um carregador 38. Tamanhos típicos para os carregadores a serem enchidos são, por exemplo, uma largura máxima de aproximadamente 2 cm, uma altura de aproximadamente 28 cm e uma profundidade de aproximadamente 15 a aproximadamente 30 cm. Se, por exemplo, forem processadas aparas de madeira ou fibras de madeira, então um alimentador, não representado aqui, está anteposto ao carregador 38, que, partindo de uma largura de compartimento de aproximadamente 4 cm, comprime a biomassa continuamente para uma espessura de aproximadamente 2 cm, sendo que o comprimento da biomassa comprimida é adaptado ao grau de enchimento dos compartimentos esvaziados. Quando a guia 12 não tiver sido totalmente esvaziada, é alimentada biomassa comprimida mais curta.

Devido à disposição das guias 12 e dos bocais 40, as relações de força estão distribuídas de modo particularmente favorável durante a pirólise na disposição mostrada na Figura 3, uma vez que duas metades de dispositivo 2A e 2B trabalham uma contra a outra.

Os elementos de aquecimento (não representados aqui) e os bocais 40 estão dispostos em uma carcaça em comum (não representada aqui) e são aquecidos, opcionalmente, por um queimador a gás em comum ou por dois queimadores separados. Os produtos de pirólise que se formam nos bocais 40 são acabados em conjunto. Também, isso favorece um trabalho economicamente eficiente.

REIVINDICAÇÕES

1. Processo para a pirólise ablativa de biomassa, oligômeros sintéticos, polímeros sintéticos, borracha e/ou plásticos, caracterizado pelo fato de que compreende um elemento de aquecimento (22) e vários dispositivos (12) para guia da biomassa, sendo que durante a pirólise o elemento de aquecimento (22) e a biomassa são comprimidos um contra o outro com uma pressão de 0,5 MPa (5 bar) a 20 MPa (200 bar), a área da seção transversal dos dispositivos (12) para guia cobre, no total, entre 2% e 80% da área da superfície do elemento de aquecimento (22) para que a biomassa seja fragmentada a um tamanho de partícula de 5 cm a 70 cm.

2. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a pressão importa entre 0,5 MPa (5 bar) e 15 MPa (150 bar), preferivelmente, entre 1 MPa (10 bar) e 10 MPa (100 bar), de modo particularmente preferido, entre 1 MPa (10 bar) e 8 MPa (80 bar), preferivelmente, entre 2 MPa (20 bar) e 6 MPa (60 bar).

3. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o elemento de aquecimento (22) está aquecido no estado operacional para temperaturas entre 300°C e 1000°C, preferivelmente, entre 400°C e 800°C, de modo particularmente preferido, entre 500°C e 700°C, vantajosamente, entre 550°C e 600°C.

4. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o elemento de aquecimento (22) é uma placa plana ou abaulada, que opcionalmente está composta de segmentos individuais.

5. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o elemento de aquecimento (22) está formado como placa perfurada, preferivelmente, como placa com ranhuras.

6. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que como elemento de aquecimento (22) é usada uma placa circular, preferivelmente, com um diâmetro de 20 cm a 300 cm.

7. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o elemento de aquecimento (22) é produzido de metal e/ou cerâmica.

8. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o tempo de permanência dos produtos de pirólise primários, até o acabamento adicional, está ajustado para um período de 0,5 a 10 segundos, preferivelmente, de menos de 5 segundos, de modo particularmente preferido, de menos de 2 segundos.

9. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a biomassa é fragmentada, antes da pirólise, para um tamanho de partícula de 15 cm a 50 cm, de modo particularmente preferido, de 15 cm a 30 cm.

10. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o elemento de aquecimento (22) está equipado com um dispositivo para aquecimento direto ou com um dispositivo para aquecimento indireto.

11. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a biomassa executa - adicionalmente ao avanço contra o elemento de aquecimento (22) - um segundo movimento, preferivelmente, um movimento de rotação com relação ao elemento de aquecimento (22) estacionário.

12. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que durante a pirólise, a biomassa e o elemento de aquecimento (22) são movidos um em relação ao outro, sendo que o elemento de aquecimento (22) e os dispositivos (12) para guia estão dispostos em relação um ao outro em um ângulo de mais de 10°, com relação a o eixo, que é definido pela direção de avanço da biomassa contra o elemento de aquecimento (22).

13. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o elemento de aquecimento (22) gira durante a pirólise.

14. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que, durante a pirólise, a biomassa é movida em relação ao elemento de aquecimento (22).

15. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que os dispositivos (12) para guia da biomassa estão formados

como perfis em U ou como perfil de caixa, nos quais a biomassa é guiada com dispositivos (10) para transporte.

16. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que os dispositivos (12) para guia estão formados como extrusor
5 ou transportador helicoidal ou de acordo com a espécie de um avanço por cilindro.

17. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que vários dispositivos (12) estão dispostos para guia da biomassa em direção a um elemento de aquecimento.

10 18. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que os dispositivos (12) para transporte estão formados como prensas de pressão, transportadores de corrente (cabo superior) ou como cilindros de compressão.

15 19. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que compreende um elemento de aquecimento (22) e um ou mais dispositivos (12) para guia da biomassa, sendo que a superfície de seção transversal dos dispositivos (12) para guia da biomassa cobre, no total, entre 2% e 75%, de modo particularmente preferido, entre 5 e 70%, vantajosamente, entre 6 e 50% da área do elemento de aquecimento (22) durante a
20 pirólise.

20. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que estão previstos dispositivos (28) para recolher os produtos de pirólise.

21. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado
25 pelo fato de que, como dispositivos para recolhimento, está prevista uma carcaça (28), a dita carcaça circundando o elemento de aquecimento (22) e os dispositivos (12) para guia da biomassa, no local onde os ditos elemento de aquecimento e os dispositivos para guia se encostam um contra o outro durante a pirólise, de tal modo que os produtos de pirólise, particularmente,
30 sólidos e gases, são totalmente coletados.

22. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que os dispositivos (28) para recolhimento dos produtos de pirólise

lise estão configurados de tal modo que as substâncias sólidas são separadas, em consequência de gravitação ou por meio de ciclones, dos produtos de pirólise líquidos ou gasosos.

23. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que os dispositivos (28) para recolhimentos dos produtos de pirólise apresentam dispositivos para fracionamento dos produtos de pirólise gasosos.

24. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a energia para aquecimento do elemento de aquecimento (22) é gerada da combustão de produtos de pirólise, preferivelmente, carvão.

25. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que como biomassa são usados oligômeros naturais, polímeros naturais, matérias-primas lignocelulósicas, e misturas dessas substâncias, água de estrume, lodo, particularmente lodos de clarificação, resíduos orgânicos, tal como ossos, peles, penas, madeira industrial e madeira de construção.

26. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a alimentação do calor dá-se mais rapidamente do que o calor sendo desviado no material a ser pirolisado.

27. Dispositivo para realização do processo como definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 26, caracterizado pelo fato de que compreende uma alimentação de material (4) e uma estação de pirolisação (6), sendo que a alimentação de material (4) apresenta dispositivos para geração de pressão entre 0,5 MPa (5 bar) e 20 MPa (200 bar), que comprimem a matéria-prima a ser pirolisada contra a estação de pirolisação (6) e sendo que a estação de pirolisação (6) apresenta um elemento de aquecimento (22), que no estado operacional está aquecido para uma temperatura entre 300°C e 1000°C, a área da seção transversal dos dispositivos (12) para guia da biomassa cobre, no total, entre 2% e 80% da área da superfície do elemento de aquecimento (22).

28. Dispositivo de acordo com a reivindicação 27, caracterizado pelo fato de que está prevista uma engrenagem (18), que põe o elemento de

aquecimento (22) em rotação no estado operacional.

29. Dispositivo de acordo com a reivindicação 27, caracterizado pelo fato de que está previsto um dispositivo de aquecimento (24) para o elemento de aquecimento (22), e que está configurado ou para aquecimento
5 direto ou indireto.

30. Dispositivo de acordo com a reivindicação 27, caracterizado pelo fato de que o elemento de aquecimento (22) é produzido de metal e/ou cerâmica.

31. Dispositivo de acordo com a reivindicação 27, caracterizado
10 pelo fato de que o elemento de aquecimento (22) é uma placa plana ou a-baulada, que, opcionalmente, está composta de segmentos individuais.

32. Dispositivo de acordo com a reivindicação 27, caracterizado pelo fato de que o elemento de aquecimento (22) está formado como placa perfilada, preferivelmente, como placa com ranhuras.

15 33. Dispositivo de acordo com a reivindicação 27, caracterizado pelo fato de que o elemento de aquecimento (22) está equipado com um perfil alinhado radialmente.

34. Dispositivo de acordo com a reivindicação 27, caracterizado pelo fato de que o elemento de aquecimento (22) e os dispositivos (12) para
20 guiar estão dispostos em relação um ao outro em um ângulo de mais de 10°, com relação ao eixo, que é definido pela direção de avanço da biomassa contra o elemento de aquecimento (22).

35. Dispositivo de acordo com a reivindicação 27, caracterizado pelo fato de que estão previstos dispositivos para movimentação, pelos
25 quais os dispositivos (12) para guia são movidos durante a pirólise em relação ao elemento de aquecimento (22).

36. Dispositivo de acordo com a reivindicação 27, caracterizado pelo fato de que os dispositivos (12) para guia da biomassa estão formados como perfis em U ou como perfil de caixa, nos quais a biomassa é guiada
30 com dispositivos (10) para transporte.

37. Dispositivo de acordo com a reivindicação 27, caracterizado pelo fato de que os dispositivos (12) para guia estão formados como extrusor

ou transportador helicoidal ou de acordo com a espécie de um avanço por cilindro.

38. Dispositivo de acordo com a reivindicação 27, caracterizado pelo fato de que estão dispostos diversos dispositivos (12) para guia da biomassa em direção ao elemento de aquecimento (22).

39. Dispositivo de acordo com a reivindicação 27, caracterizado pelo fato de que os dispositivos (10) para transporte estão formados como prensa de compressão, transportadores de corrente (cabo superior) ou como cilindro de compressão.

40. Dispositivo de acordo com a reivindicação 27, caracterizado pelo fato de que compreende um elemento de aquecimento (22) e um ou mais dispositivos (12) para guia da biomassa, sendo que a área da seção transversal dos dispositivos (12) para guia da biomassa cobre, no total, entre 2% e 75%, de modo particularmente preferido, entre 5 e 60%, vantajosamente, entre 6 e 50% da área de superfície aquecida do elemento de aquecimento (22) durante a pirólise.

41. Dispositivo de acordo com a reivindicação 27, caracterizado pelo fato de que estão previstos dispositivos (28) para recolhimento dos produtos de pirólise.

42. Dispositivo de acordo com a reivindicação 27, caracterizado pelo fato de que como dispositivos para recolhimento dos produtos de pirólise está prevista uma carcaça (28), a dita carcaça circundando o elemento de aquecimento (22) e os dispositivos (12) para guia da biomassa no local onde os ditos elemento de aquecimento e os dispositivos para guia se encostam um contra o outro durante a pirólise, de tal modo que os produtos de pirólise, particularmente, sólidos e gases, são totalmente recolhidos.

43. Dispositivo de acordo com a reivindicação 27, caracterizado pelo fato de que os dispositivos (28) para recolhimento dos produtos de pirólise estão configurados de tal modo que os sólidos são separados, em consequência de gravitação ou por meio de ciclones, dos produtos de pirólise líquidos ou gasosos.

44. Dispositivo de acordo com a reivindicação 27, caracterizado

pelo fato de que os dispositivos (28) para recolhimento dos produtos de pirólise apresentam dispositivos para fracionamento dos produtos de pirólise gasosos.

- 5 45. Dispositivo de acordo com a reivindicação 27, caracterizado pelo fato de que ele está equipado com dispositivos para geração de energia, que estão configurados de tal modo que no estado operacional a energia para aquecimento do elemento de aquecimento (22) é gerada da combustão de produtos de pirólise, preferivelmente, carvão.

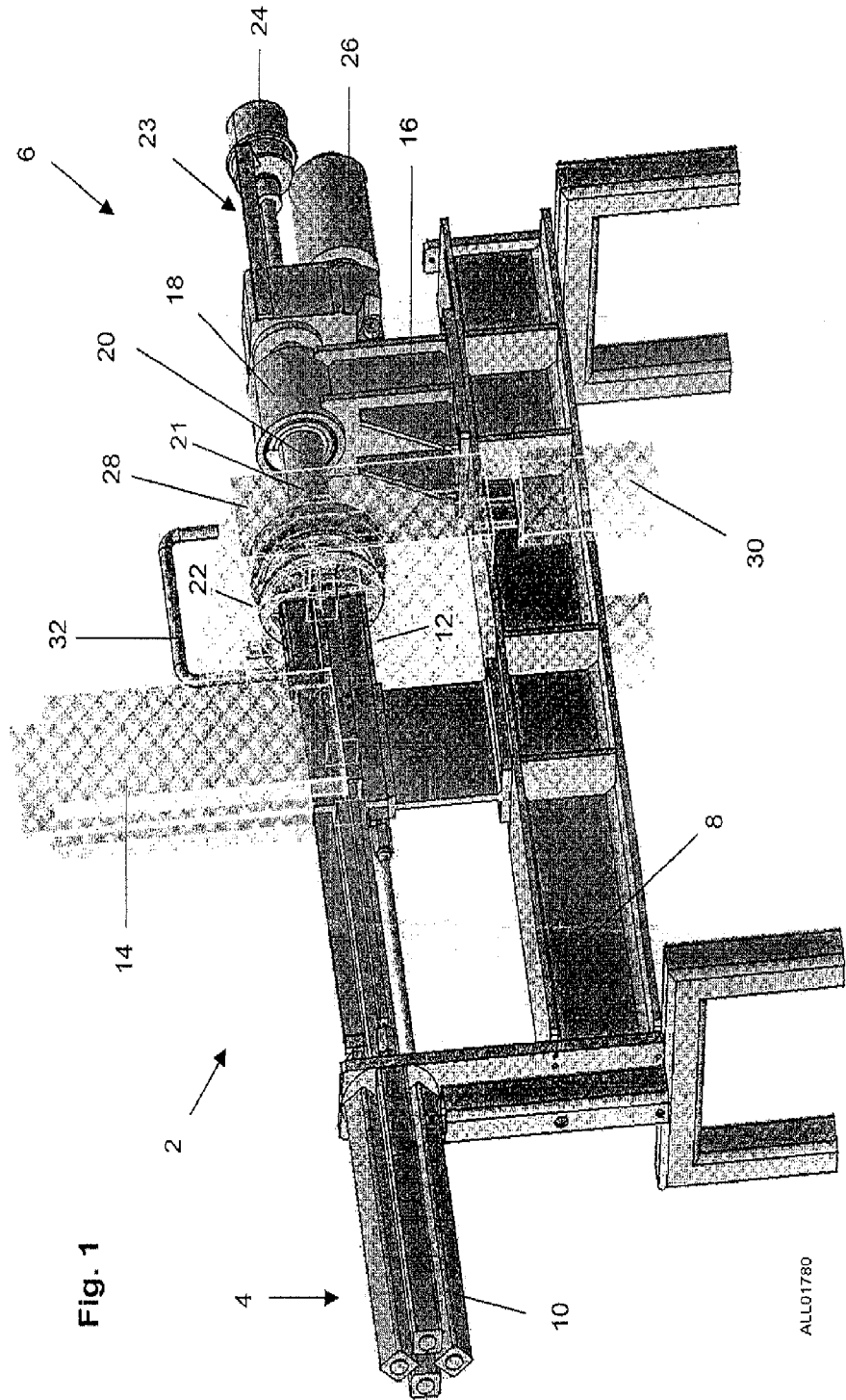
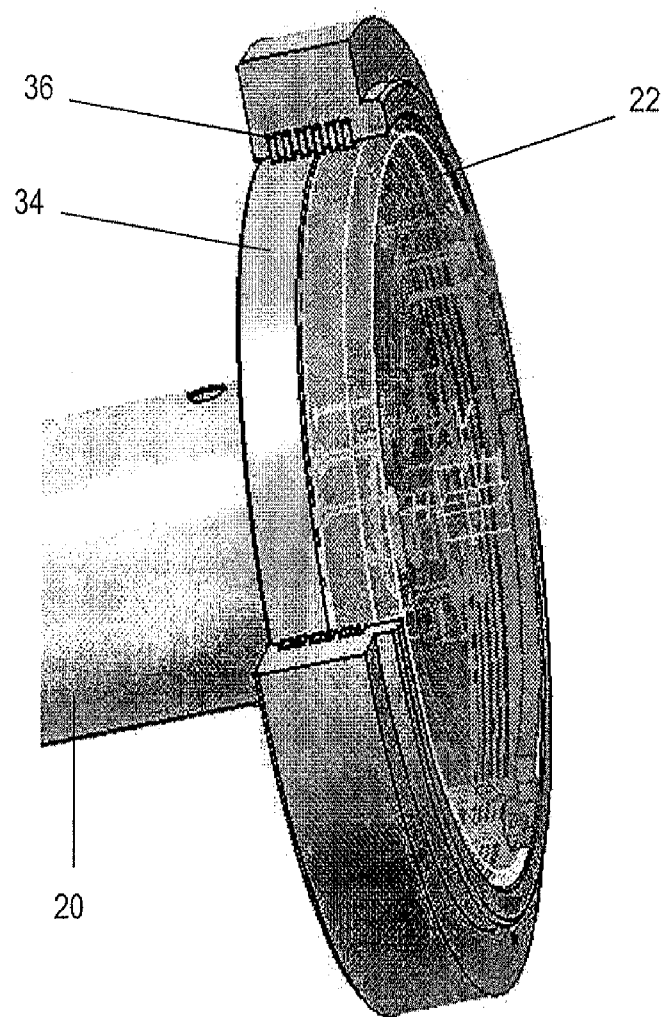
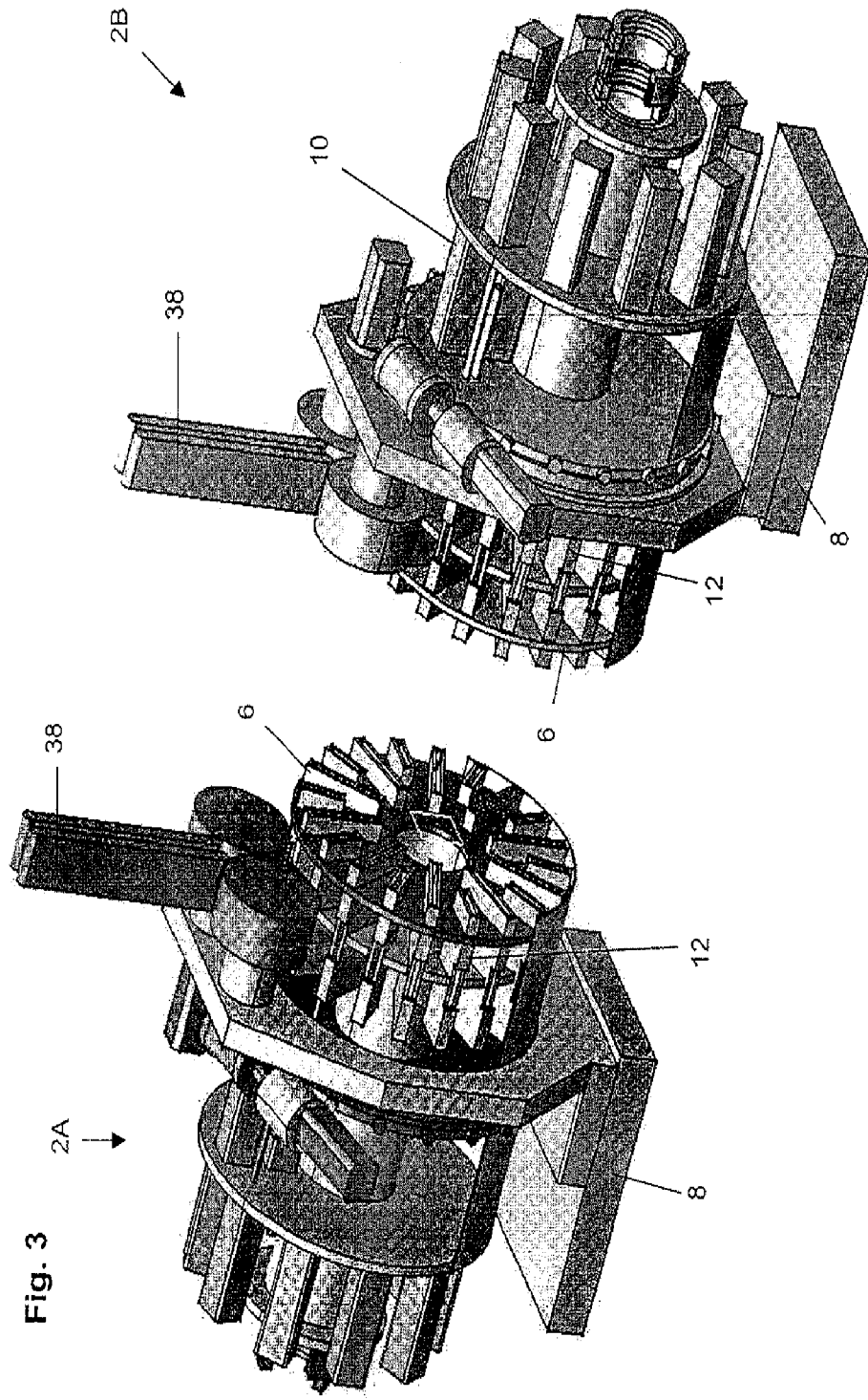


Fig. 1

ALL01780

Fig. 2





RESUMO

Patente de Invenção: **"PROCESSO E DISPOSITIVO PARA PIRÓLISE DE BIOMASSA, OLIGÔMEROS SINTÉTICOS, POLÍMEROS SINTÉTICOS, BORRACHA E/OU PLÁSTICOS".**

5 A invenção refere-se a um processo para a pirólise de biomassa, com ajuda de um elemento de aquecimento e dispositivos para guia da biomassa. Durante a pirólise, o elemento de aquecimento e a biomassa são comprimidos um contra o outro a uma pressão de 0,5 MPa (5 bar) - 8 MPa (80 bar). A invenção também refere-se a um dispositivo para pirolisar bio-

10 massas, que compreende uma alimentação de material (4) e uma estação de pirolisação (6). A alimentação de material (4) compreende dispositivos para gerar uma pressão dentre 0,5 MPa (5 bar) e 20 MPa (200 bar), comprimindo a matéria-prima a ser pirolisada contra a estação de pirolisação (6). A estação de pirolisação (6) compreende um elemento de aquecimento (22),

15 que é aquecido para uma temperatura dentre 300°C e 1000°C em um estado operacional.