



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

(11) PI 0513231-2 B1

(22) Data do Depósito: 05/07/2005

(45) Data de Concessão: 10/05/2016
(RPI 2366)



(54) Título: MÉTODO E APARELHO PARA PRODUZIR UM PRODUTO DE CARBONATO DE CÁLCIO.

(51) Int.Cl.: C01F 11/18

(30) Prioridade Unionista: 13/07/2004 FI 20040976

(73) Titular(es): FP-PIGMENTS OY

(72) Inventor(es): MIKKO MAIJALA, ROOPE MAIJALA, BJÖRN LAX, JARMO TOLONEN, TEIJO TJURIN

MÉTODO E APARELHO PARA PRODUZIR UM PRODUTO DE CARBONATO
DE CÁLCIO

A presente invenção refere-se a um método e aparelho para produzir um produto de carbonato de cálcio formado de pequenas partículas de carbonato de cálcio. A presente invenção refere-se em particular a um método e aparelho para produzir carbonato de cálcio precipitado, pelo que hidróxido de cálcio é alimentado na forma de pequenas gotículas e/ou partículas em um gás que contém dióxido de carbono e que fica dentro de um reator de precipitação.

Tecnologia Conhecida

O carbonato de cálcio é tipicamente produzido a partir de uma lama de hidróxido de cálcio por precipitação utilizando-se dióxido de carbono. Tradicionalmente, utiliza-se um processo de bateladas, processo esse no qual gás de dióxido de carbono é alimentado na forma de finas borbulhas para dentro da lama de hidróxido de cálcio até ser conseguido um nível de carbonatação apropriado. O conteúdo de material seco da lama de hidróxido de cálcio não deve ser, deste modo, muito alto, de forma que as borbulhas de gás sejam capazes de penetrar dentro da lama. Por exemplo, a publicação da patente U.S. No. 4.927.618 sugere que pode ser usada lama de hidróxido de cálcio com um teor de matéria seca de 7,68%. Este método de produção requer um longo período para carbonatação; é mencionado no primeiro exemplo da patente U.S. que a carbonatação

demora 31 minutos.

Por outro lado, também foi sugerido anteriormente que o carbonato de cálcio seja precipitado em aparelhos que operam continuamente. Por exemplo, é sugerido na publicação da patente U.S. No. 4.133.894, que carbonato de cálcio seja precipitado em três colunas altas, sucessivas, em que lama de hidróxido de cálcio, com uma dimensão de gota de 1-2 mm, é pulverizada, utilizando-se jatos de aspersão, a partir do topo da coluna em gás de dióxido de carbono que corre ascendentemente a partir do fundo da coluna. O carbonato de cálcio produzido é coletado a partir do fundo da terceira coluna na forma de partículas finas, com dimensão de <100 nm. Neste caso, a lama de hidróxido de cálcio também deve ser muito diluída, isto é, seu teor de matéria seca deve ser baixo, aproximadamente 0,1-10%. Na primeira coluna, somente 5 - 15% do hidróxido de cálcio serão carbonatados. A maior parte será carbonatada na segunda coluna.

Em muitas aplicações do carbonato de cálcio precipitado (PCC) seria vantajoso a possibilidade de se utilizarem partículas de carbonato de cálcio muito pequenas, < 100 nm de dimensão, que fossem uniformes na qualidade e substancialmente uniformes na dimensão. Estes tipos de aplicações são necessários, por exemplo, nas indústrias farmacêuticas, de cosméticos e de alimentos. As indústrias de tintas, plásticos, borracha, pigmentos e papel, incluindo a

indústria tecno-química, também têm uso para este tipo de produto de carbonato de cálcio.

Propósito da Invenção

O propósito da presente invenção é o de
5 apresentar um método e aparelho aperfeiçoado para produzir um produto de carbonato de cálcio formado na sua maior parte de partículas de carbonato de cálcio separadas, estáveis e muito pequenas, com dimensão de < 100 nm.

10 O propósito é, deste modo, também proporcionar um método e aparelho aperfeiçoados para a produção de um produto de carbonato de cálcio com uma grande área de superfície específica.

O propósito consiste ainda em proporcionar
15 um método e aparelho que precipita partículas de carbonato de cálcio a partir de hidróxido de cálcio rapidamente, e que é menos dependente da dimensão de partícula e/ou teor de material seco do produto de carbonato de cálcio usado do que foi o caso com os
20 métodos anteriores.

O propósito consiste, também, em proporcionar um método e aparelho que torna possível manter uma temperatura de reação que é mais baixa do que o normal durante o estágio de carbonatação, isto é,
25 durante a precipitação do carbonato de cálcio.

O propósito consiste ainda em proporcionar um método e aparelho que opera continuamente que possibilita a alimentação e usos simultâneos de vários

aditivos na produção de carbonato de cálcio.

O propósito consiste ainda em proporcionar-se um método e um aparelho por meio dos quais é fácil realizar-se a carbonatação completa ou
5 aproximadamente completa de uma substância mineral, tipicamente hidróxido de cálcio.

A Invenção

A fim de se conseguirem os objetivos apresentados anteriormente, um método e um aparelho de
10 acordo com a invenção são caracterizados pelo que se encontra apresentado nas partes de caracterização das reivindicações de patentes independentes apresentadas posteriormente neste pedido de patente.

A presente invenção refere-se a um método
15 e aparelho para produzir carbonato de cálcio precipitado com uma pequena dimensão de partícula, tipicamente <100 nm, e assim com uma grande área de superfície específica, em um processo de operação contínua. As partículas de carbonato de cálcio do
20 produto são, na sua maior parte, separadas, estáveis, homogêneas e de dimensão uniforme.

O método compreende tipicamente:

- a alimentação de hidróxido de cálcio (Ca(OH)_2) como gotas finas e/ou partículas em
25 um gás que contém dióxido de carbono e que está dentro de um reator de precipitação, a fim de carbonatar o hidróxido de cálcio, isto é, a fim de produzir carbonato de cálcio

precipitado (CaCO_3) no reator de precipitação.

Em uma solução de acordo com a invenção, hidróxido de cálcio ou outras fontes de íons de Ca^{++} adequadas podem ser usados como uma substância mineral reativa, a partir da qual carbonato de cálcio é formado pela utilização de dióxido de carbono. Tipicamente, em uma solução de acordo com a invenção, hidróxido de cálcio é alimentado ao reator de precipitação como uma lama de hidróxido de cálcio, isto é, hidróxido de cálcio dispersado em água, tal como leite de cal, mas também pode ser alimentado na forma de uma solução de hidróxido de cálcio. O material é alimentado vantajosamente para o reator através de um aparelho de desintegração e pulverização localizado no reator ou em associação com o mesmo.

O aparelho de desintegração e pulverização é tipicamente um chamado misturador de impacto, pelo que gotículas e/ou partículas muito finas são formadas a partir dispositivo de desintegração e ativação lama ou solução de hidróxido de cálcio. Tipicamente, o misturador de impacto opera simultaneamente como um reator de precipitação, ou como uma parte do reator de precipitação; portanto também é possível trazer o hidróxido de cálcio, vantajosamente, para contacto com o dióxido de carbono para iniciar as reações de carbonatação neste reator. Utilizando-se o misturador de impacto, o qual opera sob o princípio de um moinho

de pinos, também é possível misturar-se lama de hidróxido de cálcio com um alto teor de material seco dentro do gás de dióxido de carbono.

O aparelho de desintegração e pulverização
5 é instalado tipicamente na seção de topo do reator de precipitação, sendo que ele também poderá ser montado em um outro local do conjunto de reator de precipitação que seja adequado para a alimentação de hidróxido de cálcio.

10 Adicionalmente à lama de hidróxido de cálcio, um gás que contém dióxido de carbono que realiza a precipitação e que pode ser dióxido de carbono puro ou aproximadamente puro, ou gás de combustão, ou outro gás adequado que contenha CO_2 , é
15 alimentado continuamente para dentro do reator de precipitação. O gás pode ser alimentado diretamente para o reator de precipitação a partir da seção de fundo, a partir dos lados ou a partir do topo utilizando-se um aparelho de alimentação de gás
20 separado. O gás que contém dióxido de carbono é alimentado vantajosamente para dentro do reator de precipitação através do topo simultaneamente com o hidróxido de cálcio. O gás que contém dióxido de carbono pode ser alimentado para o reator de
25 precipitação através do aparelho de desintegração e pulverização, caso este em que as reações de carbonatação já serão iniciadas nesse aparelho. Na eventualidade de se desejar, gás de dióxido de carbono

pode, entretanto, ser alimentado utilizando-se um outro aparelho de alimentação de gás adequado, e em algum outro local do reator de precipitação. Com a finalidade de se manter o equilíbrio de material no reator de precipitação, o material que contém carbonato de cálcio também é removido continuamente a partir do reator.

Estabeleceu-se agora que a fim de produzir as pequenas partículas desejadas, tipicamente < 100 nm de dimensão, ou as partículas de carbonato de cálcio separadas com a grande área de superfície específica desejada, é vantajoso fazer com que a precipitação ocorra sob uma temperatura de reação abaixada, abaixo de 65°C, tipicamente 10 - 65°C, mais tipicamente a 30 - 65°C, mais tipicamente a < 40°C. A temperatura no reator de precipitação pode ser mantida sob o nível mais baixo desejado de várias maneiras diferentes.

Em um método e aparelho típico de acordo com a invenção, uma baixa temperatura é mantida no reator de precipitação por meio de refrigeração. Existem vários métodos de refrigeração que podem ser usados um de cada vez ou vários métodos simultaneamente. A temperatura no reator de precipitação pode assim ser abaixada

- por alimentação de pelo menos algum do hidróxido de cálcio ou outra fonte de íons de Ca^{++} ao reator de precipitação sob uma temperatura abaixada,

- por alimentação de pelo menos algum dióxido de carbono para dentro do reator de precipitação sob uma temperatura abaixada, mesmo como gelo seco,
- 5 - por meio de elementos de refrigeração instalados no reator de precipitação, tal como uma luva de refrigeração instalada no reator de precipitação,
- 10 - por circulação do material que contém carbonato de cálcio, e/ou o gás que contém dióxido de carbono, do reator de precipitação para um resfriador equipado com um permutador de calor e, então, fazendo circular o mesmo de volta, do resfriador
- 15 para o reator de precipitação,
- pelo encaminhamento do material que contém carbonato de cálcio, e/ou o gás que contém dióxido de carbono, do primeiro reator de precipitação através de um resfriador para o
- 20 segundo reator de precipitação e/ou
- pela utilização de um outro método adequado.

O material de carbonato de cálcio proveniente do reator de precipitação que é levado a circular dentro do resfriador pode ser retornado ao

25 mesmo reator de precipitação, ou ao reator de precipitação seguinte, através do aparelho de desintegração e pulverização localizado no mesmo.

Foi agora estabelecido que mediante a

regulagem da temperatura do hidróxido de cálcio alimentado para dentro do reator de precipitação, é possível influenciar essencialmente a dimensão de partícula do produto de carbonato de cálcio a ser
5 formado. Quanto mais baixa for a temperatura do hidróxido de cálcio alimentado, menores as partículas que serão produzidas. Na eventualidade de se desejar uma dimensão de partícula pequena, é vantajoso alimentar pelo menos algum do hidróxido de cálcio,
10 vantajosamente a maior parte dele, para dentro do reator de precipitação à temperatura de 5- 30°C, vantajosamente 10 - 20°C, mais tipicamente < 17°C. Quando se consideram aspectos técnico-econômicos, de uma maneira geral não é possível utilizar temperaturas
15 iniciais muito baixas. Além disso, quando uma lama de hidróxido de cálcio é resfriada durante reações de carbonatação, é possível obterem-se partículas de carbonato de cálcio ainda menores.

Utilizando-se uma solução de acordo com a
20 invenção, é possível produzir um produto de carbonato de cálcio em que a dimensão das partículas de carbonato de cálcio, d_{50} , é < 100 nm, tipicamente < 70 nm, vantajosamente < 40 nm. A área de superfície específica do produto de carbonato de cálcio que
25 consiste da maior parte de partículas de carbonato de cálcio separadas, é >20 m²/g, tipicamente >40 m²/g, vantajosamente >60m²/g.

Hidróxido de cálcio é alimentado

vantajosamente para dentro do reator de precipitação, ou através do aparelho de desintegração e pulverização montado ao reator. No aparelho de desintegração e pulverização, que opera vantajosamente sob o princípio
5 de um moinho de pinos (isto é, seja como um misturador chamado de impacto ou misturador de fluxo direto), o material a ser alimentado para dentro do reator de precipitação é um alvo de fortes impactos ou duplos impactos provenientes dos rotores de alta velocidade
10 equipados com pinos, lâminas ou elementos correspondentes, que desintegram e pulverizam o material que se desloca através do aparelho de maneira muito eficiente. A diferença de velocidades dos anéis dos rotores adjacentes ou rotores e estatores
15 adjacentes é 5 - 400 m/s, tipicamente 5 - 200 m/s.

O tempo de permanência do hidróxido de cálcio, ou de uma outra fonte de íons de Ca^{++} , que é alimentado para dentro do reator de precipitação, dentro do aparelho de desintegração e pulverização, que
20 coopera sob o princípio de um moinho de pinos, é < 10 segundos, tipicamente < 2 segundos, e mais tipicamente < 1 segundo.

Um tempo de carbonatação efetivo, isto é, o tempo durante o qual o hidróxido de cálcio, ou outra
25 fonte de íons de Ca^{++} correspondente, fica em contacto efetivo com o gás de dióxido de carbono na forma de uma névoa e/ou gotículas, é muito curto em cada reator de precipitação de acordo com a invenção; de uma maneira

geral < 1 minuto, tipicamente < 30 segundos, e mais tipicamente < 10 segundos. Um tempo de carbonatação total efetivo é correspondentemente mais longo se houverem vários reatores de precipitação sucessivos, ou
5 se o material for levado a circular várias vezes através do mesmo reator de precipitação. Desintegração e pulverização eficientes e rápidas da lama ou solução de hidróxido de cálcio, e rápida mistura da névoa no gás de dióxido de carbono, possibilita um tempo de
10 carbonatação efetivo muito curto e, assim, um tempo de produção muito curto para o produto de carbonato de cálcio.

Um método e aparelho de acordo com a invenção pode compreender carbonatação de vários
15 estágios, isto é, um processo de precipitação em que

- na primeira fase do processo, tipicamente a fase principal, carbonato de cálcio é precipitado a partir de hidróxido de cálcio no primeiro reator de precipitação;
- 20 - o carbonato de cálcio precipitado no primeiro reator de precipitação, e o hidróxido de cálcio remanescente, é encaminhado para o segundo reator de precipitação;
- na segunda fase do processo, carbonato de
25 cálcio é precipitado a partir da segunda parte, tipicamente a parte remanescente, do hidróxido de cálcio no segundo reator de precipitação; e

- o carbonato de cálcio precipitado no segundo reator de precipitação e o carbonato de cálcio encaminhado para o segundo reator de precipitação proveniente do primeiro reator de precipitação, bem como qualquer hidróxido de cálcio remanescente eventual que foi alimentado para dentro do reator de precipitação, é encaminhado para o terceiro reator de precipitação, ou se o hidróxido de cálcio tiver sido completamente usado, o carbonato de cálcio é descarregado do processo de precipitação.

Um método e aparelho de acordo com a invenção possibilita carbonatação completa ou aproximadamente completa do hidróxido de cálcio, de forma que são formadas partículas dimensionadas homogeneamente, estáveis, separadas, de dimensão média. Desta maneira, o produto de carbonato de cálcio é, na sua maior parte, de qualidade uniforme. Essencialmente não ocorre aglomeração no produto, desta forma o produto não sofre essencialmente alteração mesmo durante um longo período de tempo.

Ficou agora estabelecido que as partículas de carbonato de cálcio a serem formadas em um reator de precipitação de acordo com a invenção podem ser mantidas separadas, e a sua dimensão de partícula pode ser controlada, por exemplo,

- por regulação da temperatura de

precipitação,

- por regulagem da temperatura dos materiais brutos,
- por regulagem da quantidade de lama ou
5 solução de hidróxido de cálcio alimentada e/ou seu teor de material seco,
- por regulagem da quantidade de gás de dióxido de carbono,
- por regulagem da velocidade de rotação dos
10 motores, da estrutura de rotor, do número de anéis e lâminas, e da posição das lâminas do aparelho de desintegração e pulverização, e/ou
- por utilização de um aditivo adequado.

15 Pela regulagem do teor de material seco da lama de hidróxido de cálcio ou da concentração da solução de hidróxido de cálcio, é possível influenciar o teor de material seco do carbonato de cálcio a ser formado no reator de precipitação. O teor de material
20 seco do carbonato de cálcio precipitado é tipicamente regulado para < 30%, mais tipicamente para 10-20%.

 As características do carbonato de cálcio a ser produzido, tais como dimensão de partícula, forma do cristal, área de superfície específica, separação
25 e/ou uniformidade, também podem ser alteradas pela utilização de vários aditivos. Em alguns casos, é possível reduzir o resfriamento do reator de precipitação com o uso de aditivos. Os aditivos também

podem ser usados a fim de se obter ainda uma dimensão de partícula menor.

Desta forma, adicionalmente ao hidróxido de cálcio e dióxido de carbono, algum poliol, por exemplo, sorbitol, poderá ser alimentado ao reator de precipitação. Poliol pode ser adicionado

- à lama de hidróxido de cálcio a ser alimentada para o reator de precipitação, ou à água de extinção usada para produzir esta lama,
- diretamente no reator de precipitação, por exemplo, no aparelho de desintegração e/ou pulverização, e/ou
- ao material que contém carbonato de cálcio que é descarregado do reator de precipitação.

Poliol, tal como sorbitol, possibilita a formação de pequenas partículas de carbonato de cálcio, e também afeta as suas propriedades químicas de superfície. A adição de poliol também possibilita a formação de partículas muito pequenas com menos resfriamento, possivelmente mesmo sem qualquer resfriamento. O poliol é adicionado tipicamente na percentagem de 0,1 - 3%, mais tipicamente 1 - 2%, do produto.

As características de um produto de carbonato de cálcio produzido de acordo com a invenção também podem ser alteradas pela utilização de vários

aditivos, tais como compostos de ácidos graxos, tipicamente ácido de estearina ou ácido de resina. Além disso, poderão ser usados outros aditivos, tais como agentes de dispersão.

5 Reconheceu-se agora que pela alimentação de uma substância mineral reativa, água de cal, de acordo com a invenção, na forma de uma névoa muito fina no gás de dióxido de carbono, que altera a precipitação, a substância mineral reativa e o gás que
10 provoca a precipitação podem ser usados para misturar um com o outro de forma notadamente fácil, e muito eficientemente para a precipitação de carbonato de cálcio. É ainda possível obter-se uma carbonatação completa em um curto espaço de tempo de reação, isto é,
15 rapidamente.

A precipitação de carbonato de cálcio (PCC) a partir de hidróxido de cálcio começa imediatamente e a reação ocorre de forma acentuadamente rápida entre o hidróxido de cálcio e o dióxido de
20 carbono. Pela regulação da temperatura da substância mineral alimentada, da temperatura de reação, da temperatura ou consistência do gás alimentado, pela utilização do método e aparelho de acordo com a invenção, podem ser controladas características tais
25 como a área de superfície específica e a dimensão de partícula do carbonato de cálcio que está sendo formado.

Supõe-se que as reações ocorrem mais

rápidas e mais eficientemente quanto mais finamente a substância mineral pode ser dispersa, isto é, mais finamente que é fragmentada quando da alimentação da mesma para o reator de precipitação. Quando se utiliza
5 uma solução de hidróxido de cálcio, o material pode ser desintegrado em gotículas especialmente pequenas. A eficiência de pulverização também pode ser afetada pelas construções do aparelho de desintegração e pulverização e do reator de precipitação.

10 De acordo com a invenção, a temperatura durante a precipitação pode ser assim ajustada, abaixada, de forma que as partículas de carbonato de cálcio formadas permanecerão separadas, isto é, elas não terão qualquer tendência particular para aderir
15 umas às outras. O mesmo resultado, partículas de carbonato de cálcio separadas, também é conseguido pela utilização de aditivos. A adição, por exemplo, de polióis, tais como sorbitol, reduzirá a tendência das partículas aderirem umas às outras.

20 Utilizando-se um aparelho de desintegração e pulverização que opera no princípio de um moinho de pinos, tal como um misturador de impacto ou misturador de fluxo direto, é possível alimentar uma substância mineral, isto é, hidróxido de cálcio, e um gás que
25 realiza a precipitação continuamente e simultaneamente dentro do reator de precipitação. A solução de substância mineral será dispersada no gás de precipitação na forma de gotículas ou partículas muito

finas que formam uma suspensão de gás semelhante a névoa, em que o gás e a substância mineral reativa usada para precipitação são ativadas e misturadas muito eficientemente entre si. Utilizando-se uma solução de
5 acordo com a invenção, as substâncias que participam do processo de precipitação são homogeneizadas na forma de uma suspensão gasosa, em que as reações entre diferentes componentes poderão ocorrer instantaneamente.

10 A utilização de um aparelho que opera no princípio de um moinho de pinos, o material que está sendo alimentado para dentro do reator de precipitação pode ser encaminhado para o gás dentro do reator de precipitação que contém dióxido de carbono por impactos
15 sucessivos, repetitivos, impactos duplos, forças de cisalhamento, turbulência, sobre e sob pulsos de pressão, ou outras forças correspondentes que desintegram a substância mineral em partículas muito pequenas, <200 µm e névoa fina.

20 Um aparelho que opera pelo princípio de um moinho de pinos compreende vários, tipicamente 3 - 8, mais tipicamente 4 - 6, anéis coaxiais equipados com lâminas ou assemelhadas, dos quais pelo menos cada um anel alternado opera como um rotor, e os anéis
25 adjacentes como estatores, ou como rotores que giram em direções opostas ou na mesma direção sob velocidades diferentes. As velocidades de anéis dos rotores podem ser 5 - 250 m/s. A diferença de velocidades entre

rotores adjacentes pode ser 5- 400 m/s, tipicamente 5 - 200 m/s. Moinhos ou misturadores que operam de acordo com este princípio foram expostos anteriormente nas publicações de patentes finlandesas 105699 B, 105112B e
5 na publicação WO 96/18454.

Em um aparelho que opera sob o princípio de um moinho de pinos, a substância mineral é tipicamente encaminhada com o auxílio dos rotores e eventuais estatores para movimentar-se radialmente para
10 fora. A extensão do rotor e eventuais anéis de estator a partir do centro dos anéis para fora, produz uma diferença na pressão entre a entrada, isto é, o centro e a saída, isto é, o anel externo no misturador de fluxo passante. A pressão diminui para fora a partir
15 do centro. A diferença de pressão criada auxilia no transporte da substância mineral através do aparelho. As lâminas, ou assemelhadas, montadas nos anéis do aparelho podem provocar impactos e duplos impactos para o material que flui para fora e criar forças de
20 cisalhamento, turbulência e pulsos de subpressão e sobrepressão, que trituram, ou desintegram e pulverizam o material. Um aparelho que opera sob o princípio de um moinho de pinos é capaz de manipular eficientemente fluxos de minerais de teores de material seco alto e
25 muito baixo para adequação de precipitação. A operação do aparelho é fácil de regular. Desta forma, em um reator de precipitação de acordo com a invenção, é possível precipitar substâncias minerais de diferentes

teores de material seco, tais como < 30%, tipicamente 10 - 25%.

Um método e aparelho de acordo com a invenção torna possível selecionar livremente as condições, tais como as matérias-primas, as proporções de alimentação das matérias-primas, o pH, a pressão e a temperatura, que são mais bem adequados para cada processo. Uma solução de acordo com a invenção não estabelece quaisquer limites para estas condições.

Adicionalmente ao material reativo usado para precipitação, tipicamente hidróxido de cálcio, outras substâncias, por exemplo, aquelas adequadas para o ulterior processamento do carbonato de cálcio precipitado, podem ser alimentadas para dentro do reator de precipitação.

Aditivos adequados para o tratamento de superfície de partículas podem ser adicionados à substância mineral antes da mesma entrar no reator de precipitação, enquanto se encontra no reator de precipitação ou depois que ela sai do reator de precipitação, por exemplo, aditivos que alteram a condição hidrófoba das superfícies, desenvolvimento de partícula ou a capacidade das partículas permanecerem separadas umas das outras. Aditivos típicos incluem polióis, tais como sorbitol, açúcar, ácidos graxos, tais como ácido esteárico, ácido de resina, ácido fosfórico, substâncias de dispersão, tais como soluções aquosas de sais de sódio e amônio de polímeros

acrílicos. Aditivos a serem usados ou alguns deles podem ser alimentados para o reator de precipitação simultaneamente.

A invenção será descrita em seguida de forma mais detalhada com referência aos desenhos anexos, nos quais:

A Figura 1 ilustra esquematicamente e como um exemplo, uma seção vertical de um reator de precipitação de acordo com a invenção.

10 A Figura 2 ilustra esquematicamente e como um exemplo, uma seção horizontal de um aparelho de desintegração e pulverização montado no reator de precipitação apresentado na Figura 1.

A Figura 3 ilustra esquematicamente e como um exemplo, uma seção vertical de um segundo reator de precipitação de acordo com a invenção.

A Figura 4 ilustra esquematicamente e como um exemplo, uma seção horizontal do aparelho de desintegração e pulverização para o tipo de reator de precipitação apresentado na Figura 3.

A Figura 5 ilustra esquematicamente e como um exemplo, uma seção vertical de um grupo de reatores de precipitação de acordo com a invenção.

A Figura 6 ilustra esquematicamente e como um exemplo, uma seção vertical de um segundo grupo de reatores de precipitação de acordo com a invenção.

A Figura 7 ilustra esquematicamente e como um exemplo, uma seção vertical de um terceiro grupo de

reatores de precipitação de acordo com a invenção.

A Figura 1 ilustra um reator de precipitação 10 que opera continuamente de acordo com a invenção, o qual compreende: um vaso de precipitação 12, um aparelho de desintegração e pulverização 14 montado no vaso de precipitação, um tubo de alimentação 16 para a lama de hidróxido de cálcio, um tubo de alimentação 18 para o gás de dióxido de carbono de execução de precipitação e um tubo de descarga 20 para a suspensão de carbonato de cálcio. O aparelho consiste adicionalmente de um acionador 22, que inclui o conjunto de mancal e vedação 24 entre o acionador 22 e o aparelho 14.

O material que contém hidróxido de cálcio, a lama de hidróxido de cálcio, que se destina a ser alimentada ao reator de precipitação, pode ser refrigerado de acordo com a invenção antes de ser alimentado ao reator de precipitação. Por exemplo, um resfriador 11 que resfriará a lama para a temperatura desejada pode ser montado no tubo de alimentação 16 para a lama de hidróxido de cálcio.

De forma assemelhada, o gás de dióxido de carbono pode ser resfriado conforme desejado utilizando-se um resfriador 11' antes de ser alimentado ao aparelho de desintegração e pulverização 14.

O reator de precipitação 10 pode ser equipado com uma luva de resfriamento 13, tal como ilustrada na Figura 1, de acordo com a invenção, que

pode circundar aproximadamente a totalidade do aparelho, tal como ilustrado na figura, ou apenas uma parte do mesmo. A luva de resfriamento 13 é equipada com algum método de resfriamento convencional que não
5 está exposto neste contexto com maiores detalhes.

Adicionalmente, ou alternativamente, um ou mais resfriadores separados 15, que ficam em contacto com o material no topo do reator, e/ou um resfriador 15', que fica em contacto com o material de carbonato
10 de cálcio no fundo do reator, podem ser montados ao reator de precipitação.

Adicionalmente, ou alternativamente, circulação do material que contém carbonato de cálcio pode ser disposta no reator de precipitação a partir do
15 tubo de descarga 20, através de um tubo 16', ao tubo de alimentação 16 que conduz ao aparelho de desintegração e pulverização 14. O tubo 16' é equipado com um resfriador 17. O material pode ser retornado diretamente ao vaso de precipitação se desejado, por
20 exemplo, para o seu fundo. O material em circulação é resfriado no resfriador 17 e é retornado como um agente de resfriamento para o reator de precipitação.

Um aparelho de desintegração e pulverização 14 montado no reator de precipitação, do
25 qual uma seção horizontal está exposta na Figura 2, é um misturador de impacto ou misturador de fluxo direto que opera sob o princípio de um moinho de pinos, que consiste de 6 anéis dispostos coaxialmente 26, 26',

26", 28, 28', 28", equipados com lâminas 26a, 26'a, 26"a, 28a, 28'a, 28"a. No aparelho 14, a lama de hidróxido de cálcio a ser alimentada para dentro do reator de precipitação e outra substância sólida eventual, é desintegrada em pequenos fragmentos, gotas de líquido e/ou partículas sólidas, e é alimentada a partir do aparelho 14 na forma de um material semelhante a névoa para dentro do vaso de precipitação 12. O tempo de permanência no aparelho de desintegração e pulverização é muito curto, < 10 segundos, tipicamente < 2 segundos, mais tipicamente menos de 1 segundo.

Tal como as setas apresentadas na Figura 2 indicam, os primeiros anéis 26, 26', 26" do aparelho de desintegração e pulverização 14 operam como rotores que, no caso apresentado na figura, giram no sentido contrário aos ponteiros do relógio. Os segundos anéis 28, 28', 28" também, adjacentes aos primeiros anéis, operam como rotores, os quais, entretanto, no caso apresentado na figura, giram no sentido dos ponteiros do relógio. A diferença de velocidades entre os anéis dos rotores que giram em direções opostas é de 5 - 400 m/s, tipicamente 5 - 200 m/s. As lâminas 26a, 26a', 26"a e 28a, 28a', 28"a, que estão montadas nos anéis, encontram a lama de hidróxido de cálcio que passa através do aparelho radialmente para fora, tornando-a um alvo de repetidos impactos e duplos impactos. Simultaneamente, quando as lâminas se aproximam umas

das outras, é gerada sobrepressão entre as lâminas dos rotores adjacentes, e é gerada subpressão quando as lâminas se afastam umas das outras. As diferenças de pressão geram muito rapidamente pulsos de sobre e subpressão na lama. Além disso, ao mesmo tempo, forças de cisalhamento e turbulência são também geradas no material que circula através do aparelho 14.

Lama de hidróxido de cálcio, e outra substância eventual, são alimentadas através do tubo 16, tal como ilustrado na Figura 1, para a seção central 30 do aparelho de desintegração e pulverização 14, de onde a lama se desloca radialmente para fora no sentido da borda externa aberta 32 do anel externo 28" pelo efeito das lâminas de rotor e pela diferença de pressões criada entre o centro e o anel externo do aparelho. A lama de hidróxido de cálcio, e outra substância eventual, também pode ser alimentada para dentro do aparelho 14 entre os anéis, se desejado. O hidróxido de cálcio e outras substâncias eventuais podem ser alimentadas para o aparelho 14 através de tubos separados se desejado, caso esse em que eles não entram em contacto uns com os outros enquanto eles estiverem neste aparelho.

Impactos, impactos duplos, forças de cisalhamento, turbulência e pulsos de sub- e sobrepressão gerados pelas lâminas de rotor, que giram em direções opostas, desintegram a lama de hidróxido de cálcio para fragmentos muito finos, gotas de líquido e

partículas sólidas. Em uma solução de acordo com a invenção, entretanto, o material é capaz de fluir em uma rota relativamente aberta através dos anéis, e assim não há o risco de bloqueio no aparelho.

5 Na solução de acordo com a invenção apresentada nas Figuras 1 e 2, o gás que promove a precipitação, CO_2 , é encaminhado através de um tubo 18 para a seção central 30 dos anéis do aparelho de desintegração e pulverização 14. Adicionalmente, ou
10 alternativamente, se desejado o gás que promove a precipitação pode ser alimentado entre os anéis. A partir deste local central 30, ou a partir do espaço entre os anéis, o gás flui radialmente para fora, gerando tanto no aparelho 14 quanto no vaso de
15 precipitação 14 em torno do mesmo, um espaço de gás 34 que contém o gás que promove a precipitação. O gás é descarregado através de um tubo 21, localizado na seção de topo do reator de precipitação. Algunm gás descarregado pode ser levado a circular de volta para o
20 reator de precipitação através de um tubo 18'. O tubo 18' é equipado com um dispositivo de resfriamento 17'. Reações de precipitação já começam no aparelho de desintegração e pulverização, quando o gás entra em contacto com a lama de hidróxido de cálcio ou outra
25 substância mineral.

 Quando tratada no aparelho de desintegração e pulverização 14, a lama de hidróxido de cálcio forma gotículas e partículas muito finas que

serão dispersadas do aparelho 14 para uma seção 34' do espaço de gás que circunda o aparelho. Gotículas finas e partículas são arremessadas para fora do aparelho 14, principalmente a partir da sua área anular externa, como um fluxo semelhante a névoa 36. Reações de precipitação fora do aparelho de alimentação podem continuar durante um tempo relativamente longo quando gotículas finas e partículas se dispersam amplamente no vaso de precipitação 12. Carbonato de cálcio de precipitação e possivelmente algum hidróxido de cálcio não precipitado assenta no fundo do vaso de precipitação e é descarregado do vaso através do tubo 20.

A dimensão, forma, largura e altura do vaso de precipitação 12 podem ser selecionadas de forma tal que as gotículas e partículas que são arremessadas fora do aparelho de alimentação permaneçam no espaço de gás 34' do vaso de precipitação durante um tempo de permanência que seja tão apropriado quanto possível. Por exemplo, aumentando-se a altura do reator de precipitação 12, tornando-o semelhante a torre, ou aumentando-se o seu diâmetro, aumenta-se o tempo de permanência da lama de hidróxido de cálcio.

Os processos no reator de precipitação 10 também podem ser regulados, por exemplo, mediante a ajustagem do número de anéis, da distância entre os anéis, da distância entre as lâminas em cada anel e da dimensão e posição das lâminas no aparelho de

desintegração e pulverização 14.

As Figuras 3 e 4, que ilustram um segundo reator de precipitação de acordo com a invenção, com seu aparelho de desintegração e pulverização 14, utiliza os mesmos números de referência que foram usados nas Figuras 1 e 2, onde forem aplicáveis. O segundo reator de precipitação 10, apresentado na Figura 3, de acordo com a invenção, difere do aparelho apresentado nas Figuras 1 e 2, principalmente pelo fato de que o reator compreende um aparelho de desintegração e pulverização 14 equipado com um anel externo 32 fechado, o qual, ao mesmo tempo, forma o todo do reator de precipitação. O reator de precipitação não inclui uma área de precipitação separada estendida fora do aparelho de desintegração e pulverização. A solução apresentada nas Figuras 3 e 4 é adequada para o uso, por exemplo, quando se supõe que as reações de precipitação já foram completadas conforme desejadas no espaço de gás do aparelho de desintegração e pulverização, ou na eventualidade de existirem vários reatores.

No aparelho de desintegração e pulverização apresentado nas Figuras 3 e 4, o anel exterior 28" é circundado por um alojamento 40 que encerra o anel. O alojamento compreende uma abertura de descarga 42 para descarregar o carbonato de cálcio precipitado a partir do aparelho 14. O carbonato de cálcio precipitado pode ser encaminhado a partir da

abertura de descarga 42 para ulterior tratamento ou processamento, ou ele pode ser levado a circular através do tubo 43, para dentro do tubo 16, e de volta ao aparelho de desintegração e pulverização 14. o tubo
5 16 pode ser equipado com um resfriador 45.

Dois ou mais dos dois tipos de reatores de precipitação apresentados nas Figuras 1 e 3 podem ser dispostos em uma série sucessiva. A Figura 5 ilustra um grupo de três reatores de precipitação do tipo
10 apresentado na Figura 1. Os números de referência são os mesmos que foram usados nas figuras anteriores, onde forem aplicáveis.

A Figura 5 ilustra três reatores de precipitação 10, 10' e 10" onde hidróxido de cálcio é
15 levado ao contacto com gás de dióxido de carbono a fim de carbonatar o hidróxido de cálcio em carbonato de cálcio, isto é, para precipitar CaCO_3 . os reatores são conectados em seqüência, de forma tal que a suspensão de carbonato precipitado e o hidróxido de cálcio não
20 precipitado é encaminhada do tubo de descarga 20 do primeiro reator 10 para o tubo de alimentação 18' do segundo reator 10'. Correspondentemente, a suspensão que contém uma quantidade maior do carbonato de cálcio carbonatado é encaminhado através do tubo de descarga
25 20' do segundo reator 10' para dentro do tubo de alimentação 16" do terceiro reator 10".

O gás que contém dióxido de carbono é conduzido para cada reator através dos tubos 18, 18',

18". O gás que contém dióxido de carbono é conduzido através do tubo de alimentação 18 para o primeiro reator 10, que induz precipitação (carbonatação) e a formação de um carbonato no aparelho de desintegração e pulverização 14. O mesmo gás, ou outro gás que contém dióxido de carbono, pode ser conduzido aos segundo e terceiro reatores de precipitação 10', 10" através dos tubos 18'. 18" para completar as reações de precipitação (carbonatação). O gás é removido dos reatores através dos tubos de descarga 21, 21', 21".

De acordo com a invenção, no caso que se encontra exposto na Figura 5, resfriadores 17 e 17' são montados aos tubos de descarga 20 e 20' para resfriar o material a ser alimentado aos reatores de precipitação 20' e 20".

Tanques de dispersão ou armazenamento podem ser montados entre os reatores de precipitação 10, 10' e 10", onde o produto que contém carbonato de cálcio proveniente do reator de precipitação anterior pode ser armazenado por um momento, durante alguns minutos, ou mesmo durante um tempo mais prolongado.

A Figura 6 ilustra um segundo grupo de reatores de precipitação que compreende um reator de precipitação 10 montado sequencialmente do tipo apresentado na Figura 3, e dois reatores de precipitação 10', 01" do tipo apresentado na Figura 1 que são montados na série.

Hidróxido de cálcio é conduzido através da

tubulação 16, e gás que contém dióxido de carbono é conduzido através do tubo 18 para o primeiro reator de precipitação 10, isto é, para o aparelho de desintegração e pulverização 44. O material que sai do reator de precipitação 10 é encaminhado para um separador de gás 50, onde o gás que contém dióxido de carbono é separado do material que contém hidróxido de cálcio e carbonato de cálcio. O gás que contém dióxido de carbono e vapor é encaminhado através do tubo 54 para um aparelho de lavagem e resfriamento 52, de onde o gás que contém dióxido de carbono é encaminhado através da tubulação 18' para o aparelho de desintegração e pulverização do segundo reator de precipitação 10'. O material que contém hidróxido de cálcio e carbonato de cálcio é encaminhado a partir do separador de gás através da tubulação 161, que é equipada com um resfriador 11, para o aparelho de desintegração e pulverização 14 do segundo reator de precipitação.

O gás, que tipicamente contém vapor e dióxido de carbono, é removido da seção de topo do reator de precipitação 10' através da tubulação 21. O gás é conduzido para tratamento no aparelho de lavagem de gás e resfriamento 52. No aparelho 52, uma parte do gás que contém dióxido de carbono é levado a circular através da tubulação 18' de volta para o reator de precipitação 10', e o restante 18" é encaminhado para o reator de precipitação seguinte 10". O carbonato de

cálcio precipitado e o hidróxido de cálcio não precipitado, coletados na seção de fundo do reator de precipitação, são encaminhados para o tubo de descarga 20.

5 O terceiro reator de precipitação 10", tal como representado na Figura 6, opera principalmente sob o mesmo princípio do segundo reator de precipitação 10'. O material, que foi removido do fundo do segundo reator 10' para a tubulação 20, e que contém hidróxido
10 de cálcio adicionalmente ao carbonato de cálcio precipitado, é encaminhado através da tubulação 16" ao longo do fundo do aparelho de desintegração e pulverização 14' do terceiro reator 10". A partir do aparelho de lavagem e resfriamento 52, o gás que contém
15 dióxido de carbono é encaminhado para o terceiro reator 10" através da tubulação 18". Carbonato de cálcio completamente precipitado é descarregado do fundo do terceiro reator 10" através da tubulação 20'. O gás é removido da seção de topo do terceiro reator 10"
20 através da tubulação 21' e é conduzido para o aparelho de lavagem e resfriamento 52 para continuar a circulação.

A Figura 7 ilustra um grupo de reatores de precipitação que compreende um reator de precipitação
25 10 do tipo apresentado na Figura 3 e três reatores de precipitação 10', 10", 10''' do tipo apresentado na Figura 1 que foram montados em série. O primeiro reator de precipitação opera como o reator de

precipitação apresentado na Figura 6. Os três reatores de precipitação 10', 10'', 10''', como apresentados na Figura 1, são montados no topo uns dos outros e a lama de hidróxido de cálcio é alimentada a partir do topo para os aparelhos de alimentação 14, 14', 14'' localizados nos reatores de precipitação. O segundo reator 10' fica no topo e o terceiro reator 10''' fica no fundo, pelo que o material que contém o hidróxido de cálcio e o carbonato de cálcio flui na maior parte descendentemente quando se desloca através dos reatores.

EXEMPLOS

O propósito das experiências apresentadas nos exemplos seguintes é expor como é possível agir sobre a área de superfície específica e a dimensão de partícula do carbonato de cálcio precipitado pela aplicação de uma solução de acordo com a invenção. O propósito é somente o de ilustrar, não o de limitar a invenção.

Os resultados das experiências KP1 - KP4 estão apresentados na seção seguinte. Nestas experiências, de acordo com a invenção, a precipitação foi realizada na lama de hidróxido de cálcio utilizando-se um gás que contém dióxido de carbono. Nas experiências KP1 e KP2, a lama de hidróxido de cálcio foi resfriada para 13°C antes da iniciação da carbonatação. Além disso, na experiência KP2, a lama a

ser carbonatada foi resfriada durante a carbonatação. Nas experiências KP3 e KP4, a temperatura inicial da lama de hidróxido de cálcio foi de 30°C. Na experiência KP4, adicionou-se sorbitol à lama de
5 hidróxido de cálcio.

Em todas as experiências, o teor de material seco, a qualidade do Ca(OH)_2 e a composição do gás que continha CO_2 foram os mesmos.

O teor de material seco da lama de Ca(OH)_2
10 foi ajustado de forma que o material seco do produto final, o carbonato de cálcio precipitado, foi de 17%.

KP1. A temperatura da lama de Ca(OH)_2 foi ajustada para 13°C, depois do que a lama foi bombeada através do reator de precipitação. A quantidade
15 excedente de gás que continha CO_2 foi alimentada para o aparelho. Quando a lama de Ca(OH)_2 estava sendo alimentada para dentro do reator de precipitação, ela formou gotículas muito finas semelhantes a névoa que foram misturadas com o gás que continha CO_2 . Este
20 tratamento foi repetido três vezes, depois do qual o pH do carbonato de cálcio obtido, lama de PCC, foi 6,8. Durante o tratamento, a temperatura subiu para 55°C.

KP2. A segunda experiência foi conduzida como a primeira experiência, com a exceção de que a
25 lama foi resfriada durante o processo, de forma que a sua temperatura não excedeu 27°C. Depois do terceiro tratamento, o pH da lama de PCC foi de 6,9

KP3. A terceira experiência foi conduzida

da mesma forma que a primeira experiência, com a exceção de que a temperatura da lama de Ca(OH)_2 foi de 30°C no início da experiência. Durante o tratamento, a temperatura da lama elevou-se para 61°C, Depois do
5 tratamento, o pH da lama foi de 6,8.

KP4. A quarta experiência foi conduzida da mesma forma que a terceira experiência, com a exceção de que se adicionou à lama de Ca(OH)_2 1,5% de sorbitol, quando calculado a partir do PCC a ser
10 produzido. Durante este tratamento a temperatura da lama elevou-se a 60°C. Depois do terceiro tratamento, o pH da lama foi de 6,9.

Uma área de superfície específica foi medida (utilizando-se um dispositivo Micrometrics
15 Flowsorb III) a partir das amostras assim produzidas, e a dimensão média das partículas foi determinada utilizando-se imagens de microscópio eletrônico. Os resultados encontram-se expostos na Tabela 1.

Tabela 1

Experiência	KP1	KP2	KP3	KP4	
resfriamento	--	sim	--	--	
temperatura inicial	13	13	30	30	°C
temperatura máxima	55	27	61	60	°C
sorbitol	--	--	--	1,5%	%
d ₅₀	40	30	50	35	nm
área de superfície específica	60	81	48	65	m ² /g

As experiências KP1 e KP2 demonstram que pelo resfriamento da lama (Ca(OH)₂) que está sendo carbonatada durante a precipitação, foi possível obter-se um produto de carbonato de cálcio em que a dimensão de partícula foi notavelmente menor (30) do que sem o resfriamento (40). Correspondentemente, a área de superfície específica do produto em KP2 (81) foi maior do que na experiência KP1 (60).

As experiências KP1 e KP3 demonstram que em KP1, em que a temperatura inicial da lama de Ca(OH)₂ foi abaixada, é possível obter-se um produto de carbonato de cálcio em que a área de superfície específica é maior e a dimensão de partícula menor do que em KP3.

As experiências KP3 e KP4 mostram que é possível obterem-se partículas menores e uma área de superfície específica correspondentemente maior quando se adiciona sorbitol.

A solução de acordo com a invenção

conseguiu um método e aparelho simples, capaz de operar continuamente e técnico-econômico rápido para produzir industrialmente um produto de carbonato de cálcio formado de partículas muito pequenas, < 100 nm, e na
5 sua maior parte separadas. O método possibilita a carbonatação de hidróxido de cálcio completa facilmente. O tempo de reação é curto, isto é, a carbonatação é rápida, o que conduz à formação de pequenas partículas homogêneas com uma grande área de
10 superfície específica. O processo é menos dependente da dimensão de partícula e do teor de material seco da entrada de hidróxido de cálcio

O método e aparelho são simples. Os componentes principais do produto podem ser tipicamente
15 adicionados ao processo simultaneamente, caso este em que as substâncias reagem umas com as outras imediatamente.

O método e aparelho também conduzem a um resultado final econômico. O aparelho usado é
20 eficiente em energia com relação aos resultados obtidos. O aparelho converte a substância mineral, lama ou uma solução que contém hidróxido de cálcio em gotículas ou partículas muito finas. No método, o material de fonte pode ser hidróxido de cálcio com um
25 alto teor de material seco, o que também produz um produto de carbonato de cálcio com um alto teor de material seco.

O método proporciona uma ampla variedade

de variáveis, o que torna mais fácil encontrar as ajustagens corretas para cada caso específico. O resfriamento torna possível criar, se necessário, uma temperatura de processamento uniforme.

5 Utilizando-se um poliol tal como sorbitol como um aditivo em associação com o processo de carbonatação, é possível influenciar a área de superfície específica, dimensão de partícula e/ou homogeneidade do carbonato de cálcio a ser formado.

10 Nesse caso, não é necessário muito resfriamento, ou possivelmente nenhum, para produzir o produto de carbonato de cálcio desejado com uma dimensão de partícula muito pequena. Por outro lado, podem ser obtidas dimensões de partícula mesmo muito pequenas

15 utilizando-se ao mesmo tempo resfriamento e uma adição de poliol.

Da mesma forma, poderão ser utilizados outros aditivos que agem diretamente nas propriedades químicas de superfície do produto.

20 A invenção não se destina a ficar limitada aos exemplos apresentados anteriormente; pelo contrário, pretende-se que a invenção seja amplamente adaptada dentro do escopo das reivindicações apresentadas em seguida.

REIVINDICAÇÕES

- 1 - Método para produzir um produto de carbonato de cálcio que compreende pequenas partículas de carbonato de cálcio em um ou vários reatores de precipitação em seqüência (10, 10', 10'', 10'''), método esse que compreende:
- a alimentação de hidróxido de cálcio (Ca(OH)_2), na forma de gotas e/ou partículas em um gás que contém dióxido de carbono e que está dentro de um reator de precipitação, a fim de produzir partículas de carbonato de cálcio precipitadas, **caracterizado pelo fato** de que
 - o hidróxido de cálcio, é alimentado ao reator de precipitação através de um aparelho de desintegração e pulverização (14, 44) que opera sob o princípio de um moinho de pinos e montado dentro do reator ou em associação com o reator, e em que
 - a temperatura no reator de precipitação é mantida a $< 65^\circ\text{C}$,
 - a) pela disposição de elementos de resfriamento (15, 15') no reator de precipitação, e/ou
 - b) pela circulação do material que contém carbonato de cálcio, e/ou o gás que contém dióxido de carbono, para o resfriador a partir do reator de precipitação de volta

para o reator de precipitação proveniente
do resfriador
para produzir um produto de carbonato de cálcio
formado de pequenas partículas com dimensão <
5 100 nm, separadas permanentemente.

- 2 - Método de acordo com a reivindicação
1, **caracterizado pelo fato** de que a temperatura no
reator de precipitação é abaixada
- por alimentação de pelo menos algum do
10 dióxido de carbono para o reator de
precipitação sob uma temperatura abaixada,
ou mesmo como gelo seco,
 - por alimentação de pelo menos algum
hidróxido de cálcio, para dentro do reator
15 de precipitação sob uma temperatura
abaixada,
 - por meio da disposição de uma luva de
resfriamento (13), instalada no reator de
precipitação, e/ou
 - 20 - por encaminhamento do material que contém
carbonato de cálcio, e/ou o gás que contém
dióxido de carbono, do primeiro reator de
precipitação, através de um resfriador, para
o segundo reator de precipitação. e/ou

- 25 3 - Método de acordo com a reivindicação
2, **caracterizado pelo fato** de que pelo menos algum
hidróxido de cálcio é alimentado para o reator de
precipitação sob uma temperatura de 5-30°C,

vantajosamente 10-20°C, mais preferencialmente <17°C.

4 - Método de acordo com a reivindicação
1, **caracterizado pelo fato** de que a temperatura no
reator de precipitação é mantida a 10-65°C, com maior
5 preferência 30-65°C, e com maior preferência <40°C.

5 - Método de acordo com a reivindicação
1, **caracterizado pelo fato** de que o reator de
precipitação (10, 10', 10'', 10''') opera continuamente,
pelo que
10 - pelo menos, hidróxido de cálcio e dióxido de
carbono são alimentados continuamente para o
reator de precipitação e
- um material que contém carbonato de cálcio é
removido continuamente do reator de
15 precipitação.

6 - Método de acordo com a reivindicação
1, **caracterizado pelo fato** de que pelo menos algum do
material que contém carbonato de cálcio que é removido
do primeiro reator de precipitação (10) é resfriado e
20 levado a circular de volta ao primeiro reator de
precipitação (10), ou é encaminhado para o reator de
precipitação seguinte (10', 10'', 10''') através do
aparelho que opera sob o princípio de moinho de pinos.

7 - Método de acordo com a reivindicação
25 1, **caracterizado pelo fato** de que o hidróxido de cálcio
é alimentado para o reator de precipitação como uma
solução de hidróxido de cálcio e/ou com uma lama de
hidróxido de cálcio e de que

- a dimensão de gotícula e/ou dimensão de partícula da lama ou solução de hidróxido de cálcio é reduzida para uma dimensão de partícula de $<200 \mu\text{m}$ no aparelho de desintegração e pulverização (14, 44), que opera sob o princípio de um moinho de pinos, por impactos e duplos impactos que são provocados na lama e/ou solução e que são gerados por pinos, lâminas ou elementos correspondentes que estão montados no aparelho (14, 44) e que se movem sob velocidades de anel de 5-250 m/s.

8 - Método de acordo com as reivindicações 1 ou 6, **caracterizado pelo fato** de que o tempo de permanência do material que contém hidróxido de cálcio, e/ou do material circulante que contém carbonato de cálcio, dentro do aparelho de desintegração e pulverização (14, 44) é < 10 segundos, preferencialmente < 2 segundos, mais preferencialmente < 1 segundo.

9 - Método de acordo com as reivindicações 1 ou 6, **caracterizado pelo fato** de que o tempo de carbonatação efetivo do material que contém hidróxido de cálcio, e/ou do material circulante que contém carbonato de cálcio, dentro do reator de precipitação (10, 10', 10'', 10''') é < 1 minuto, preferencialmente < 30 segundos, mais preferencialmente < 10 segundos.

10 - Método de acordo com a reivindicação

1, **caracterizado pelo fato** de que o dióxido de carbono é alimentado para o reator de precipitação

- através do aparelho de desintegração e pulverização (14, 44) que opera sob o princípio de um moinho de pinos e/ou
- diretamente dentro do vaso de precipitação (12) do reator de precipitação utilizando-se um aparelho de alimentação de gás separado.

11 - Método de acordo com a reivindicação

1, **caracterizado pelo fato** de que o método compreende um processo de carbonatação de vários estágios, que opera continuamente, em que

- na primeira fase do processo, preferencialmente a fase principal, carbonato de cálcio é precipitado a partir do hidróxido de cálcio no primeiro reator de precipitação (10), depois do que o carbonato de cálcio precipitado na primeira fase do processo e o hidróxido de cálcio não precipitado é encaminhado do primeiro reator de precipitação para o segundo reator de precipitação (10'), e

- na segunda fase do processo, carbonato de cálcio é precipitado a partir de pelo menos algum, preferencialmente a parte remanescente, do hidróxido de cálcio que foi encaminhado para o segundo reator de precipitação, depois do que o carbonato de

cálcio precipitado na segunda fase do processo e o carbonato de cálcio que foi encaminhado do primeiro reator de precipitação para o segundo reator de precipitação, e o eventual hidróxido de cálcio não precipitado remanescente, é encaminhado para fora do segundo reator de precipitação (10'), se necessário, para o terceiro reator de precipitação (10").

12 - Método de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato** de que a dimensão de partícula do carbonato de cálcio precipitado é controlada pela ajustagem do teor de material seco do hidróxido de cálcio alimentado para dentro do reator ou reatores de precipitação, preferencialmente pela ajustagem do teor de material seco para <30%, preferencialmente 10-25%.

13 - Método de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato** de que, adicionalmente ao hidróxido de cálcio e dióxido de carbono, algum poliol, tal como sorbitol, é alimentado para dentro do reator de precipitação, e de que o poliol é adicionado

- à lama de hidróxido de cálcio a ser alimentada para dentro do reator de precipitação, ou à água de extinção usada para produzir esta lama,
- diretamente ao reator de precipitação, preferencialmente através do aparelho de

desintegração e/ou pulverização e/ou

- ao material que contém o carbonato de cálcio que está sendo descarregado a partir do reator de precipitação.

5 14 - Método de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato** de que um ou mais aditivos, que são adequados para o tratamento de superfície de partículas e produzem efeito sobre a condição hidrófoba, crescimento, ou separação das partículas, 10 por exemplo, um poliol, tal como sorbitol, açúcar, ácido graxo, ácido esteárico, ácido de resina, ácido fosfórico, um agente de dispersão, tais como soluções aquosas de sais de sódio ou amônio de polímeros acrílicos, são adicionados separadamente ou 15 simultaneamente ao carbonato de cálcio precipitado antes do reator de precipitação, no reator de precipitação e/ou depois do reator de precipitação.

 15 - Aparelho para produzir um produto de carbonato de cálcio a partir de hidróxido de cálcio, 20 que compreende pequenas partículas de carbonato de cálcio, em que o aparelho compreende:

- pelo menos um reator de precipitação (10, 10', 10'', 10''') dentro do qual hidróxido de cálcio é desintegrada ou pulverizada na 25 forma de finas gotículas e/ou partículas e dentro do qual o hidróxido de cálcio é levado para contacto com o gás que contém dióxido de carbono, e

- aparelhos (16) para alimentação do hidróxido de cálcio para dentro do reator de precipitação, e aparelhos (20) para removerem o produto de carbonato de cálcio a partir do reator de precipitação, **caracterizado pelo fato** de que o aparelho compreende, adicionalmente,
- um aparelho de desintegração e pulverização (14, 14', 14'', 14'''), que opera sob o princípio de um moinho de pinos, para desintegrar o hidróxido de cálcio na forma de pequenas gotículas e/ou partículas dentro do reator de precipitação, e
- aparelhos de resfriamento (11, 11', 13, 15, 15', 17, 17', 45, 52) para manterem uma temperatura abaixada no reator de precipitação.

16 - Aparelho de acordo com a reivindicação 15, **caracterizado pelo fato** de que os aparelhos de resfriamento compreendem

- aparelhos (11, 11', 17, 17', 45, 52) para abaixarem a temperatura de um material, tal como o hidróxido de cálcio, dióxido de carbono ou carbonato de cálcio circulante a ser alimentado ao reator de precipitação e/ou
- aparelhos (13, 15, 15') para manterem baixa a temperatura do material no reator de

precipitação.

17 - Aparelho de acordo com a reivindicação 15, **caracterizado pelo fato** de que

- 5 - o aparelho compreende dois ou vários reatores de precipitação sucessivos (10, 10', 10'', 10''') que têm conexões de fluxo uns com os outros, e em que
- 10 - os resfriadores (11, 17, 17', 52) para resfriamento do material de carbonato de cálcio que flui de um reator para o outro ficam dispostos entre os reatores de precipitação dispostos em sequência.

18 - Aparelho de acordo com a reivindicação 15, **caracterizado pelo fato** de que a
15 velocidade dos anéis dos rotores do aparelho de desintegração e pulverização que opera sob o princípio de um moinho de pinos é de 1 - 250 m/s, e em que a
diferença de velocidades dos anéis dos rotores que giram em diferentes direções ou na mesma direção, ou a
20 diferença de velocidades dos anéis dos rotores e estatores adjacentes é de 5 - 400 m/s, preferencialmente 5 - 200 m/s.

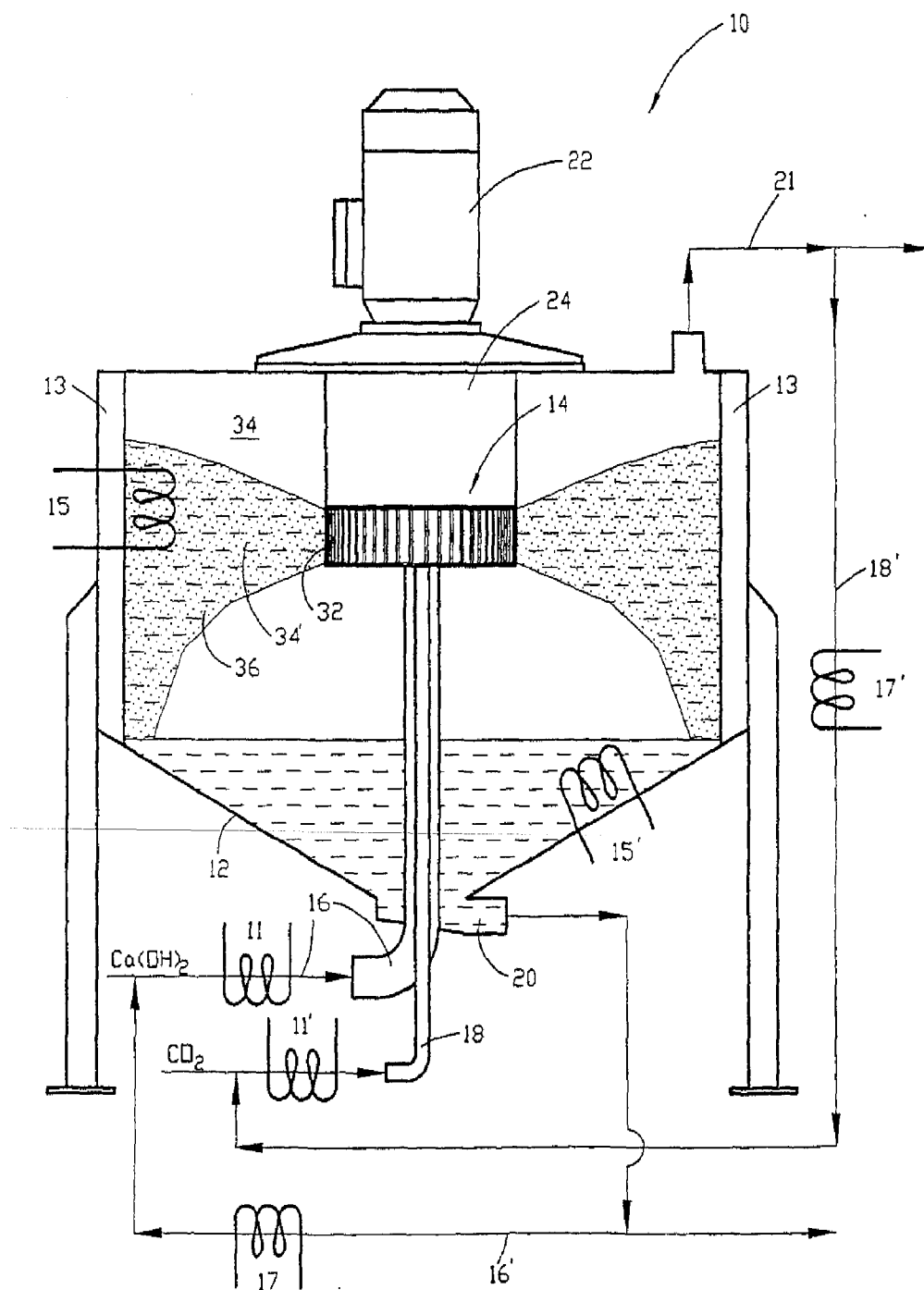


Fig.1

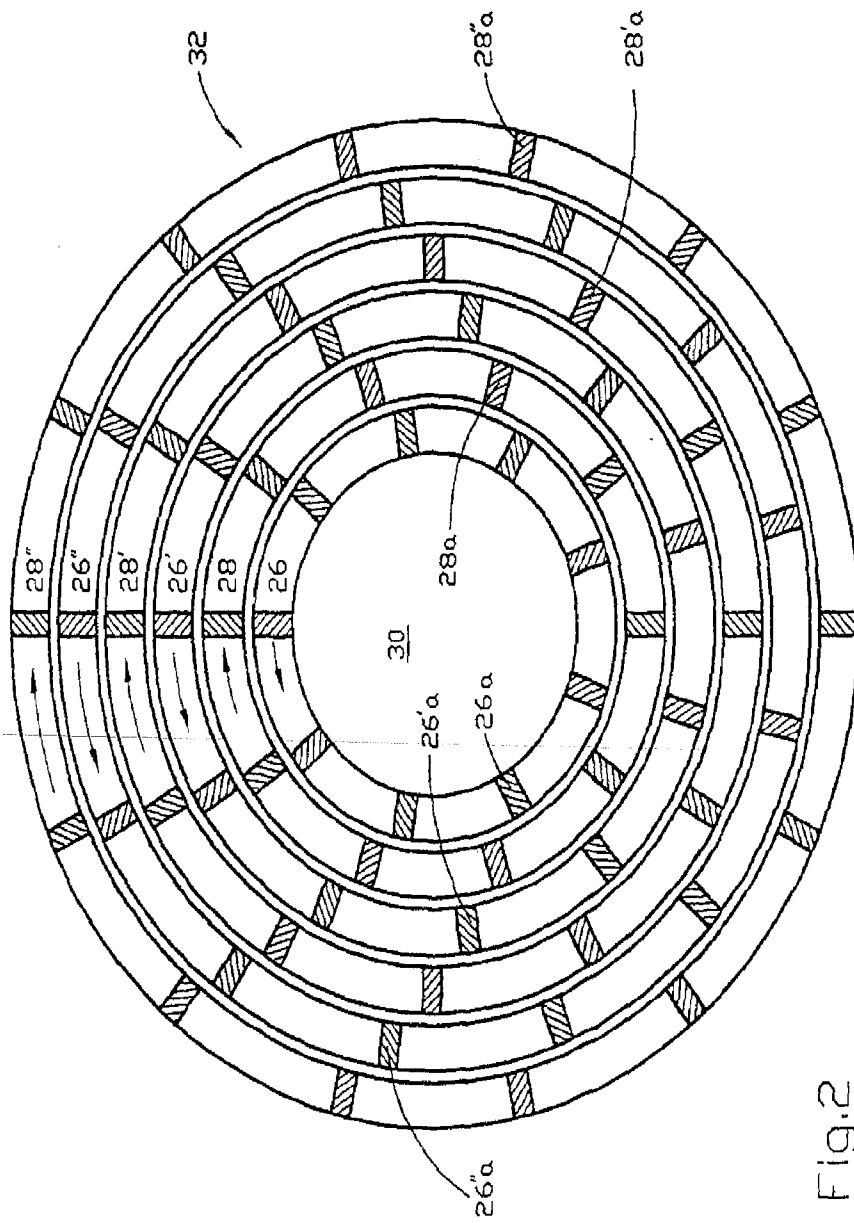


Fig. 2

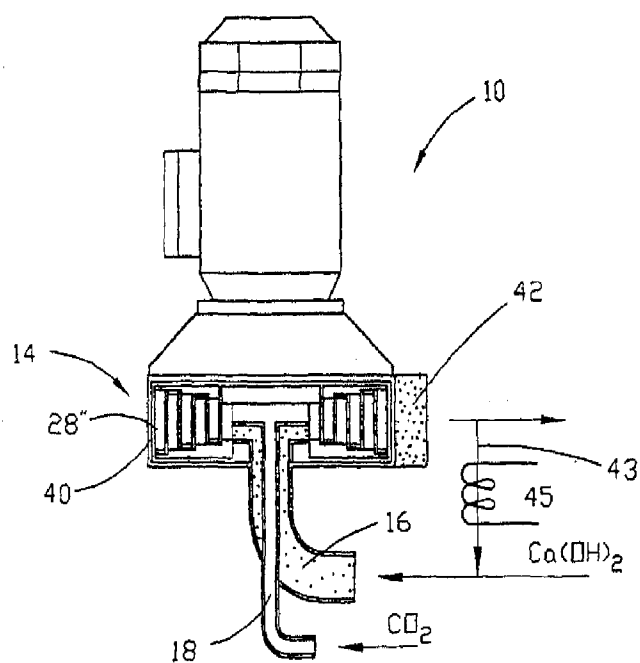


Fig.3

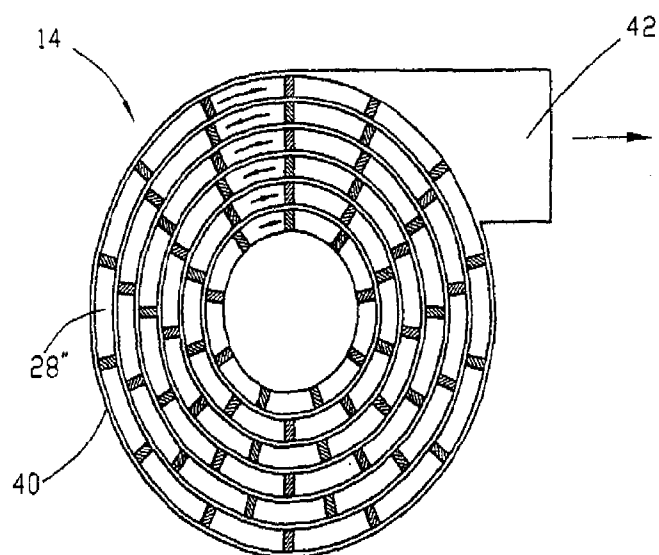


Fig.4

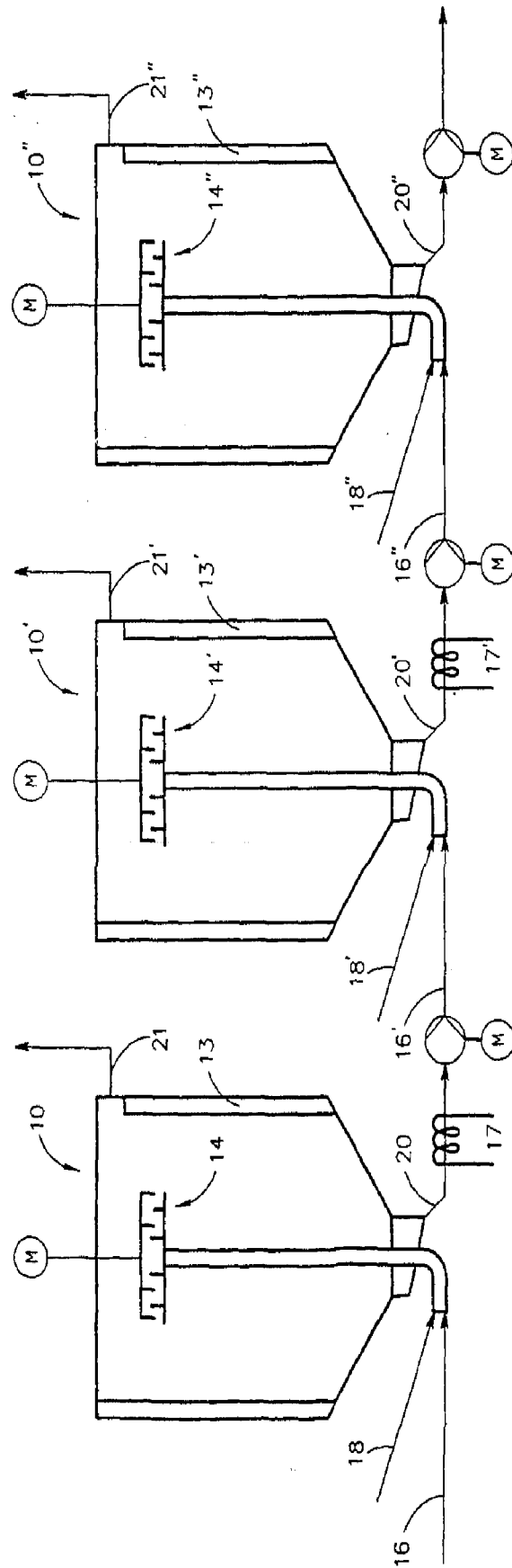


Fig.5

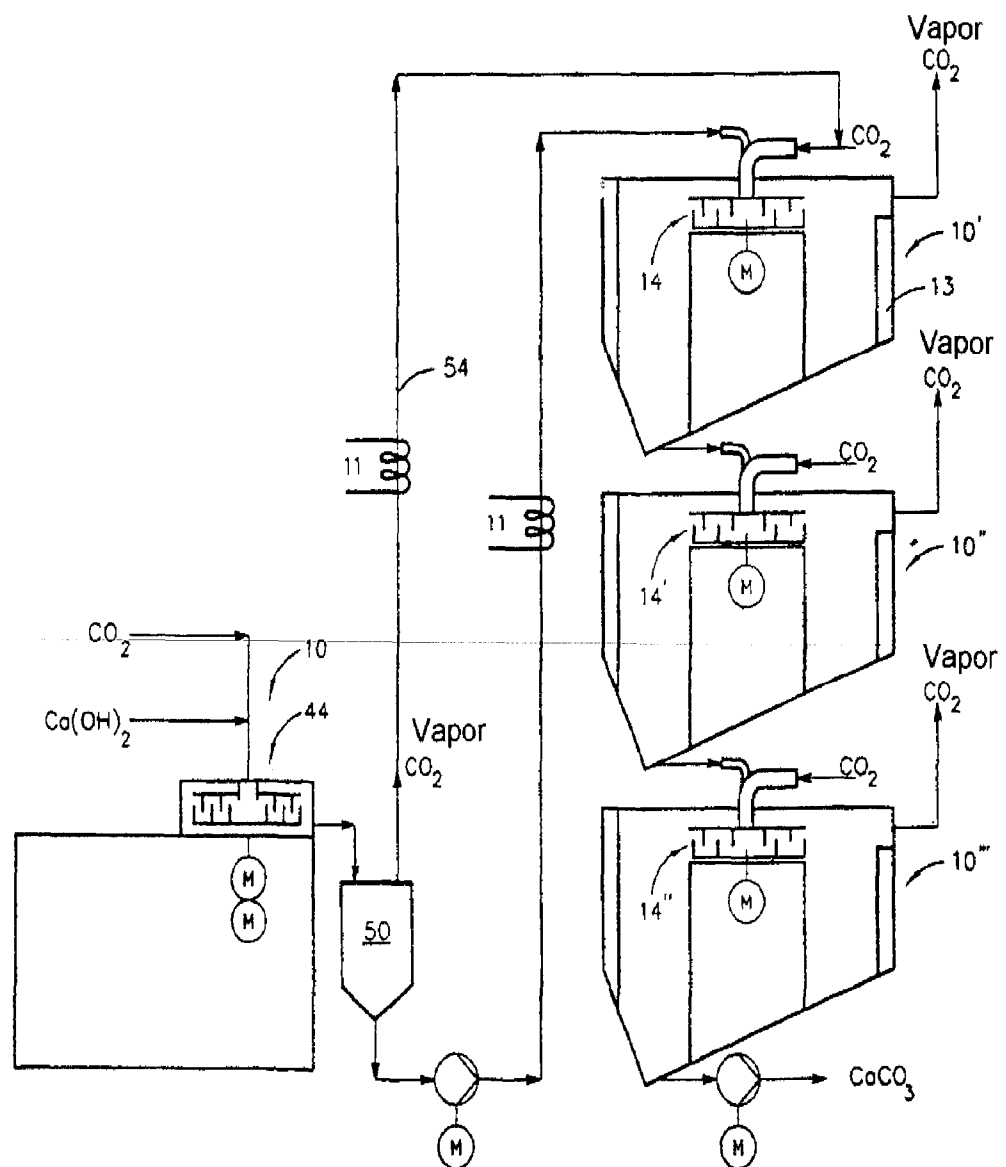


Fig. 7

RESUMO

MÉTODO E APARELHO PARA PRODUZIR UM PRODUTO DE CARBONATO DE CÁLCIO

Expõe-se um método e aparelho para
5 produzir um produto de carbonato de cálcio formado de
pequenas partículas de carbonato de cálcio separadas
com dimensão de < 100 nm. Hidróxido de cálcio é
alimentado através de um aparelho de desintegração e
pulverização (14), que opera no princípio de um moinho
10 de pinos, em um gás que contém dióxido de carbono para
precipitar partículas de carbonato de cálcio e que fica
dentro de um reator de precipitação (10). A temperatura
do reator de precipitação é mantida a $< 65^{\circ}\text{C}$.