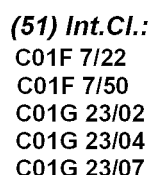
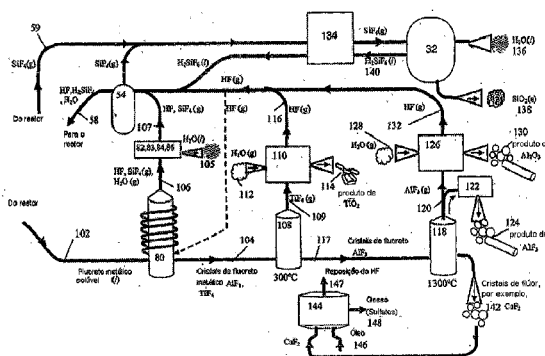




(22) Data de Depósito: 14/12/2006
(43) Data da Publicação: 25/10/2011
(RP) 2129)



(57) Resumo: EXTRAÇÃO E PURIFICAÇÃO DE MINERAIS DE MINÉRIOS DE ALUMÍNIO. Processo para obtenção de um ou mais compostos de fluoreto metálico ou óxido metálico do tratamento de um material de alimentação contendo minério de alumínio, inclui as etapas de contato do material de alimentação com uma solução de ácido de flúor para formar fluoreto de silício gasoso e fluoretos metálicos solúveis, aquosos e/ou fluorssilicatos metálicos, processamento dos produtos de reação aquosos para formar um produto de reação sólido contendo fluoretos metálicos, processamento para remover os compostos de baixo ponto de ebulição e aquecimento do produto de reação sólido a uma temperatura para retirada do fluoreto metálico na forma gasosa. O material de alimentação pode incluir minérios de alumínio e/ou minérios de titânio, carvão ou outros materiais carbonáceos contendo impurezas minerais ou outros minerais tais como mica. Os processos para a produção de compostos de alumínio e titânio são também descritos.



**"EXTRAÇÃO E PURIFICAÇÃO DE MINERAIS DE MINÉRIOS DE
ALUMÍNIO"**

1. Histórico da Invenção

A presente invenção se refere à extração e
5 purificação de minerais a partir de minérios de alumínio,
incluindo argilas, minerais de argila, argilas lixiviadas,
minerais de argila lixiviada, bauxita, materiais
carbonáceos, tais como, carvão, que contêm impurezas
minerais de um tipo semelhante e outros minerais, tais
10 como, mica.

2. Descrição da Técnica Correlata

O US 4.780.112 descreve um processo para o
tratamento de materiais carbonáceos - isto é, aqueles
compostos predominantemente de carbono elementar, tais
15 como, carvão, lignita e grafite - para remover impurezas
não carbonáceas, tais como, argila e especificamente
sílica, alumina e outros minerais por tratamento com uma
solução aquosa de ácido hidrofúorsilícico H_2SiF_6 (também
denominado ácido fluorossilícico) e ácido fluorídrico HF.

20 O WO 03/074639 descreve um processo para o
tratamento de materiais carbonáceos - isto é, aqueles
compostos predominantemente de carbono elementar, tais
como, carvão, lignita e grafite - para remover enxofre e
outras impurezas não carbonáceas, tais como, enxofre,
25 sílica, alumina e outros minerais. Naquele processo, o
material carbonáceo é primeiro contatado com uma solução de
ácido de flúor contendo ácido fluorídrico HF e/ou ácido
hidrofúorsilícico H_2SiF_6 e os produtos de reação são então
separados do material carbonáceo. Os produtos de reação
30 podem incluir tetrafluoreto de silício gasoso SiF_4 e uma
solução de fluoreto metálico e fluorossilicato misturados
que pode ser cristalizada e piroidrolisada por conversão em

óxidos de metal mais estáveis para descarte e reciclo do flúor dentro do processo.

O WO 2004/057043 descreve um processo para purificação de minerais inorgânicos, especialmente óxidos de ferro ou titânio ou misturas dos mesmos, onde uma
5 mistura de mineral é reagida com solução de ácido de flúor para separar minerais que reagem com a solução dos que não reagem.

O conteúdo do US 4.780.112, WO 03/074639 e do WO
10 2004/057043 é incorporado aqui como referência.

A maior parte da alumina mundial é produzida pelo processamento de bauxita sendo definida pela US Geological Survey (URGS) como uma rocha ou minério com um mínimo de 24% em peso de alumina. Como um exemplo, a mesma se
15 constitui em uma argila com base em alumina-sílica que ocorre naturalmente, onde a razão da alumina para sílica foi aumentada por lixiviação do teor da sílica em relação há milênios. A bauxita contém três minerais de alumínio - Gibbsita, Boemita e Diaspório - em proporções diferentes
20 dependendo do depósito. A porcentagem total do mineral de alumínio, medida como alumina, por análise de cinzas, na bauxita pode variar de cerca de 24% em peso a cerca de 70% em peso e o teor de sílica reativa, medido como sílica, pode variar de cerca de 1% em peso em um depósito altamente
25 lixiviado, a cerca de 20% em peso para um depósito menos lixiviado.

O método predominante para produção de alumina é o método de Bayer. Esse método compreende o tratamento da bauxita com hidróxido de sódio em um digestor, para
30 dissolver os minerais de alumínio, seguido por ajuste, precipitação e calcinação do trihidróxido de alumínio ("hidrato") para obtenção de alumina.

O processo Bayer possui desvantagens substanciais. Primeiramente, os componentes não são alumina da bauxita, que constituem cerca de 30 a 76% em peso ou mais do minério são rejeitados do processo como uma "lama vermelha" altamente alcalina, que é extremamente e indesejável ao meio ambiente. O controle dessa lama vermelha aumenta substancialmente os custos operacionais do processo. Adicionalmente, o processo Bayer é de modo geral economicamente inadequado para os depósitos de bauxita que possuem um teor de sílica reativa superior a 7% em peso, devido à necessidade de se formar silicatos de alumínio e sódio insolúveis para extração do contaminante de sílica do processo antes da cristalização do composto de hidróxido de alumínio. A perda dos silicatos de alumínio sódio representa uma perda no valor do rendimento do alumínio da bauxita e uma perda de reagente do processo.

Não obstante, o processo Bayer permaneceu como o método dominante na produção de alumina por um século, devido à falta de uma alternativa apropriada.

Surpreendentemente, o presente inventor verificou que por adaptação dos processos do US 4.780.112 e WO 03/074639, quantidades substanciais de alumínio relativamente puro e/ou outros compostos puros podem ser derivados das impurezas do mineral no material carbonáceo, que contém uma alta proporção de alumina-sílica de minerais de argila.

O inventor verificou também que o processo pode ser empregado para tratar outras argilas, argilas lixiviadas, tais como, bauxita e minérios de alumínio resultando em alumínio relativamente puros e/ou outros compostos relativamente puros.

Sumário da Invenção

Em uma primeira forma, a invenção provê um processo para obtenção de um ou mais compostos de fluoreto metálico, a partir do tratamento com uma alimentação de um material contendo um minério de alumínio, incluindo as etapas de:

contato do dito material de alimentação com uma solução de ácido de flúor para reagir a dita solução de ácido de flúor com espécies minerais reativas dentro do minério de alumínio para formar fluoreto de silício gasoso e fluoretos metálicos solúveis, aquosos e/ou fluorssilicatos metálicos como produtos de reação;

separação do fluoreto de silício gasoso dos produtos de reação e espécies não reagidas do material de carga;

separação dos produtos de reação aquosos, solúveis, das espécies não reagidas do material de alimentação;

processamento dos produtos de reação aquosos, solúveis, para formar um produto de reação sólido contendo fluoretos metálicos e opcionalmente fluorssilicatos metálicos e/ou hidratos dos ditos fluoretos metálicos e fluorssilicatos de metálicos;

conversão de quaisquer fluorssilicatos metálicos no dito produto de reação sólido em fluoreto metálicos e remoção de quaisquer compostos de ponto de ebulição baixo do dito produto de reação sólido; e

aquecimento do produto de reação sólido a uma temperatura para retirada do fluoreto metálico na forma gasosa.

Preferivelmente, o dito minério de alumínio compreende minerais de aluminossilicato, tais como, argilas e argilas lixiviadas.

Preferivelmente, as ditas espécies minerais reativas incluem pelo menos minerais de titânio e alumínio.

Preferivelmente, o fluoreto de metal é trifluoreto de alumínio.

5 Preferivelmente, o mineral predominante (porcentagem mais alta) do teor de mineral total do material de carga é alumínio ou silício, conforme medido por análise da cinza.

É preferido que o minério de alumínio ou argila
10 ou componente de argila lixiviada do material de alimentação seja um minério de alto teor de alumina ou argila possuindo pelo menos 12% em peso de alumina, preferivelmente de 12% em peso a 70% em peso e mais preferivelmente de 24% em peso a 55% em peso, conforme a
15 medição por análise de cinzas. O componente de sílica do minério ou argila ou argila lixiviada na carga pode variar de alimentação de 1% em peso para argilas lixiviadas a 82% em peso para minérios não lixiviados.

Em uma forma, a invenção compreende,
20 adicionalmente, a etapa de conversão do trifluoreto de alumínio gasoso produzido em óxido de alumínio.

Preferivelmente, a etapa de remoção dos compostos de baixo ponto de ebulição - aqueles possuindo pontos de ebulição ou pontos de sublimação abaixo do ponto de ebulição ou sublimação do fluoreto metálico específico que
25 é desejado para extração - inclui aquecimento dos produtos de reação a uma temperatura abaixo do ponto de sublimação do fluoreto metálico desejado. Na forma preferida a etapa de remoção inclui aquecimento dos produtos de reação a uma
30 temperatura na qual um ou mais dos ditos compostos de baixo ponto de ebulição são removidos e separados na forma relativamente pura.

Preferivelmente, a etapa de remoção dos compostos de baixo ponto de ebulição inclui aquecimento para remoção do tetrafluoreto de titânio na forma gasosa e opcionalmente sua formação como sólido purificado ou como óxido de titânio.

Outros métodos preferidos para remoção dos compostos de baixo ponto de ebulição incluem extração por solvente, pressão, separação por gravidade e/ou reação química preferencial dos compostos de baixo ponto de ebulição.

Em outra forma preferida, o fluoreto metálico é tetrafluoreto de titânio.

Em uma modalidade da invenção, o material de alimentação é um material carbonáceo contendo a argila de alumina como uma impureza. As formas preferidas do material carbonáceo incluem carvão incluindo carvão marrom, coque, lignita, antracita, carvão, grafite e semelhantes.

Preferivelmente, o material carbonáceo é um carvão contendo de 1-50% em peso de teor de cinza, por exemplo, de 4-30% em peso de teor de cinza.

Em uma outra modalidade, o material de alimentação é o minério de alumínio, ou argila de alumina, por exemplo, uma argila de alumina lixiviada tal como a bauxita da laterita.

Uma forma adicional da invenção provê um processo para obtenção de um ou mais compostos de alumínio a partir do tratamento de um material de alimentação de bauxita, incluindo as etapas de:

contato do dito material de alimentação com uma solução de ácido de flúor para reagir com valores de alumínio e outras espécies de mineral reativas dentro do material de alimentação, para formar fluoreto de silício

gasoso e fluoretos metálicos solúveis, aquosos e/ou fluorssilicatos metálicos;

separação do fluoreto de silício gasoso dos produtos de reação e espécies não reagidas do material de
5 alimentação;

separação dos produtos de reação das espécies do material de alimentação;

processamento dos produtos de reação para formar um produto de reação sólido contendo trifluoreto de
10 alumínio e/ou seus hidratos; e

separação do trifluoreto de alumínio e/ou hidratos do produto de reação.

Preferivelmente, a etapa de separação do trifluoreto de alumínio inclui as etapas de:

15 remoção dos compostos de baixo ponto de ebulição do dito produto de reação sólido; e

aquecimento do dito produto de reação sólido a uma temperatura para exaustão do trifluoreto de alumínio gasoso.

20 Ainda uma forma adicional da invenção provê um processo para obtenção de um ou mais compostos de titânio do tratamento de um material de alimentação contendo um minério de alumínio e titânio, incluindo as etapas de:

25 contato do dito material de alimentação com uma solução de ácido de flúor para reagir a dita solução de ácido de flúor com valores de alumínio e titânio e outras espécies minerais reativas dentro do minério de alumínio para formar fluoreto de silício gasoso e fluoretos metálicos solúveis, aquosos e/ou fluorssilicatos metálicos
30 como produtos de reação;

separação do fluoreto de silício gasoso dos produtos de reação aquosos e de espécies não reagidas do material de alimentação;

separação dos produtos de reação aquosos das espécies não reagidas do material de carga;

processamento dos produtos de reação aquosa para formar um produto de reação sólido contendo fluoretos
5 metálicos de titânio e de alumínio, opcionalmente fluorssilicatos metálicos de titânio e de alumínio e/ou hidratos dos ditos fluoretos de titânio e alumínio e fluorssilicatos de metálicos; e

aquecimento do dito produto de reação sólido a
10 uma temperatura para exaustão do dito fluoreto metálico de titânio na forma gasosa.

Preferivelmente, os principais componentes minerais dos ditos minérios de alumínio e titânio são alumínio e/ou minerais de silício.

15 Formas adicionais da invenção incluem aparelhos para realizar os processos e compostos, tais como, alumínio, titânio e compostos de silício quando fabricados pelos processos.

Outras formas da invenção são conforme
20 estabelecidas nas reivindicações.

Breve Descrição dos Desenhos

Modalidades adicionais preferidas da invenção serão descritas agora com referência aos desenhos apensos, onde:

25 A figura 1 é um fluxograma ilustrando um método para purificação do material carbonáceo de acordo com o WO 03/074639 da técnica anterior;

A figura 2 é um fluxograma de um circuito para processamento dos produtos de reação aquosos do processo da
30 figura 1, para produção de alumina, de acordo com uma primeira modalidade da invenção; e

A figura 3 é um fluxograma ilustrando um método para produção de alumina a partir do tratamento da bauxita, de acordo com uma segunda modalidade da invenção.

Descrição Detalhada das Modalidades Preferidas

5 A figura 1 mostra um processo para tratamento de um material carbonáceo impuro, de acordo com o WO 03/074639.

10 Esse processo é descrito em relação ao material carbonáceo e é aplicável aos materiais, tais como, carvão e grafite e semelhantes.

15 Os detalhes do processo são descritos completamente no WO 03/074639, que é incorporado aqui como referência. Aquelas etapas de processo que lidam com a liberação da matéria mineral, especificamente argila, do material carbonáceo, são reproduzidas em uma forma resumida. São detalhadas as etapas adicionais de purificação desses minerais liberados, em larga escala, fornecem os mesmos em uma forma útil e não agressiva ao meio ambiente.

20 O material mineral a ser separado e purificado possui normalmente 2 mm ou menos, porém não exclusivamente, uma vez que partículas grandes podem ser tratadas de modo eficaz com ajuste apropriado dos parâmetros do processo, tais como, tamanho do reator e tempos de residência. Tal material é alimentado através de uma tremonha 20 e unidade de alimentação 25 para dentro de uma série de reatores, por exemplo, um reator de fluxo atravessante, reator de purificação por agitação ou rotação 30, reator de agitação 55 e dois reatores tubulares de dois estágios 65A, 65B, 30 conforme descrito no WO 03/074639. A combinação dos reatores a serem usados depende do material propriamente e de suas propriedades, tal como massa específica.

O tratamento da solução de ácido de flúor da matéria mineral nesses reatores, especificamente da argila, pode ser realizado por fluoreto de hidrogênio, ácido hidrofluorssilícico ou preferivelmente por uma mistura ternária de fluoreto de hidrogênio e ácidos hidrofluorssilícicos. A mistura de fluoreto de hidrogênio e ácido hidrofluorssilícico pode ser obtida externa aos reatores, por exemplo, em um recipiente de absorção, tal como, 54, ou pode ser obtida internamente nos reatores como um produto de reação do HF com SiO_2 .

Preferivelmente, a solução de ácido de flúor, é saturada com relação ao ácido hidrofluorssilícico (aproximadamente 32% em peso, porém depende da temperatura) com concentração de HF variada para obter a acidez desejada ou valor de pH.

Em razão da solução de ácido de flúor ser saturada com relação ao ácido hidrofluorssilício, o SiF_4 liberado pela reação estará na forma gasosa. O ácido alimentado ao reator pode estar na saturação de ácido hidrofluorssilícico desejada ou a alimentação pode ser inferior à saturada e a saturação do ácido hidrofluorssilícico obtida pela reação de HF com SiO_2 , conforme discutido acima.

As reações são preferivelmente realizadas a uma temperatura de aproximadamente $30-80^\circ\text{C}$, mais preferivelmente cerca de $65-80^\circ\text{C}$ e, mais preferivelmente cerca de 70°C .

Ao final da série de reatores, o separador 16 separa a corrente de saída em uma corrente de sólidos 67, que inclui sólidos pesados e não reagidos, tais como, os compostos de ferro que sofreram passivação e uma corrente mista de líquido/carvão 66 que pode então sofrer separação física adicional, por exemplo, no filtro de correia 70 e

tanques de mistura alternada 71, 73, 75 e separadores, tais como, centrífugas ou filtros de correia 72, 74 e 76. O carvão, a partir do qual a maior parte do material mineral foi removida, é adicionalmente processado conforme descrito, por exemplo, no WO 03/074639, enquanto a corrente aquosa é adicionalmente processada conforme descrito a seguir.

A figura 2 é um fluxograma ilustrando o processamento da porção aquosa separada da corrente mista de carvão/aquosa na tubulação 66 do separador 16, em um caso onde a alimentação do material carbonáceo original contém uma quantidade substancial de minério de alumínio ou argila com base em alumina-sílica ou argila lixiviada, como uma impureza, tais como as faixas de minerais encontradas predominantemente nos veios de carvão.

O processo da figura 2 liga-se àquela parte do fluxograma de processo da figura 1 contida dentro da linha rompida 100, com números de referência semelhantes sendo usados para itens análogos.

Tipicamente, o carvão conterá cerca de 1-50% em peso, geralmente cerca de 4-30% do teor mineral total (cinza), que compreende amplamente minério de alumínio ou material de argila e outras inclusões minerais, tais como, pirita FeS_2 e quartzo SiO_2 . Daquele teor de mineral, tipicamente cerca de 15-35% em peso são de alumínio e cerca de 50-80% são de silício (em análise de cinzas) com teores significativos de titânio e ferro.

As argilas são minerais filossilicatos que contêm grandes porcentagens de água entre as folhas de silicato, fornecendo às mesmas propriedades físicas características. As famílias principais dos minerais de argila encontradas no carvão são a caulinita, clorita, montmorilonita/espectita e grupos illita. As argilas são

geralmente formadas por erosão *in situ* da rocha ou por processos sedimentares secundários, porém também podem ser formadas em ambientes ígneos primários ou metamórficos.

Os minerais de argila principais presentes no carvão serão tipicamente caulinita $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$, clorita $(\text{MgFeAl})_6(\text{SiAl})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$, ilita - que é semelhante à muscovita $\text{KAl}_2(\text{Si}_3\text{Al})\text{O}_{10}(\text{OH})_2$, porém com menos K^+ , mais SiO_2 e H_2O e contendo quantidades pequenas de Mg e Fé - e argilas em camadas misturadas, que são geralmente misturas aleatoriamente interestratificadas de ilita com montmorilonita e/ou clorita. Outros cátions metálicos também podem estar presentes em pequenas proporções dentro do gelosia da argila.

A corrente aquosa 102 contém fluoretos metálicos misturados, solúveis e/ou fluorssilicatos formados pela reação do ácido de flúor alimentado 24 (figura 1) e/ou 58 com determinadas impurezas no material carbonáceo alimentado 25 nos reatores de purificação 30, 55, 65A, 65B ou uma combinação dos mesmos. Exemplos de fluoretos metálicos e/ou fluorssilicatos metálicos nessa corrente são compostos de Al, Ti, Ca, Mg, porém não exclusivamente só. Como um exemplo da purificação de um dos minerais originais na argila, ou a impureza mineral nos substratos carbonáceos dos outros componentes principais das impurezas, os valores do ferro que sofreu passivação típica, porém não exclusivamente só, continuam sem reagir com a corrente de material carbonáceo em um separador 16 (figura 1), onde eles são descarregados como corrente 67 (figura 1), os quais podem ser de altos valores de pureza de óxido de ferro ou outros compostos de ferro. Como outro exemplo, a impureza da sílica no material original é retirada como SiF_4 gasoso através da tubulação de ventilação 59 e adicionalmente purificado conforme discutido a seguir.

A solução de fluoreto metálico e/ou fluorssilicato metálico misturada do filtro 70 e/ou separador 72 da figura 1 é passada finalmente para um cristalizador 80 ou é parcialmente desviada para o absorvedor 54 da figura 1 e para o cristalizador 80. A solução que passa para o cristalizador é concentrada por aquecimento para precipitar os cristais de fluoreto metálico precipitado e de fluorssilicato metálico misturados. Água, HF e SiF_4 são retirados na forma gasosa 106, passando para um estágio de retirada de água 82, 83, 84, 86, tal como contato com AlF_3 anidro, fluorssilicato de cálcio CaSiF_6 ou outro material capaz de remover água sem reagir com HF e SiF_4 , conforme descrito mais completamente no WO 2004/057043.

O HF gasoso e o SiF_4 107 são retornados ao absorvedor de ácido ternário 54, que será descrito em mais detalhes a seguir.

Os cristais de fluoreto metálico e fluorssilicato metálico misturados, que no exemplo da figura 2 compreendem principalmente AlF_3 e TiF_4 são passados para uma série de câmaras de sublimação/ebulição, separadores ou reatores.

Como um exemplo da purificação de um dos minerais originais na argila ou as impurezas minerais nos substratos carbonáceos, em uma dessas câmaras, que propriamente podem ser de múltiplas câmaras, os cristais misturados são gradualmente aquecidos para remover a água da hidratação do AlF_3 e outros cristais. O aquecimento continua conforme os cristais se movem através da câmara/câmaras para finalmente causar a sublimação dos cristais de TiF_4 em aproximadamente 300°C em pressão atmosférica na câmara de sublimação 108, e o TiF_4 gasoso de alta pureza 109 formado pode ser passado para o reator de piroidrólise 110, onde o gás de TiF_4 entra em contato com vapor 112 para formar sólido de TiO_2 de alta

pureza 114 e HF gasoso 116. O TiO_2 formado é de alta pureza e apropriado para coleta e venda, enquanto o HF é retornado ao absorvedor de ácido ternário 54 ou ao cristalizador 80.

5 Em uma modalidade alternativa não ilustrada, o gás de TiF_4 de alta pureza 109 pode ser resfriado para formar um sólido de alta pureza, de modo semelhante àquele descrito abaixo para o AlF_3 ou reagido para formar outro composto de titânio purificado.

10 Caso necessário, os cristais de fluoreto metálico remanescentes 117 são então passados para separadores adicionais e/ou reatores e/ou câmaras de sublimação/ebulição (não mostradas). Por exemplo, as câmaras de sublimação/ebulição operam em temperaturas progressivamente altas para remover quaisquer outros
15 compostos com um ponto de ebulição ou sublimação abaixo do ponto de sublimação daquele do fluoreto metálico que é desejado para extração, que nesse exemplo é trifluoreto de alumínio (ponto de sublimação de aproximadamente 1.260-1.300°C a 1 atmosfera).

20 Alternativa ou adicionalmente, outros processos tais como, reação preferencial ou extração do solvente ou separação por densidade ou alterações de pressão podem ser usados para remover outros compostos possuindo pontos de ebulição/sublimação abaixo daquele do trifluoreto de
25 alumínio.

Preferivelmente, as operações a jusante do cristalizador para pelo menos a câmara de sublimação de AlF_3 são conduzidas a baixa pressão - menos de 4 atmosferas, preferivelmente menos de 2 atmosferas, e mais
30 preferivelmente menos de ou em 1 atmosfera.

A mistura de cristal residual de AlF_3 e os compostos de ponto de ebulição mais alto então passam para

uma câmara de sublimação de AlF_3 118 a aproximadamente $1.260\text{--}1.300^\circ\text{C}$ (pressão atmosférica).

A câmara de sublimação é preferivelmente revestida com grafite pirítico puro, preferivelmente tendo
5 sido purificado pelo processo do WO 03/074639 ou WO 84/04759, e está sob atmosfera inerte, para prevenir ocorrência de reações indesejadas que possam causar contaminação do AlF_3 gasoso. Contudo, altos sistemas refratários de alumina podem também ser usados ou outros
10 sistemas refratários compatíveis.

Em outro exemplo de separação e purificação de um dos minerais originais na argila ou das impurezas minerais nos substratos carbonáceos, o AlF_3 gasoso 120 descarregado da câmara de sublimação do trifluoreto de alumínio 118 pode
15 ser coletado e resfriado 122 para descarga como sólido AlF_3 de alta pureza 124 ou, opcionalmente, pode ser adicionalmente processado por piroidrólise em um reator de piroidrólise 126 com vapor 128 para formar alumina de alta pureza 130, Al_2O_3 ou ambos. Ambos o AlF_3 de alta pureza e o
20 Al_2O_3 podem ser coletados para venda. Novamente, HF gasoso 132 da reação de piroidrólise é retornado para o absorvedor de ácido ternário 54 ou cristalizador 80.

No absorvedor de ácido ternário 54, HF e SiF_4 retornados entram em contato com uma solução de ácido de
25 flúor aquoso para reabastecer as concentrações de HF e H_2SiF_6 para seu retorno no sistema do reator. Qualquer SiF_4 além daquele necessário para resultar em uma solução de saturação em relação ao H_2SiF_6 na temperatura relevante, por exemplo, além de aproximadamente 32% em peso de H_2SiF_6
30 por exemplo em uma temperatura, passará não absorvido e se fundirá com a corrente de SiF_4 gasosa do sistema do reator para processamento ulterior.

A solução de ácido ternário de HF, H_2SiF_6 e H_2O é retornado para o sistema do reator.

Detalhes adicionais do absorvedor de ácido ternário são descritos no WO 2004/057043.

5 Em outro exemplo de separação e purificação de um dos minerais originais na argila ou a impureza mineral nos substratos carbonáceos, SiF_4 gasoso de cada parte do processo passa através de um banho/banhos de limpeza 134, compreendendo ácido H_2SiF_6 saturado, que é concentrado e
10 purificado dentro do próprio processo. Isso permite que SiF_4 gasoso passe sem absorção e na forma pura, antes de ser hidrolisado pelo contato com a alimentação de água 136 no reator hidrolisador 32 para formar sólidos de sílica SiO_2 138 e/ou gel para coleta e venda. A corrente líquida
15 140 do hidrolisador é a corrente aquosa saturada de H_2SiF_6 usada no banho/banhos e é retornada de finalmente para o absorvedor de ácido ternário 54 e o sistema reator.

 Em uma modalidade alternativa não ilustrada, SiF_4 gasoso pode ser coletado naquela forma para transporte e
20 venda ou empregado para processamento ulterior. Será apreciado que isso pode resultar em uma perda líquida de flúor do processo e se isso ocorrer, será necessário o reabastecimento.

 Uma quantidade pequena de material de ponto de
25 ebulição alto, primariamente fluoretos metálicos, tais como, cristais de CaF_2 142, pode permanecer na forma sólida seguindo-se a etapa de sublimação do trifluoreto de alumínio. Essa corrente pode ser passada para um reator de recuperação de HF 144, onde os cristais de CaF_2 entram em
30 contato com óleo/ácido sulfúrico H_2SO_4 146 para recuperação de HF 147, e para formar gesso CaSO_4 148 para venda ou descarte, ou pode ser submetido às etapas de purificação

adicionais, tais como, alta temperatura alta controlada, superior a 1.300°C.

Uma carga de reposição de CaF_2 adicional (não mostrada) pode ser provida para o reator de recuperação do
5 HF 144 das figuras 2 e 3.

A figura 3 é um fluxograma do tratamento da bauxita de acordo com uma segunda modalidade da invenção.

No exemplo fornecido na figura 3, porém não exclusivamente, a bauxita é originada do depósito Weipa
10 (Austrália) e possui a seguinte composição aproximada:

Al_2O_3	50-55% em peso
SiO_2	4-5% em peso
Fe_2O_3	12-17% em peso
Água/outros	25-26% em peso

15 Contudo, será apreciado que a invenção é apropriada para processamento de uma ampla faixa de composições de bauxita, incluindo aquelas com baixo teor de alumina e alto teor de sílica e porcentagens de sílica reativa.

20 A bauxita 150 é alimentada, na forma granular, porém pode ser de tamanho de partícula maior, aos reatores em série 152 onde ela entra em contato com a solução de ácido de flúor ternária sob as condições descritas no WO 2004/057043, WO 03/074639 e US 4.780.112.

25 Na concretização da figura 3, uma temperatura de reator de aproximadamente 70°C é empregada.

A reação da bauxita com a solução de ácido de flúor causa formação de fluoretos metálicos aquosos e solução de fluorossilicatos de espécies reativas -
30 primariamente Al, Ti e Ca - que são separados da corrente de sólidos e processados conforme descrito acima com referência à figura 2.

A sílica contida na bauxita reage com o ácido para formar SiF_4 , que novamente é processado conforme descrito para a figura 2.

5 A descarga de sólidos não reagidos do reator é primariamente óxido de ferro 154, que é apropriado para processamento ulterior, de modo a recuperar o teor de ferro, por exemplo, como carga para fabricação de aço, por processos que propriamente são bem entendidos na técnica.

10 A presente invenção, portanto, permite a recuperação e purificação dos componentes economicamente valiosos da bauxita, tipicamente alumínio, silício, ferro e titânio e opcionalmente compostos de cálcio, porém não exclusivamente só, para processamento ulterior, sem a formação de grandes quantidades de rejeito de "lama
15 vermelha" altamente alcalino formados pelo processo Bayer. Adicionalmente, pelo processamento apropriado dos produtos de reação de flúor, muito dos reagentes do ácido de flúor empregados no processo são recuperados para reciclo e os produtos finais do processo estão em suas formas de óxido
20 relativamente inertes ou de sulfato, porém não exclusivamente só.

Nesse relatório descritivo, a palavra "compreendendo" deve ser entendida em seu sentido "amplo", isto é, no sentido de "incluindo" e assim não está limitada
25 ao seu sentido "restrito", isto é, o sentido de "consistindo apenas em". Um significado correspondente deve ser atribuído às palavras correspondentes "compreende e compreendido" quando elas aparecerem.

Embora as modalidades específicas dessa invenção
30 tenham sido descritas, ficará claro a um versado na técnica que a presente invenção pode ser concretizada em outras formas específicas, sem com isso fugir das características essenciais da mesma. As presentes concretizações e exemplos

portanto devem ser considerados integralmente como ilustrativos e não restritivos, o escopo da invenção sendo indicado pelas reivindicações apenas ao invés da descrição precedente, e todas alterações que venham a ser feitas no significado e faixa de equivalência das reivindicações 5 estão portanto incluídas aqui. Será entendido que qualquer referência aqui à técnica anterior não constituirá, a menos que indicado de outra forma, uma admissão de que tal técnica anterior seja do conhecimento dos versados na 10 técnica a qual a invenção se refere.

REIVINDICAÇÕES

1. Processo para obtenção de um ou mais compostos fluoreto metálico a partir do tratamento de um material de alimentação contendo minério de alumínio, incluindo as
5 etapas de:

contato do material de alimentação com uma solução de ácido de flúor para reagir a solução de ácido de flúor com espécies minerais reativas dentro do minério de alumínio, para formar fluoreto de silício gasoso e
10 fluoretos metálicos solúveis, aquosos e/ou fluorssilicatos metálico como produtos de reação;

separação do fluoreto de silício gasoso a partir dos produtos de reação aquosos e espécies não reagidas do material de alimentação;

15 separação dos produtos de reação aquosos das espécies não reagidas do material de alimentação;

processamento dos produtos da reação aquosos para formar um produto de reação sólido contendo fluoretos metálicos, opcionalmente fluorssilicatos metálicos e/ou
20 hidratos dos fluoretos metálicos e fluorssilicatos metálicos;

conversão de quaisquer fluorssilicatos metálicos nos produtos de reação sólidos em fluoretos metálicos e remoção de quaisquer compostos de baixo ponto de ebulição
25 do produto de reação sólido; e

aquecimento do produto de reação sólido a uma temperatura para retirada do fluoreto metálico na forma gasosa.

2. Processo, de acordo com a reivindicação 1, em
30 que o composto fluoreto metálico é tetrafluoreto de titânio ou trifluoreto de alumínio.

3. Processo, de acordo com a reivindicação 2, em que o composto de fluoreto metálico é trifluoreto de alumínio.

4. Processo, de acordo com a reivindicação 1, em que o material de alimentação contém pelo menos minerais de alumínio, silício, ferro e titânio.

5. Processo, de acordo com a reivindicação 1, em que o minério de alumínio compreende um ou mais materiais de aluminossilicato.

6. Processo, de acordo com a reivindicação 5, em que um ou mais materiais de aluminossilicato compreendem argilas ou argilas lixiviadas.

7. Processo, de acordo com a reivindicação 5, em que um ou mais materiais de aluminossilicato compreendem argila lixiviada.

8. Processo, de acordo com a reivindicação 7, em que a argila lixiviada é bauxita.

9. Processo, de acordo com a reivindicação 3, em que a etapa de remoção de quaisquer compostos de baixo ponto de ebulição compreende aquecimento para remover tetrafluoreto de titânio na forma gasosa.

10. Processo, de acordo com a reivindicação 9, compreendendo adicionalmente uma etapa para conversão de tetrafluoreto de titânio gasoso em tetrafluoreto de titânio sólido ou no dióxido de titânio.

11. Processo, de acordo com a reivindicação 3, compreendendo adicionalmente a etapa de conversão do trifluoreto de alumínio gasoso produzido no trifluoreto de alumínio sólido ou no óxido de alumínio.

12. Processo, de acordo com a reivindicação 3, em que a etapa de remoção dos compostos de baixo ponto de ebulição inclui aquecimento dos produtos de reação a uma

temperatura abaixo do ponto de sublimação do trifluoreto de alumínio.

13. Processo, de acordo com a reivindicação 12, em que a etapa de remoção inclui aquecimento dos produtos de reação a uma temperatura onde um ou mais dos compostos de baixo ponto de ebulição são removidos.

14. Processo, de acordo com a reivindicação 6, em que o material de alimentação é um material carbonáceo contendo a argila como uma impureza.

15. Processo, de acordo com a reivindicação 1, em que o material de alimentação é um minério de alumínio possuindo um teor de alumínio de pelo menos 12% em peso de alumina por análise de cinzas.

16. Processo, de acordo com a reivindicação 15, em que o material de alimentação é uma argila de alto teor de alumina ou argila de alto teor de alumina lixiviada.

17. Processo, de acordo com a reivindicação 16, em que o material de alimentação é uma argila de alto teor de alumina lixiviada.

18. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 15 ou 17, em que o minério de alumínio ou argila de alto teor de alumina lixiviada é bauxita.

19. Processo para obtenção de um ou mais compostos de alumínio a partir do tratamento de um material de alimentação de bauxita, incluindo as etapas de:

contato do material de alimentação com uma solução de ácido de flúor para reagir com os valores de alumínio e outras espécies minerais reativas dentro do material de alimentação para formar fluoreto de silício gasoso e fluoretos metálicos solúveis aquosos e/ou fluorossilicatos de metal;

separação do fluoreto de silício gasoso a partir dos produtos de reação aquosos e espécies não reagidas do material de alimentação;

5 separação dos produtos de reação aquosos das espécies não reagidas do material de alimentação;

processamento dos produtos da reação aquosos para formar um produto de reação sólido contendo trifluoreto de alumínio e/ou seus hidratos; e

10 separação do trifluoreto de alumínio e/ou hidratos do produto de reação sólido.

20. Processo, de acordo com a reivindicação 19, em que a etapa de separação do trifluoreto de alumínio inclui as etapas de:

15 conversão de qualquer fluorssilicato de alumínio no produto de reação sólido em trifluoreto de alumínio;

remoção de quaisquer compostos de baixo ponto de ebulição do produto de reação sólido; e

20 aquecimento do produto de reação sólido a uma temperatura para retirada do trifluoreto de alumínio gasoso.

21. Processo para obtenção de um ou mais compostos de titânio a partir do tratamento de um material de alimentação contendo um minério de alumínio e titânio, incluindo as etapas de:

25 contato do material de alimentação com uma solução de ácido de flúor para reagir a solução de ácido de flúor com valores de alumínio e titânio e outras espécies minerais reativas dentro do minério de alumínio para formar fluoreto de silício gasoso e fluoretos metálicos solúveis,
30 aquosos e/ou fluorssilicatos metálicos como produtos de reação;

separação do fluoreto de silício gasoso dos produtos de reação aquosos e espécies não reagidas do material de alimentação;

5 separação dos produtos de reação aquosa das espécies não reagidas do material de alimentação;

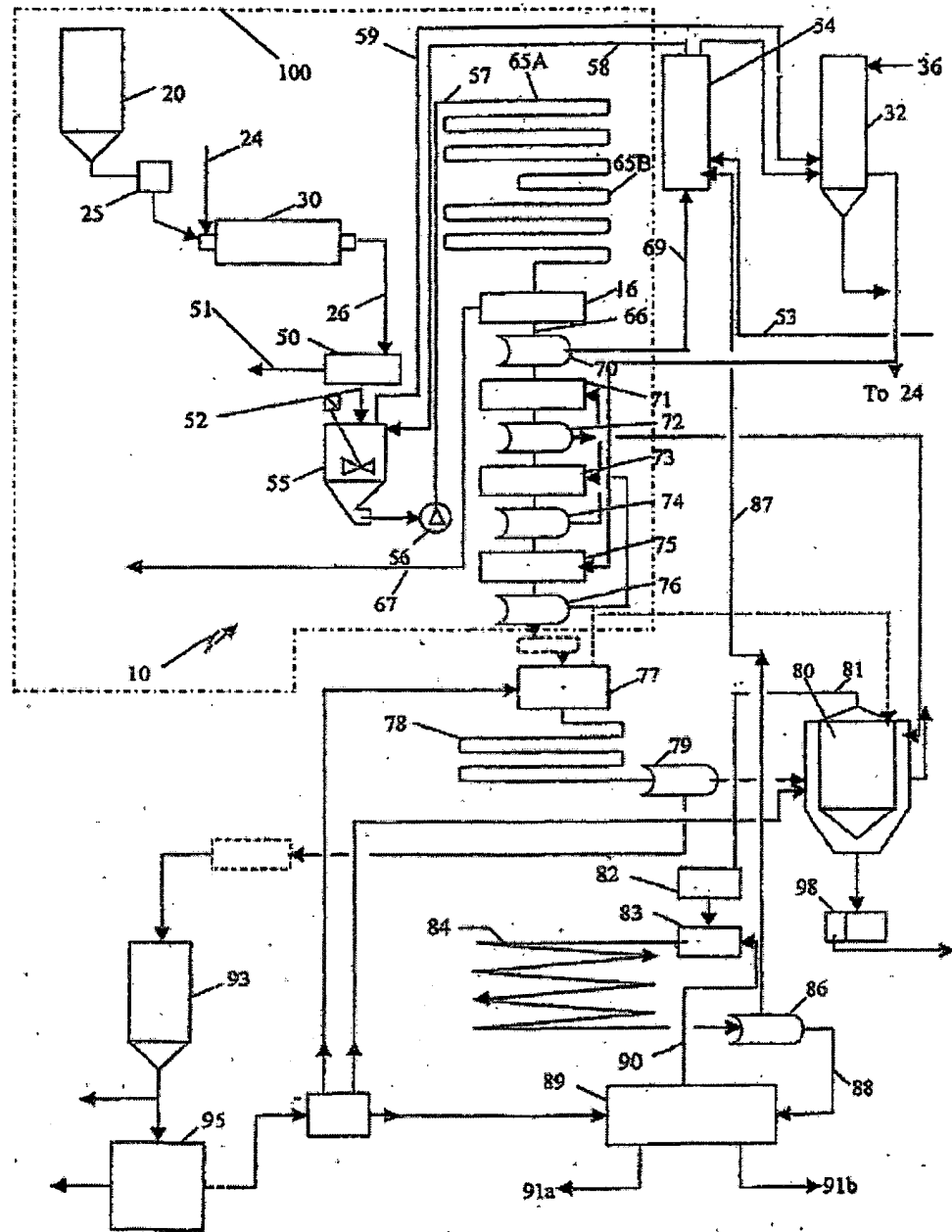
processamento dos produtos da reação aquosos para formar um produto de reação sólido contendo fluoretos metálicos de titânio e de alumínio e, opcionalmente, fluorssilicatos metálicos de alumínio e titânio e/ou hidratos dos fluoretos metálicos de alumínio e de titânio e/ou fluorssilicatos metálicos; e

10

aquecimento do produto de reação sólido a uma temperatura para retirada do fluoreto metálico de titânio na forma gasosa.

15 22. Processo, de acordo com a reivindicação 21, em que os componentes minerais principais do minério de alumínio e titânio são minerais de alumínio e/ou silício.

FIGURA 1 (TÉCNICA ANTERIOR)



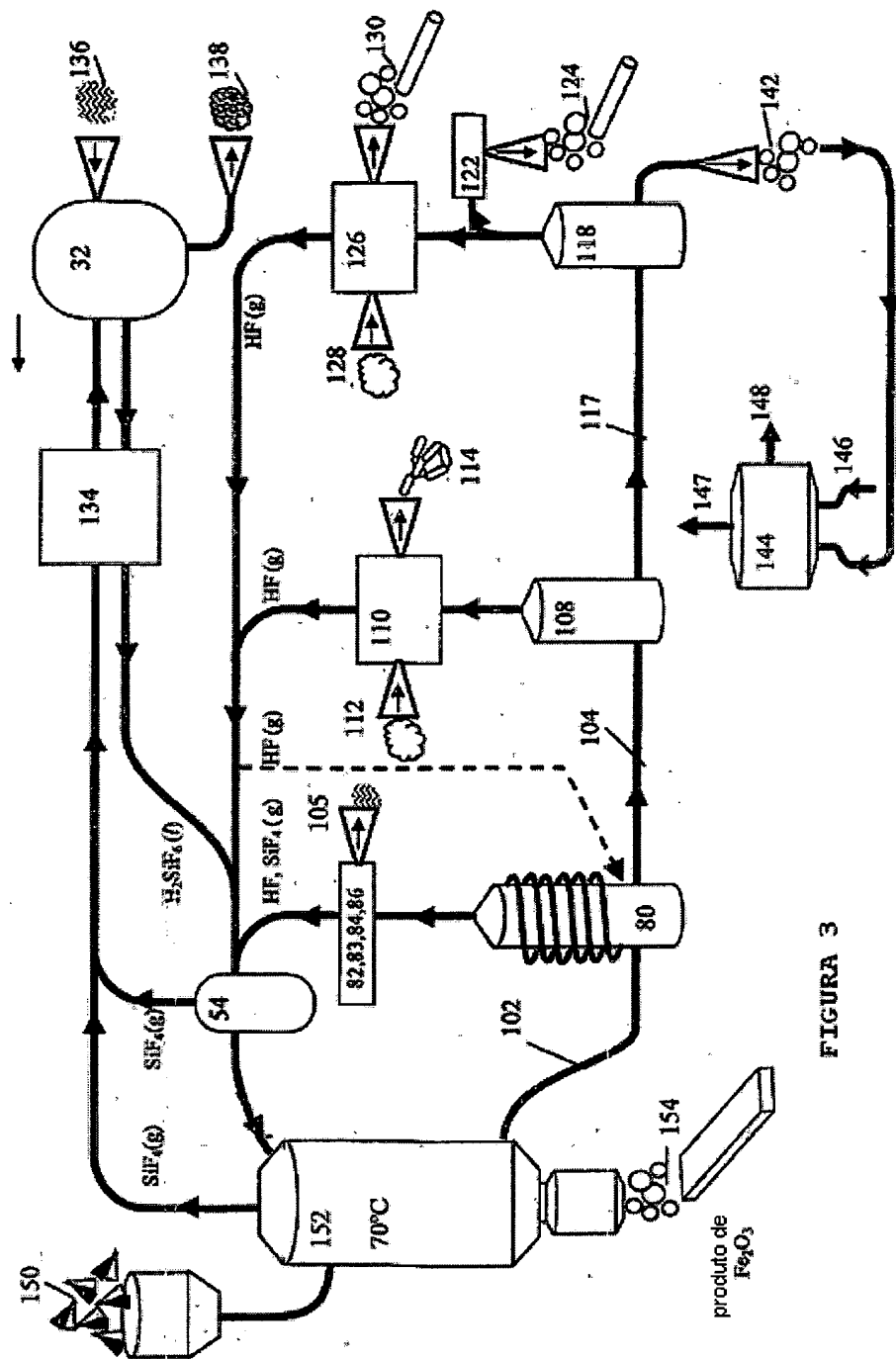


FIGURA 3

RESUMO

**"EXTRAÇÃO E PURIFICAÇÃO DE MINERAIS DE MINÉRIOS DE
ALUMÍNIO"**

Processo para obtenção de um ou mais compostos de
5 fluoreto metálico ou óxido metálico do tratamento de um
material de alimentação contendo minério de alumínio,
inclui as etapas de contato do material de alimentação com
uma solução de ácido de flúor para formar fluoreto de
silício gasoso e fluoretos metálicos solúveis, aquosos e/ou
10 fluorossilicatos metálicos, processamento dos produtos de
reação aquosos para formar um produto de reação sólido
contendo fluoretos metálicos, processamento para remover os
compostos de baixo ponto de ebulição e aquecimento do
produto de reação sólido a uma temperatura para retirada do
15 fluoreto metálico na forma gasosa. O material de
alimentação pode incluir minérios de alumínio e/ou minérios
de titânio, carvão ou outros materiais carbonáceos contendo
impurezas minerais ou outros minerais tais como mica. Os
processos para a produção de compostos de alumínio e
20 titânio são também descritos.