



INPI
Assinado
Digitalmente

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO EXTERIOR E SERVIÇOS
INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

CARTA PATENTE Nº PI 0916113-9

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

(21) Número do Depósito: PI 0916113-9

(22) Data do Depósito: 13/11/2009

(43) Data da Publicação do Pedido: 20/05/2010

(51) Classificação Internacional: C22B 7/00; B03C 1/00.

(30) Prioridade Unionista: FR 0806357 de 14/11/2008.

(54) Título: MÉTODO E FÁBRICA PARA RECUPERAÇÃO DE METAIS DE REFUGOS ELETRÔNICOS CONTENDO MATERIAIS PLÁSTICOS

(73) Titular: WEEE METALLICA, Pessoa Jurídica. Endereço: RUE ROGER SALENGRO, 62330 - ISBERGUES - FR, FRANÇA(FR), Francesa

(72) Inventor: CHRISTIAN THOMAS; JOÉL MENUET; GERVAIS VANHELLE.

Prazo de Validade: 20 (vinte) anos contados a partir de 13/11/2009, observadas as condições legais

Expedida em: 27/11/2018

Assinado digitalmente por:

Alexandre Gomes Ciano

Diretor Substituto de Patentes, Programas de Computador e Topografias de Circuitos Integrados

"MÉTODO E FÁBRICA PARA RECUPERAÇÃO DE METAIS DE REFUGOS ELETRÔNICOS CONTENDO MATERIAIS PLÁSTICOS"

[001] A presente invenção refere-se a um método para recuperação de metais de refugos eletrônicos, usados principalmente em placas de circuitos eletrônicos, e uma fábrica adequada para implementação desse método.

Descrição do estado da técnica

[002] O crescente uso de computadores, telefones celulares, equipamentos eletrônicos e outros dispositivos de alta tecnologia de vida curta cria uma quantidade também crescente de refugos tipicamente contendo metais ferrosos, cobre, alumínio, zinco, metais raros e preciosos. Essa situação impõe o problema de recuperar e processar os metais contidos no refugo. Assim, esses refugos constituem uma fonte autêntica de metais.

[003] Uma técnica conhecida para recuperação de metais é carregar o refugo (previamente cortado em tiras de aproximadamente 4 em) em fornos primários ou fornos de cobre. Essa técnica produz altas emissões de pó, dióxido de enxofre e gases contendo halogênios (cloro e bromo). Dessa forma, os gases demandam processamentos complexos adicionais. Outro problema com essa técnica é que os refugos eletrônicos geram bastante calor durante a combustão dos plásticos contidos nos mesmos. Em outras palavras, o alto valor calorífico do refugo eletrônico é um obstáculo a essa técnica. O teor de alumínio frequentemente alto nos refugos tratados é outro problema, uma vez que a presença de alumínio na escória ou cinzas aumenta seu ponto de fusão e assim o tratamento torna-se muito difícil. Devido a essas diversas desvantagens, a capacidade do forno primário para tratar refugos eletrônicos é limitada.

[004] Outras técnicas de recuperação usam métodos de retalhamento fino seguido por separação magnética e eletrostática para enriquecer e selecionar fases ricas e pobres em metais. Por exemplo, o pedido internacional WO2007/099204 descreve um método que compreende o retalhamento dos refugos em partículas de 2 a 4 mm, carregando os materiais eletrostaticamente por atrito contra um tambor, seguido por bombardeio de elétrons, e finalmente a separação dos materiais usando um campo elétrico. Contudo, essas técnicas são de custo elevado (especialmente devido ao retalhamento fino necessário),

fornecem apenas uma separação imperfeita e assim levam ao mau desempenho da recuperação de metais preciosos.

[005] Em outra abordagem, a patente européia EP 1.712.301 descreve um método para processar refugos eletrônicos no qual os fragmentos de fios metálicos são recuperados dos refugos através de um tambor fornecido com uma tira de tecido a qual os fragmentos de fio aderem.

[006] Houve tentativas também de recuperar metais por pirólise de leito fluidizado. Contudo, essa técnica tem as desvantagens de misturar o metal com um aditivo (meio fluidizante), como areia, quartzo e similares, complicando a recuperação. Na verdade, o peneiramento, que é executado a jusante da pirólise, não pode separar efetivamente o aditivo de certas poeiras metálicas. Além disso, esse método consome mais energia, uma parte dos metais fica oxidada e os metais são arrastados na fase gasosa.

[007] Portanto, há uma necessidade real de desenvolver uma forma de recuperar os metais contidos em refugos eletrônicos, que supere as desvantagens acima mencionadas. Em particular, é desejável desenvolver um processo simples que consuma relativamente pouca energia, não exija tratamentos extensivos dos gases emitidos e torne possível obter uma boa produção de metais reciclados.

Objetivos e breve descrição da invenção

[008] A invenção inicialmente provê um método para tratar materiais contendo uma mistura de materiais plásticos e metálicos, consistindo de:

- retalhamento dos materiais a serem processados;
- pirólise do material retalhado;
- uma primeira separação magnética executada sobre os materiais pirolisados, fornecendo uma fração de metal ferroso e, depois, resíduos não ferrosos;
- uma segunda separação magnética executada nos resíduos não ferrosos fornecendo, de um lado, uma fração de metal não ferroso e, por outro lado, resíduos não magnéticos contendo metais preciosos.

[009] De acordo com uma configuração, o material é refugo eletrônico, de preferência cartões de circuitos impressos usados.

[010] De acordo com uma configuração, o retalhamento é executado sob uma peneira com passagem no tamanho Dmax até 50 mm, de preferência entre 20 e 30mm.

[011] De acordo com uma configuração, a pirólise é executada numa temperatura entre 300 e 600°C e/ou com um fator de ar entre 0.7 e 0.98.

[012] De acordo com uma configuração, a primeira separação magnética é efetuada por um ímã ou eletroímã.

[013] De acordo com uma configuração, a segunda separação magnética é executada usando um separador de corrente parasita (corrente de Foucault).

[014] De acordo com uma configuração, o método compreende ainda uma etapa de combustão dos gases da pirólise, opcionalmente seguida por uma etapa de neutralização do gás com bicarbonato de sódio.

[015] Os metais preciosos podem incluir ouro, prata, platina, paládio, rádio, rutênio, irídio e/ou ósmio.

[016] De acordo com uma configuração:

- a fração de metal ferroso compreende ferro e/ou derivados de ferro, e possivelmente ouro e/ou

- a fração de metal não ferroso compreende alumínio e/ou zinco.

[017] Os resíduos não magnéticos podem incluir cobre, chumbo, estanho, fibras de vidro e carbono.

[018] De acordo com uma configuração do método, a fração de metal ferroso é combinada com resíduos não magnéticos após a segunda separação magnética.

[019] De acordo com uma configuração, o método compreende mais um estágio de processamento de resíduos não magnéticos para recuperar o teor de cobre nos resíduos não magnéticos e/ou recuperar metais preciosos contidos nos resíduos não magnéticos em particular selecionados de ouro, prata, chumbo, estanho, platina, paládio, ródio, rutênio, irídio e/ou ósmio.

[020] A invenção também provê uma fábrica para tratar material contendo uma mistura de materiais plásticos e metálicos, compreendendo sucessivamente:

- dispositivo de retalhamento;
- uma unidade de pirólise;
- um separador magnético primário, e
- um separador magnético secundário.

[021] De acordo com uma configuração, o dispositivo de retalhamento é adaptado para executar o corte sob uma peneira com tamanho de passagem Dmax não superior a 50 mm, de preferência entre 20 e 30 mm.

[022] De acordo com uma configuração da fábrica, o separador magnético primário compreende um ímã ou eletroímã colocado acima de uma esteira transportadora.

[023] De acordo com uma configuração da fábrica, o separador magnético secundário compreende um separador usando correntes parasitas.

[024] De acordo com uma configuração da fábrica, compreende ainda uma linha para coletar gases da pirólise abastecendo uma câmara de combustão, e opcionalmente na saída da câmara de combustão, uma câmara de contato alimentada por um suprimento de carbono ativado e um suprimento de bicarbonato de sódio.

[025] A presente invenção supera as desvantagens da arte anterior. Fornece especificamente um processo simples e com eficiência energética, dando uma boa produção de metais reciclados.

[026] Isso é realizado através do achado surpreendente que a pirólise direta dos materiais que foram previamente triturados ou retalhados de forma grosseira (sendo desnecessário o retalhamento fino) torna possível obter diretamente uma mistura dos diversos constituintes de uma forma separada: notavelmente resíduos contendo carbono de um lado, e os diversos outros metais do outro lado.

[027] De acordo com determinadas configurações particulares, a invenção também tem uma ou mais das características vantajosas abaixo relacionadas.

- O método da invenção torna possível eliminar resinas de epóxi e componentes plásticos de cartões de circuitos impressos eletrônicos, bem como cloro uma parte importante de bromo, evitando perda de metal por

oxidação ou destilação em virtude da baixa temperatura e condições não oxidantes da operação. O material é assim concentrado em metais.

- O método da invenção torna possível, durante o resfriamento dos gases de combustão produzidos durante a pirólise, recuperar, sob condições favoráveis, a energia contida nesses gases.

- O material assim pirolisado pode ser tratado com vantagem em ferramentas convencionais de metalurgia do cobre, superando assim algumas limitações tecnológicas dessas ferramentas e teor de matérias mais especificamente voláteis (cadeias de carbono) e halogênios.

- No caso de processamento de cartões eletrônicos, a decomposição das resinas de epóxi durante a pirólise tem o efeito de libertar todos os componentes considerados integrais com o material de base: cobre, componentes eletrônicos, componentes metálicos, e assim por diante. Essa separação do material de base permite um uso bastante eficiente da separação magnética (sendo mais eficiente do que a separação executada por retalhamento muito fino).

- O método da invenção maximiza a eficiência da recuperação do metal, em outras palavras, minimiza as perdas de metal durante o processo.

- O método da invenção torna possível separar alumínio de outros metais durante o processo, de modo a facilitar o processamento à jusante dos metais recuperados. No caso de processos pirometalúrgicos, o alumínio realmente tem um comportamento prejudicial à fluidez da escória. No caso dos processos hidrometalúrgicos, o alumínio - devido a sua reatividade química - leva ao consumo excessivo de produtos químicos.

- O tratamento de gases a partir da pirólise (incluindo pós-combustão) possibilita tornar o método limpo sem exigir nenhuma manipulação pesada de halogênios, compostos de enxofre ou emissões de metais pesados.

Descrição resumida dos desenhos

[028] A figura 1 mostra um exemplo esquemático da fábrica para processamento de refugos eletrônicos de acordo com a invenção.

Descrição detalhada das figuras

[029] A invenção agora será descrita em mais detalhes e de forma não limitadora na descrição a seguir.

Fábrica para tratamento de refugos eletrônicos

[030] Com relação à figura 1, uma fábrica para tratamento de refugos eletrônicos de acordo com a invenção compreende os seguintes elementos, mostrados esquematicamente.

[031] A carga da fábrica para tratamento é fornecida por uma linha desuprimento para refugos eletrônicos em volume 1. Essa linha de suprimentos 1 para refugos eletrônicos abastece o dispositivo de retalhamento e amostragem 2. O dispositivo de retalhamento e amostragem pode incluir um triturador primário para reduzir o tamanho do refugo para menos de 50 mm, um coletor de amostras primário para coletar uma amostra primária representativa do fluxo interno total (por exemplo, 10% do fluxo interno total) um segundo moinho para triturar a amostra primária a um tamanho de 10 mm, um coletor de amostra secundário representativo da amostra primária (por exemplo, 10% do fluxo da amostra primária), opcionalmente um terceiro triturador e um coletor de amostras terciário.

[032] Um exemplo preferencial do coletor primário de amostras é um moinho de facas equipado com uma grade de 25 mm. Este tipo de triturador tem a vantagem de limitar a produção de finos.

[033] Na saída do dispositivo de retalhamento e amostragem 2, uma linha de suprimento de refugos retalhados 3 abastece refugos retalhados a uma unidade de pirólise 4. Um silo de reserva (não mostrado) pode ser fornecido entre o dispositivo de retalhamento e amostragem 2 e a unidade de pirólise 4. A unidade de pirólise 4 pode em particular ser um forno tipo transportador com rosca sem fim, um forno revérbero, um forno rotativo, um forno de leito fluidizado, um forno de múltiplos estágios e similares.

[034] De preferência, unidade de pirólise é um forno de múltiplos estágios, por exemplo, de aproximadamente 100m² , aquecido diretamente por gás. A unidade pode tipicamente ter uma potência de aproximadamente 1000 kW.

[035] Na saída da unidade de pirólise 4, são fornecidas uma linha de vazão 5 para o transporte de resíduos pirolisados e um conduto para coletar gases da pirólise 15.

[036] A linha de vazão 5 para transportar resíduos pirolisados abastece o dispositivo de resfriamento 6. O dispositivo de resfriamento 6 pode incluir principalmente um trocador de calor. Um parafuso encamisado com área de superfície de aproximadamente 50 m² e resfriado a água pode ser particularmente adequado.

[037] Na saída do dispositivo de resfriamento 6 uma linha de suprimento 7 para resíduos resfriados alimenta um separador magnético primário 8. O separador magnético primário 8 pode ser um simples eletroímã colocado acima de uma esteira transportadora.

[038] Uma linha de recuperação para a fração de metal ferroso 9 e uma linha de recuperação para resíduos não ferrosos 10 são conectadas na saída do separador magnético primário 8.

[039] Uma linha de recuperação para resíduos não ferrosos 10 por sua vez alimenta um separador magnético secundário 11, especialmente projetado para essa função. O separador magnético secundário 11 pode, por exemplo, usar correntes parasitas.

[040] Uma linha de recuperação para a fração de metal não ferroso 12 e uma linha de recuperação para resíduos não magnéticos 13 estão conectados na saída do separador magnético secundário 11. A linha de recuperação para resíduos não magnéticos 13 por sua vez alimenta o dispositivo de condicionamento 14.

[041] Em uma incorporação particular, o conduto para coletar gases da pirólise 15 alimenta uma câmara de combustão 17, que também é fornecida por um tubo de entrada de ar 16. A câmara de combustão 17 pode ser do tipo câmara metálica cilíndrica protegida por uma ou mais camadas de tijolos.

[042] Na saída da câmara de combustão 17, uma linha de coleta de produtos de combustão 18 alimenta o dispositivo de resfriamento 19. O dispositivo de resfriamento 19 pode, por exemplo, consistir de uma torre de resfriamento 19, que opera por injeção de um dispositivo de aspersor de água 20, ou um trocador de calor de gás de combustão 20, ou um trocador de calor de gás de combustão (ar/ gás de combustão ou água-gás de combustão) e resfriador.

[043] Uma linha de vazão para coletar produtos de combustão resfriados 26 é conectada à saída do dispositivo de resfriamento 19 e abastece uma câmara de contato 29. Uma adição de carbono ativado 27 e uma adição de bicarbonato de sódio 28 também são fornecidas na entrada para a câmara de contato 29. A câmara de contato 29 pode ser do tipo cilíndrico tendo volume suficiente para fornecer um tempo de residência de produtos de combustão de aproximadamente dois segundos.

[044] Na saída da câmara de contato 29, uma linha de coleta para produtos tratados 30 alimenta um filtro 31 na saída do qual são fornecidas uma linha de recuperação 33 para gás purificado e uma linha de vazão para recuperação de halogênios 32. O filtro 31 pode ser do tipo filtro-saco ou eletrofiltro.

[045] Em uma possível configuração, um sistema preliminar de resfriamento pode ser fornecido à montante do dispositivo de resfriamento 19. Esse sistema de resfriamento inclui uma linha preliminar de amostragem 21 na saída da câmara de combustão 17 que alimenta um trocador de calor 24, unindo depois a linha para coletar produtos de combustão 18. O trocador de calor 24 também é alimentado por um suprimento de condutos de transferência térmica 23. A saída 25 do fluido de transferência térmica fornece recuperação de energia.

Método de processamento de refugos eletrônicos

[046] Descrevemos abaixo um exemplo de um método para processar refugos eletrônicos tornando possível colocar os metais contidos nos mesmos para uso posterior.

[047] Por "refugos eletrônicos" queremos dizer materiais usados que incluem componentes eletrônicos. Refugos eletrônicos podem incluir componentes eletrônicos individuais, telefones celulares e outros dispositivos pequenos contendo placas de circuitos. De preferência, refugos eletrônicos compreendem consistem de placas de circuitos eletrônicos, isto é, consistem de placas de circuitos impressos nas quais componentes eletrônicos são soldados. O restante do processo é descrito em relação à reciclagem de placas de circuitos eletrônicos.

[048] Contudo, o método também é aplicável ao caso de outros tipos de materiais de partida, isto é, materiais em geral (de preferência materiais usados ou refugos) que incluam um determinado percentual de metal (principalmente incluindo uma fração de metal contendo metais preciosos) e uma fração de plástico. A fração de plástico pode incluir principalmente resinas de epóxi, polietileno ou cloreto de polivinila (PVC). A fração metálica por sua vez pode incluir, principalmente, metais ferrosos, cobre, chumbo, alumínio, zinco, metais preciosos (ouro, prata, platina, paládio, ródio, rutênio, irídio, ósmio). Por exemplo, o método pode ser aplicado em resíduos de retalhadeiras de automóveis.

[049] O método aqui descrito inclui cinco etapas principais:

- (1) retalhamento;
- (2) pirólise;
- (3) resfriamento;
- (4) separação magnética, e
- (5) tratamento de gás.

[050] Esse exemplo corresponde à operação da fábrica para o tratamento descrito acima em relação à Figura 1.

[051] A capacidade de tratamento é de aproximadamente 3 toneladas por hora.

[052] Na etapa (1), as placas de circuitos eletrônicos são trituradas no dispositivo de retalhamento 2. O retalhamento é feito, de preferência, até que se reduza a um tamanho Dmax de 25mm (Dmax é definido como tamanho de passagem da peneira). As placas de circuitos retalhadas são então armazenadas em um silo de reserva.

[053] O silo de reserva alimenta a uma velocidade aproximada de 3 toneladas/hora a unidade de pirólise 4, na qual a pirólise é executada na etapa (2). Para esta etapa (2), as placas de circuitos retalhadas são aquecidas no forno a uma temperatura entre 300 e 450°C, de preferência aproximadamente 400°C em um reator adequado, essencialmente na ausência de oxigênio (em condições redutoras ou neutras). Mais especificamente, os queimadores são ajustados para ter pouco ar e o fator de ar (relação entre o ar de combustão e o ar teórico para combustão neutra) é entre 0,7 e 0,9. A duração da pirólise é

ajustada para obter decomposição completa das cadeias de carbono que compõem a fração de plásticos (principalmente as cadeias de resina de epóxi). Por exemplo, a duração pode ser entre 10 e 30 minutos. Uma adição de aproximadamente 1 tonelada de vapor/hora no piso do forno de múltiplos estágios torna possível controlar a temperatura do mesmo.

[054] Durante a etapa (3), os resíduos pirolisados passam através do dispositivo de resfriamento 6. Esta etapa torna possível reduzir a temperatura dos resíduos pirolisados para uma temperatura entre 60 e 100°C.

[055] Em seguida, a etapa (4) inclui a separação real dos metais. Esta etapa torna possível enriquecer os resíduos sólidos em metais preciosos e reduzir a concentração em componentes nocivos para tratamento posterior dos resíduos pirolisados (principalmente alumínio).

[056] Em uma primeira etapa, os resíduos resfriados passam através do separador magnético primário 8, tipicamente um ímã simples colocado acima de uma esteira transportadora. Através disso, obtém-se a extração dos resíduos da fração de metal ferroso. Essa fração de material ferroso compreende principalmente ferro e compostos de ferro, mas ocasionalmente, dependendo da origem das placas de circuito eletrônico, a fração de metal ferroso pode também incluir (estar misturada com) ouro. Esse é particularmente o caso quando as placas de circuitos eletrônicos banhadas a ouro. De preferência, a fração de metal ferroso compreende no máximo 1% de alumínio.

[057] Numa segunda etapa, os resíduos livres de sua fração de metal ferroso são submetidos a uma extração magnética de não ferrosos, em um separador magnético secundário 11, tipicamente usando correntes parasitas. Assim, é extraída uma fração de metal não ferroso, que inclui principalmente alumínio e zinco. O alumínio pode ser recuperado e vendido para reciclagem. Por outro lado, os resíduos restantes (resíduos não magnéticos) são recuperados via linha de recuperação para resíduos não magnéticos 13. De preferência, os resíduos não magnéticos não compreendem teor de alumínio superior a 2%.

[058] Para executar a extração magnética de não ferrosos usando correntes parasitas, é importante que a fração de metais não ferrosos (incluindo alumínio) esteja essencialmente na forma não oxidada. Portanto, o método é implementado de modo que os metais que compõem a fração de metais não ferrosos, e principalmente alumínio, não sejam oxidados antes da etapa de extração magnética para metais não ferrosos. Tipicamente, quando aquecido por chama direta, o ajuste da chama é feito para ser deficiente em oxigênio (tipicamente 90% da quantidade estequiométrica); no caso de aquecimento indireto, a atmosfera deve ser redutora. Além disso, é preferível trabalhar abaixo do ponto de fusão do alumínio, para evitar traços de oxigênio que oxidam o metal derretido (mais fácil de oxidar do que o metal sólido).

[059] Dependendo do teor de metal precioso da fração de metal ferroso, é possível preparar separadamente a fração de ferro metálico para uso posterior ou refazê-lo com a fração não magnética residual após a segunda separação magnética (na linha de recuperação para resíduos não magnéticos 13).

[060] A preparação da fração de metais ferrosos para reuso pode incluir recuperação de metais preciosos contidos nela, por exemplo, de acordo com os seguintes métodos: reciclar a parte magnética rica em metais preciosos na entrada dos fornos de cobre, e processar os sedimentos anódicos da eletrorrefinação de ânodos de cobre que terminam na saída do forno; lavagem da parte magnética com uma lavagem que inclui chumbo a fim de solubilizar os metais preciosos no chumbo, e processamento do chumbo por qualquer método convencional para recuperação dos metais preciosos (como zincagem, destilação e copelação, ou tratamento do tipo refino eletrolítico de Betts).

[061] A preparação da fração de metais ferrosos para reuso pode incluir recuperação de metais preciosos contidos nela, por exemplo, de acordo com os seguintes métodos: reciclar a parte magnética rica em metais preciosos na entrada dos fornos de cobre, e processar os sedimentos anódicos da eletrorrefinação de ânodos de cobre que terminam na saída do forno; lavagem da parte magnética com uma lavagem que inclui chumbo a fim de solubilizar os metais preciosos no chumbo, e processamento do chumbo por qualquer

método convencional para recuperação dos metais preciosos (como zincagem, destilação e copelação, ou tratamento do tipo refino eletrolítico de Betts).

[062] Os resíduos não magnéticos incluem principalmente carbono, fibras de vidro, cobre, chumbo, estanho e metais preciosos em geral. Os metais preciosos em questão podem incluir ouro, prata, platina, paládio, rádio, rutênio, irídio e/ou ósmio. [063] Esses resíduos não magnéticos são depois acondicionados os chamados grandes sacos ou em volumes, para serem tratados por processos hidrometalúrgicos ou pirometalúrgicos.

[064] A hidrometalurgia pode incluir uma etapa de ataque por ácido sulfúrico em um ambiente oxidante, seguido por eletrorrecuperação de metais na solução para recuperar o cobre, sendo os resíduos de ataque reduzidos em um forno rotativo contendo chumbo a fim de solubilizar os metais preciosos, o estanho e chumbo. O chumbo e o estanho podem ser refinados por eletrólise do tipo Betts, com a lama contendo essencialmente metais preciosos.

[065] Com relação ao tratamento pirometalúrgico, os resíduos são reciclados para entrada nos fornos de cobre, após o que, a lama anódica do refino eletrolítico dos ânodos de cobre na saída do forno é tratada.

[066] Quanto a etapa (5), ela pode ser executada simultaneamente com a etapa (2), uma vez que diz respeito ao tratamento de gases produzidos por pirólise.

[067] Os gases da pirólise contêm produtos de combustão dos queimadores, vapor de água e gases da decomposição de resinas de epóxi e outros materiais da cadeia de carbono.

[068] Esses gases são queimados na câmara de combustão 17 em temperatura suficiente para permitir a destruição de dioxinas. Uma temperatura entre aproximadamente 850 e aproximadamente 1100°C pode ser apropriada. Ácido clorídrico e ácido bromídrico são produzidos dessa forma.

[069] Após o resfriamento do gás a uma temperatura entre aproximadamente 180 e aproximadamente 200°C (no dispositivo de resfriamento 19), uma injeção de carbono ativado (por exemplo, aproximadamente 50 mg/m³) e bicarbonato de sódio (tipicamente cerca de 20 kg/h) é executada para fixar o restante das dioxinas e provocar a reação do HCl e HBr com o bicarbonato de sódio para formar brometo de sódio e cloreto

de sódio. As reações ocorrem na câmara de contato 29, com um tempo de contato de aproximadamente 2 segundos.

[070] Após a filtração, essencialmente é recuperada uma mistura de brometo de sódio e cloreto de sódio, a mistura pode ainda ser processada para recuperação de bromo.

[071] É possível também uma disposição para extrair energia dos produtos de combustão (troca de calor no trocador de calor 24), sendo essa energia também reciclável para outras etapas do processo.

[072] Observe que a etapa (5) pode ser substituída de forma vantajosa por uma etapa de condensação da fase gasosa para recuperação e reciclagem dos produtos da decomposição das cadeias de carbono (fenol, bisfenol, bromofenol e outros componentes).

EXEMPLO

[073] Este exemplo abaixo ilustra a invenção, sem limitação da mesma.

[074] Ele implementa o método descrito acima para tratamento de placas usadas de circuitos eletrônicos. Reintroduz a fração de metal ferroso após a segunda separação magnética. A tabela abaixo fornece uma estimativa das mudanças na composição química dos produtos em diferentes estágios do processo.

	Refugos brutos	Após a pirólise	Após a separação magnética dupla
Cu (%)	17	23	24,5
Al (%)	6,5	8,8	2,8
Fe (%)	5	6,7	7,14
Metais preciosos (g/t)	1000	1350	1440
Cadeias de carbono (%)	34	0	0
Carbono (%)	0	11,1	11,8
Cl (%)	0,4	0,0	0,0
Br (%)	0,6	0,3	0,0
SiO ₂ (%)	22	29,7	31,6

REIVINDICAÇÕES

1. Método para tratamento de materiais contendo uma mistura de materiais plásticos e metálicos, compreendendo:

- retalhamento dos materiais a serem processados;
- pirólise do material retalhado;
- uma primeira separação magnética executada sobre os materiais pirolisados, fornecendo uma fração de metal ferroso e, depois, resíduos não ferrosos;
- uma segunda separação magnética executada nos resíduos não ferrosos fornecendo, de um lado, uma fração de metal não ferroso e, por outro lado, resíduos não magnéticos contendo metais preciosos, caracterizado pelo fato de compreender adicionalmente uma etapa de combustão dos gases de pirólise seguida por uma etapa de neutralização do gás com bicarbonato de sódio.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o material é refugo eletrônico, de preferência placas de circuitos eletrônicos usadas.

3. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o retalhamento é executado sob uma peneira com passagem tamanho Dmax não superior a 50 mm, de preferência entre 20 e 30 mm.

4. Método, de acordo com qualquer das reivindicações de 1 a 3, caracterizado pelo fato de que a pirólise é executada entre 300 e 600°C e/ou com fator de ar entre 0,7 e 0,98.

5. Método, de acordo com qualquer das reivindicações de 1 a 4, caracterizado pelo fato de que a primeira separação magnética é efetuada por um ímã ou um eletroímã.

6. Método, de acordo com qualquer das reivindicações de 1 a 5, caracterizado pelo fato de que a segunda separação magnética é executada usando um separador de corrente parasita.

7. Método, de acordo com qualquer das reivindicações de 1 a 6, caracterizado pelo fato de que os metais preciosos incluem ouro, prata, platina, paládio, ródio, rutênio, irídio e/ou ósmio.

8. Método, de acordo com qualquer das reivindicações de 1 a 7, caracterizado pelo fato de que:

- a fração de material ferroso compreende ferro e/ou derivados de ferro, e possivelmente ouro e /ou
- a fração de metal não ferroso compreende alumínio e/ou zinco.

9. Método, de acordo com qualquer das reivindicações de 1 a 8, caracterizado pelo fato de que os resíduos não magnéticos incluem cobre, chumbo, estanho, fibras de vidro, carbono.

10. Método, de acordo com qualquer das reivindicações de 1 a 9, caracterizado pelo fato de que a fração de metal ferroso é combinada com resíduos não magnéticos após a segunda separação magnética.

11. Método, de acordo com qualquer das reivindicações de 1 a 10, caracterizado pelo fato de que compreende outro estágio de processamento de resíduos não magnéticos para recuperar o teor de cobre nos resíduos não magnéticos e/ou recuperar metais preciosos contidos nos resíduos não magnéticos em particular selecionados de ouro, prata, chumbo, estanho, platina, paládio, ródio, rutênio, irídio e/ou ósmio.

12. Fábrica para tratamento de materiais contendo uma mistura de materiais plásticos e metálicos, compreendendo sucessivamente:

- dispositivo de retalhamento (2);
- uma unidade de pirólise (4);
- um separador magnético primário (8), e
- um separador magnético secundário (11),

caracterizada pelo fato de que compreende adicionalmente uma linha de vazão para coletar gases da pirólise (15), abastecendo uma câmara de combustão (17) e, na saída da câmara de combustão (17), uma câmara de contato (29) alimentada por um suprimento de carvão ativado (27) e um suprimento de bicarbonato de sódio (28).

13. Fábrica, de acordo com a reivindicação 12, caracterizada pelo fato de que o dispositivo de retalhamento é adaptado para executar o retalhamento sob uma peneira com tamanho de passagem Dmax não superior a 50 mm, de preferência entre 20 e 30 mm.

14. Fábrica, de acordo com a reivindicação 12 ou 13, caracterizada pelo fato de que o separador magnético primário (8) compreende um ímã ou eletroímã colocado acima de uma esteira transportadora.

15. Fábrica, de acordo com qualquer das reivindicações de 12 a 14, caracterizada pelo fato de que o separador magnético secundário (11) compreende um separador que usa correntes parasitas.

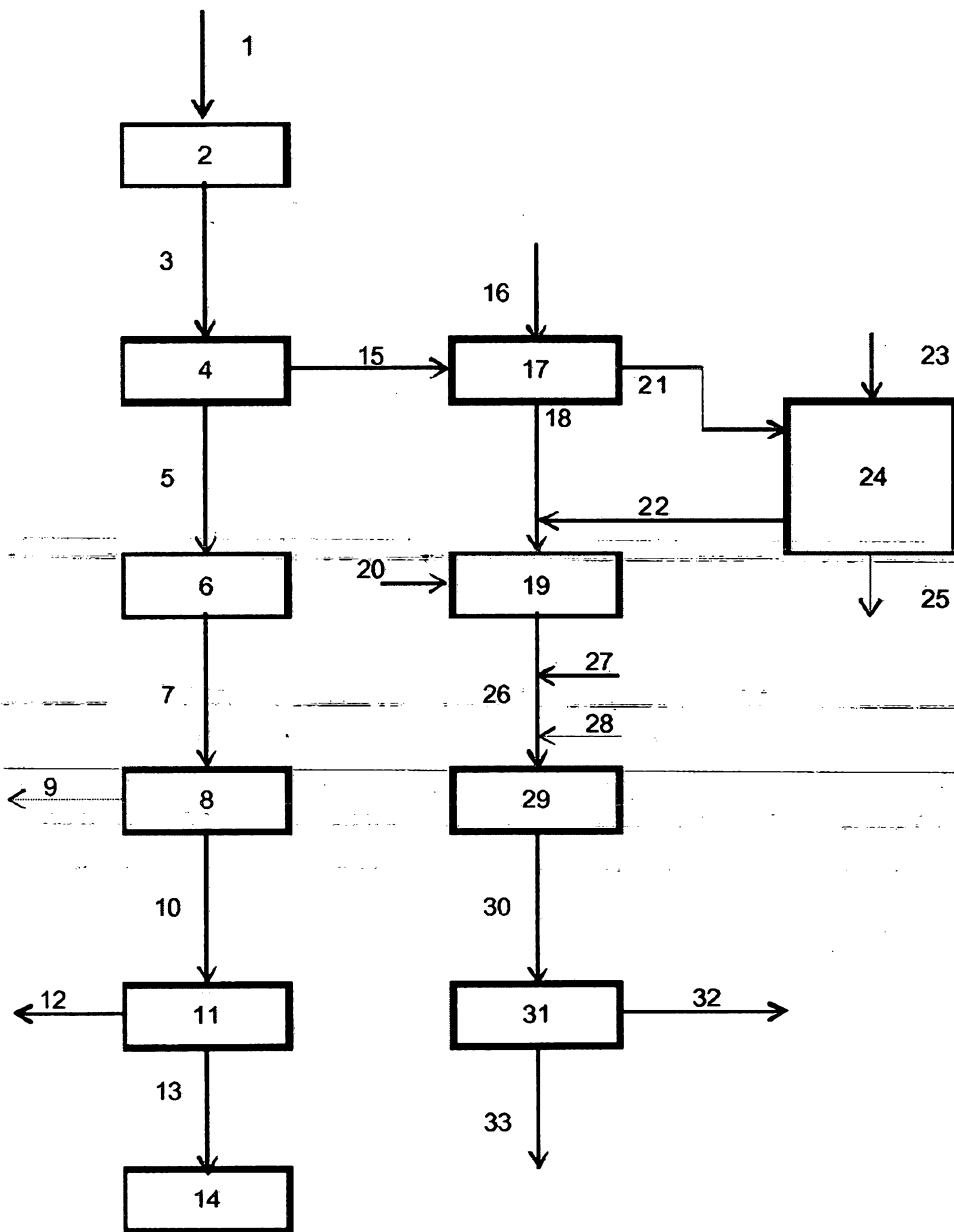


FIG. 1