

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

(21) **PI 0712536-4 A2**

(22) Data de Depósito: 09/05/2007
(43) Data da Publicação: 04/09/2012
(RPI 2174)



(51) *Int.Cl.:*
G01N 21/85

(54) **Título:** SISTEMA DE ANÁLISE DE MATERIAL VOLUMOSO NÃO PERIGOSO

(30) **Prioridade Unionista:** 10/05/2006 EP 06 405196.4,
12/03/2007 US 11/684,972, 09/08/2006 US 60/836,379

(73) **Titular(es):** ABB Schweiz AG

(72) **Inventor(es):** Michael Mound

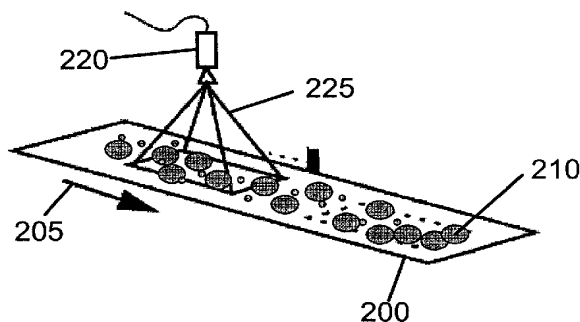
(74) **Procurador(es):** Dannemann ,Siemsen, Bigler &
Ipanema Moreira

(86) **Pedido Internacional:** PCT EP2007054496 de
09/05/2007

(87) **Publicação Internacional:** WO 2007/128833de
15/11/2007

(57) **Resumo:** Patente de Invenção: "SISTEMA DE ANÁLISE DE MATERIAL VOLUMOSO NÃO PERIGOSO".

Um sistema para o processamento de materiais volumosos, compreendendo pelo menos um aparelho de transporte que transporta uma corrente de materiais volumosos a partir de uma primeira posição de processo para uma segunda posição de processo, uma fonte de iluminação que projeta luz em uma superfície da corrente, e pelo menos um espectrometro que captura a luz refletida, emitida ou absorvida pela corrente.



Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**SISTEMA DE ANÁLISE DE MATERIAL VOLUMOSO NÃO PERIGOSO**".

Referência Cruzada a Pedidos Relacionados

Esse pedido reivindica prioridade do pedido de patente europeu
5 No. 06405196.4, depositado em 10 de maio de 2006, do pedido de patente U.S. No. 11/684.972, depositado em 12 de março de 2007, que é uma continuação em parte do pedido de patente U.S. No. 11/474.477, depositado em 26 de junho de 2006 e do pedido de patente provisório U.S. No. 60/836.379, depositado em 9 de agosto de 2006. Todos os pedidos anteriores são incor-
10 porados aqui por referência em sua totalidade.

Campo da Invenção

Essa invenção se refere geralmente à criação de imagem espectral, mais particularmente à criação de imagem espectral de materiais volumosos em um processo dinâmico.

15 Fundamentos da Invenção

Os materiais volumosos são utilizados e produzidos em aplicações industriais tal como produção de cimento, processamento de material de refugo e manuseio de despejo de processo. Os materiais volumosos podem ser caracterizados como materiais utilizados em aplicações industriais
20 que são transportados em altos volumes em um dispositivo de movimento contínuo tal como uma correia transportadora depois de os materiais serem quebrados ou reduzidos de tamanho para fins de facilitar o manuseio na produção a jusante. Os materiais volumosos podem ser adicionalmente caracterizados como materiais básicos que são cominados na proporção e
25 processados para formar outros materiais (tal como os materiais pré-misturados), a combinação resultante dos materiais básicos misturados (tal como materiais pós-misturados) em uma forma homogênea ou não homogênea, materiais de refugo e despejo de processo. Os materiais volumosos também podem ser caracterizados como materiais com baixo valor unitário (isso é,
30 quantidades individuais inferiores a uma tonelada de peso possuem valores comerciais essencialmente muito baixos). A fim de se obter o processamento econômico, grandes volumes são transportados para as unidades de produção

a jusante onde o teor de mineral relativamente valioso é separado, ou os processos de fragmentação reduzem a massa para tamanhos de partícula gerenciáveis para os estágios de processamento químico, hidrometalúrgico ou piroprocessamento. Portanto, nenhuma partícula tem mais ou menos valor que sua vizinha (diferentemente de partículas de alto valor que sofrem separação como com os metais preciosos ou pedras preciosas contidos nos materiais de massa), e todo o material é tratado "em volume". Tipicamente os materiais volumosos incluem massas heterogêneas de materiais volumosos quebrados de forma bruta tal como minérios de calcário, bauxita, cobre, zinco, chumbo, ferro, sílica, pedra de fosfato, potassa, argila, terras raras. Outros materiais volumosos transportados de forma similar incluem materiais de refugo, giz, carvão e coque, alumina, marga, pirita, cinza muito fina, despejo de processo, etc. Tais materiais de volume são utilizados nas seqüências de processo nas quais os materiais de volume são alimentados ou supridos a partir de uma fonte de forma contínua, em bateladas, ou através de um período de tempo estendido.

Em alguns processos que utilizam materiais volumosos, os componentes ou materiais básicos são transportados a partir de fontes de distribuição (tal como compartimentos ou silos), misturados, e processados para formar um novo material. Tipicamente, os materiais volumosos são transportados através desses processos em grandes volumes utilizando correias transportadoras. Uma correia transportadora consiste de duas roldanas de extremidade, com uma borracha de carga pesada flexível e contínua, tecido emborrachado, ou correia de composto metálico que gira em torno das mesmas em uma alça contínua sem fim. As roldanas são energizadas, movendo a correia e o material de volume carregado na correia tipicamente para outro ponto de transferência de correia, ou outro sistema de correia utilizado no processo de fabricação específico para frente em velocidades fixas ou variáveis. Muitos processos que transportam altos volumes de materiais volumosos utilizam tubos pneumáticos ou elementos de deslizamento por ar para transferir os materiais volumosos entre os pontos de processo.

Durante o transporte e processamento de materiais volumosos,

se torna necessária a análise do teor químico ou mineral exato ou médio e da composição do material volumoso para fins de controle. Tal análise é especialmente necessária quando os materiais volumosos são misturados, moídos, ou processados para formar novos materiais. No contexto do despejo de processo, a caracterização dos materiais volumosos pode ser efetiva no diagnóstico da eficiência de um processo e monitoramento de contaminantes. A aquisição de um conhecimento suficientemente preciso e detalhado do estado físico e químico de uma seqüência em movimento de materiais volumosos pode ser difícil e desafiante.

10 Como notado acima, o processamento de cimento é caracterizado pelo processamento e formação de materiais volumosos. O cimento pode ser formado pela mistura e moagem de diferentes componentes de material básico na condição seca (processo seco) ou pode ser realizado com água (processo molhado). Um fluxograma para um processo de fabricação de cimento é apresentado na figura 1. Nessa versão típica do processo de fabricação de cimento, um ou mais alimentadores 100 a 102 introduzem os componentes básicos quebrados nas correias transportadoras 105 a 107. O tipo de componentes básicos combinados para formar por fim o cimento depende do tipo de cimento sendo produzido e da composição dos componentes básicos sendo utilizada. Os componentes básicos típicos incluem materiais de pedra calcária (tal como pedra calcária, marga, giz, conchas, aragonita e similares), materiais argilosos (tal como argila, xisto, ardósia, escória, cinza muito fina, areia, arenito e similares), materiais ferruginosos (tal como escama de laminação, minério de ferro ou piritas), alumina (tal como bauxita ou materiais com alto teor de alumina), e determinados aditivos que contribuem com as características do cimento. Em algumas partes do mundo, a pedra calcária, margas e similares que incluem o componente de pedra calcária também podem incluir proporções suficientes de material argiloso, tal como óxido de alumínio e óxido de ferro, de forma que apenas os materiais de sílica precisem ser adicionados. Os materiais de sílica podem conter de forma similar material argiloso de forma que tal material de sílica possa incorporar os óxidos de alumínio necessários. Cada componente básico pode ter um

tamanho de partícula de massa diferente. Por exemplo, um componente básico pode ter um tamanho de partícula relativo maior enquanto outro componente básico pode ter um tamanho de partícula médio menor. Como resultado disso, a mistura geral desses componentes pode diferir em termos de química diferente além de tamanhos de partícula muito diferentes.

Os componentes básicos quebrados são tipicamente transportados para uma segunda correia transportadora 115 e misturados na correia transportadora 115 em proporções predeterminadas. As proporções nas quais os componentes básicos são misturados podem ser controladas pela taxa na qual os alimentadores distribuem os componentes básicos e pela taxa na qual as primeiras correias transportadoras transportam os componentes básicos. Como resultado disso, cada um dos componentes básicos é misturado a taxas diferentes de quantidade por tempo unitário. A Tabela 1 ilustra a composição mineral relativa de uma mistura típica:

15	Base Seca	Composição
	óxido	Faixa*(%)
	SiO ₂	20(5-25)
	Al ₂ O ₃	8(0-8)
	Fe ₂ O ₃	8(0-8)
20	CaO	30(25-55)
	MgO	6(0-6)
	K ₂ O	3(0-3)
	Na ₂ O	3(0-3)
	SO ₃	3(0-3)

Tabela 1

No processamento seco, os componentes básicos misturados são transportados através de uma série de moedores brutos e/ou finos 125. Os moedores integram os componentes básicos em uma mistura homogênea e distribuem uma granulação bruta, tal como com uma malha de entre 50 e 100, ou uma granulação fina, tal como inferior a uma malha de 100, respectivamente. Os moedores podem ser qualquer tipo de aparelho de moagem, tal como um cilindro industrial, moedor rotativo, moedor esférico, mo-

edor tipo disco, moedor tipo gaiola, moedor Muller, moedor de alta velocidade ou similares. Esses moedores distribuem a mistura básica resultante nas correias transportadoras subseqüentes 130, que transportam a mistura básica para outros moedores ou estações de processo. Depois da finalização do processamento da mistura básica, a mistura básica é transportada para uma estufa 140.

Durante o transporte dos componentes básicos e a mistura básica dos alimentadores para a estufa outras etapas de processamento e aparelhos podem ser opcionalmente incluídos. Essas etapas e aparelhos adicionais podem ser moedores, alimentadores adicionais que fornecem aditivos adicionais para a mistura básica, correias transportadoras, instalações de armazenamento e similares.

A estufa pode ser angulada verticalmente e montada de modo que possa ser girada em torno de seu eixo geométrico longitudinal central. A mistura básica é introduzida no topo (ou extremidade de alimentação) da estufa e transportada descendentemente pelo comprimento da estufa sob a força da gravidade. A estufa opera com temperaturas da ordem de 1.000 C. À medida que a mistura básica passa através da estufa, a mistura básica é calcinada (reduzida, em termos químicos). Água e dióxido de carbono são removidos, reações químicas ocorrem entre os componentes da mistura básica, e os componentes da mistura básica se fundem para formar o que é conhecido por escória. No curso dessas reações novos compostos são formados. A temperatura de fusão depende da composição química dos materiais de alimentação e do tipo e quantidade de fluxos que estão presentes na mistura. Os fluxos principais são alumina (Al_2O_3) e óxido de ferro (Fe_2O_3), que permitem que as reações químicas ocorram com temperaturas relativamente baixas.

A escória formada assim é descarregada tipicamente em um resfriador tipo grade. A escória resfriada é então transportada pela correia transportadora 145, onde um alimentador 155 distribui e mistura gesso à escória. A mistura é transportada para o moinho 165, que quebra a escória e mistura de forma homogênea gesso na composição formando uma composi-

ção de cimento de pó fino. O moinho 165 distribui a composição de cimento em uma correia transportadora 170 que transporta o cimento para silos 190, 195 para armazenamento.

Os sistemas molhados envolvem o processamento dos componentes básicos através de quebradores, moedores e moinhos adequados, individualmente ou como uma composição misturada para o nível desejado de pó. Os componentes básicos são então alimentados para dentro da água para formar uma pasta. A pasta é transportada para um tanque de armazenamento para essa finalidade e é constantemente agitada. Nesse estágio a pasta pode ser testada e aditivos podem ser incluídos. A pasta é então reduzida a uma finura desejada pela alimentação da pasta através de quebradores, moedores e moinhos adequados. A pasta é eventualmente alimentada para dentro da estufa e processada como no procedimento de processo seco.

Uma consideração importante na criação do cimento é que a proporção dos componentes deve ser mantida dentro de limites restritos. As diferenças nas quantidades de componentes introduzidos na mistura básica e as diferenças na composição dos componentes formados durante o processamento afetam a qualidade e o grau do cimento. Outros fatores que influenciam o tipo de cimento produzido incluem temperatura, tempo de permanência, tamanho das partículas e grau de contato entre as partículas. Como resultado disso, deve-se tomar cuidado quando da tomada de decisão para se considerar ambas as condições a montante e prever os resultados a jusante quando quaisquer ajustes são feitos na mistura do material de componentes básicos a fim de alcançar o resultado desejado.

Tradicionalmente, a análise e o monitoramento dos componentes de material básico, dos materiais misturados tal como a mistura básica, e o cimento processado têm sido realizados pela extração de amostras do fluxo contínuo e transporte das mesmas manualmente ou através de um sistema de amostragem e transporte por cápsula pneumática de "haste tubular" automático do ponto de amostragem até um laboratório central para análise. O laboratório prepara e analisa, então, as amostras utilizando uma variedade

de equipamentos e instrumentos padrão. Os resultados dessas análises são então utilizados para ajustar os fatores tal com ao taxa na qual os componentes básicos são proporcionados para alcançar uma receita de mistura desejada.

5 Essa disposição, enquanto fornece uma alta precisão, é deficiente visto que o tempo agregado necessário para amostragem, divisão, transporte, preparação e análise pode variar de um mínimo de 15 a 30 minutos até uma hora ou mais. Durante esse retardo, a corrente de componentes e misturas continua a ser processada de forma que toneladas de materiais
10 volumosos de rápido movimento representadas por cada amostra analisada já terão passado a muito tempo dos pontos de controle e ajuste. O percurso seguido por esses materiais a partir dos alimentadores, ao longo das correias transportadoras, através de moedores e estufa e entrando em silos é um fluxo (ou corrente) contínuo. Quaisquer ajustes realizados subsequente-
15 te no processo não serão capazes de corrigir as deficiências nas misturas básicas e cimento processado que já terão movido além das posições nas quais a ação corretiva pode ser realizada. Esses ajustes afetarão apenas os componentes básicos, misturas básicas e cimento processado que são gerados subsequente-mente aos ajustes.

20 Outra dificuldade com o acima exposto é que esse método não fornece uma solução para os problemas em potencial que exigem ações corretivas dinâmicas imediatas. Por exemplo, a taxa de mistura de componentes básicos depende não apenas do tipo de material sendo misturado, mas também da composição desses componentes. Se um alimentador contiver
25 os componentes básicos que não possuem uniformidade composicional, a análise da amostra pode não ser representativa da corrente atual. Dessa forma, quaisquer ajustes que são realizados depois da análise de uma amostra podem não ser adequados para os componentes atuais e a composição respectiva desses componentes.

30 Por exemplo, a patente U.S. No. 4.026.717 descreve um método de monitoramento da produção de cimento na qual as amostras são retiradas da corrente de fluxo de material em vários pontos ao longo do processo.

Depois que as amostras são processadas por um moinho bruto, um elemento de amostragem pré-estufa utilizando um balde extrai amostras a cada 15 segundos e deposita as amostras em uma segunda correia transportadora. A correia transporta as amostras para um moinho de mistura que coleta e desenvolve uma amostra composta a cada 15 minutos. Um transportador então transporta a amostra composta para um analisador de raios X. Esses elementos de amostragem também são descritos para extração de amostras da estufa e do sistema de resfriamento de escória.

A análise dos materiais volumosos de cimento também pode exigir conhecimento de óxidos ou fases mineralógicas (polimorfos moleculares), ou um módulo calculado padrão com base na quantidade de óxidos (ou outras propriedades medidas desejadas) presente, para o controle de qualidade padrão. Alguns dispositivos analíticos utilizados podem não medir o óxido ou as fases reais diretamente, mas apenas os valores elementares.

Poucos métodos para alcançar o elemental, e, dessa forma, as formas de óxido dos constituintes químicos dos vários materiais básicos ou misturados foram utilizadas. São, no entanto, limitadas em termos de aplicação prática e fazem basicamente uso de eventos atômicos com base em ativação de nêutron através da ativação nuclear. Esses sistemas de Análise de Ativação de Nêutron Gama Imediata (PGNAA) exigem isótopos radioativos para o fluxo de neutro, tal como o isótopo de Californium, Cf_{252} , ou um gerador de nêutron (tubo). Nesses casos, os neutros introduzidos causam um desequilíbrio momentâneo e temporário dos núcleos dos materiais contidos resultando na emissão de assinaturas de radiação gama como uma reação para restaurar o equilíbrio. Os sistemas de ativação de nêutron aplicam uma técnica potencialmente perigosa (para humanos) que exige a proteção cuidadosa permanente para evitar e minimizar a exposição direta ou indireta e substituições freqüentes de tubo de gerador ou isótopo caros. A meia vida útil curta do Cf_{252} de apenas aproximadamente dois anos e meio e a exigência de substituição dos geradores de tubo de nêutron, normalmente em um intervalo de um ano a um ano e meio, representam ambos os custos de manutenção caro além da necessidade de se solucionar dificuldades crescen-

tes no convencimento das autoridades sobre a segurança pública no transporte e operação de ambos esses tipos de fontes de nêutron. Adicionalmente, a radiação gama resultante da ativação de nêutron dos materiais volumosos que é causada pelo bombardeamento de fluxo de nêutron dos núcleos dos materiais irradiados representa perigos ambientais e de saúde adicionais em potencial. Outras técnicas on-line que foram tentadas, tal como sistemas de tubo de raios X de alta potência, ou sistemas de difração de raios X, também podem exigir adesão estrita às autoridades regulamentares locais. Em alguns locais, a presença de determinadas dessas várias classes de tais dispositivos pode ser restringida ou proibida totalmente.

O que se precisa é de um sistema e método para a análise de materiais volumosos que forneçam análises em tempo real para o controle rápido e em tempo real. É crítico que o aparelho e método analisem os materiais volumosos à medida que os mesmos passem. Seria benéfico que tal aparelho e método analisassem os materiais volumosos na corrente de processo. Adicionalmente, tal aparelho e método não devem alterar ou tocar (física ou quimicamente) os materiais volumosos na corrente. Como resultado disso, os materiais volumosos analisados devem passar de forma ininterrupta ao longo do fluxo de processo. Outro benefício seria que o aparelho e método implementassem a análise dos materiais volumosos à medida que os mesmos são transportados em uma correia transportadora em movimento de uma estação de processo para a próxima.

U.S 2003/0123056 descreve um conjunto de instrumentos de criação de imagem hiper espectral para exploração imagens multiespectrais, hiperespectrais e ultraespectrais detalhadas e a informação de assinatura de não imagem. Isso é realizado em tempo real a fim de identificar as características espectrais singulares do alvo. O conjunto de instrumentos contém pelo menos um sensor hiperespectral mecanicamente integrado instalado em uma estrutura de hardware fixa ou móvel e co-boresighted com uma câmera digital montada de forma similar, uma fonte de luz visível calibrada, fonte térmica calibrada, e fonte de fluorescência calibrada em um ponto pequeno no alvo. O alvo é movido através do conjunto, permitindo que o con-

junto realize a coleta dos dados espectrais corrigidos radiometricamente absolutos contra o alvo com resoluções espacial e espectral altas.

US 2004/232.339 descreve uma estação de trabalho de criação de imagem hiperespectral que inclui ambos os sensores UV e VNIR juntos
5 em um único encerramento. Cada sensor captura uma imagem de um alvo ou espécie, resultando em conjuntos de dados UV e VNIR respectivos que são então misturados em um único conjunto de dados hiperespectral que inclui uma banda espectral contígua altamente correlacionada por toda uma faixa de 200 a 1000 nanômetros.

10 WO 2006/054.154 descreve um aparelho para e um método de identificação e classificação de partículas alvo utilizando a espectroscopia por refletância na faixa de campo visível (VIS) para faixa espectral quase infravermelha (NIR). Em uma versão, um aparelho de criação de imagem hiperespectral é utilizado para identificar e classificar as partículas alvo den-
15 tro de uma batelada de partículas, o aparelho compreendendo uma bandeja para suportar a batelada de partículas, dispositivo de nivelação para nivelar a batelada de partículas em substancialmente uma camada única, um sistema de digitalização hiperespectral para digitalizar a batelada de partículas, para produzir uma imagem hiperespectral da batelada de partículas, um
20 classificador para determinar as coordenadas de pixel das partículas alvo na imagem hiperespectral, um dispositivo conversor para converter as coordenadas de pixel em coordenadas mundiais das partículas alvo na bandeja, e dispositivos de extração de partícula alvo para recolher as partículas alvo com base nas coordenadas mundiais calculadas e para transferência das
25 partículas alvo coletadas para uma disposição de armazenamento.

WO 2004/106.874 descreve um aparelho e um método para a medição fotoelétrica. O aparelho compreende um único dispositivo de conversão fotoelétrica ou uma pluralidade dos mesmos, preferivelmente sensores de conjunto tal como CCD, CMOS, CID e similares, um sistema ótico que
30 é modularmente expansível em um eixo geométrico ou uma pluralidade de eixos geométricos a fim de adquirir a radiação eletromagnética a partir de uma linha ou área de qualquer tamanho desejado em um objeto, com qual-

quer resolução desejada, onde o dito sistema ótico separa preferivelmente a dita radiação eletromagnética de forma modular em uma pluralidade de segmentos menores, e projeta a radiação eletromagnética correspondente para os ditos segmentos menores no dito único ou na pluralidade de dispositivos de conversão fotoelétrica individuais e partes eletrônicas de sensor relacionadas com os ditos dispositivos de conversão fotoelétrica que permitem que o modo de operação e a funcionalidade dos ditos dispositivos de conversão fotoelétrica sejam definidos e alterados em tempo real, onde as funções tal como seqüência de leitura dos pixels e flexibilidade ilimitada de binning de pixel em duas dimensões sejam totalmente programáveis, e os ditos dispositivos de conversão fotoelétrica possam operar e/ou ser controlados independentemente e/ou simultaneamente.

Sumário da Invenção

É, portanto, um objetivo da presente invenção se fornecer um sistema de análise de material volumoso robusto, consistente e em tempo real para a identificação e quantificação das características elementares, químicas e mineralógicas de um material volumoso variável que passa de forma não obstruída e não perturbada sob ou através de um conjunto detector.

É outro objetivo da presente invenção se fornecer um sistema de análise que não interrompa ou extraia materiais de amostra em quaisquer quantidades da corrente de processo.

É um objetivo adicional da invenção se fornecer um sistema de análise de material volumoso utilizando fontes não perigosas de excitação exclusivamente.

É outro objetivo adicional da invenção se fornecer um método de processamento de materiais volumosos e controle do processamento dos materiais volumosos monitorados.

Esses e outros objetivos são alcançados por um sistema para o processamento de materiais volumosos com pelo menos um aparelho de transporte que transporta uma corrente de materiais volumosos de uma primeira posição de processo para uma segunda posição de processo, uma

fonte de iluminação que projeta luz em uma superfície da corrente, e pelo menos um espectrômetro que captura a luz refletida, emitida ou absorvida pela corrente. Preferivelmente, a fonte de iluminação projeta um ponto de luz ou área iluminada em uma posição fixa sob ou através da qual a superfície da corrente passa e o espectrômetro captura as assinaturas espectrais do material volumoso. É preferível também que as assinaturas espectrais indiquem a refletância, emissões e/ou absorção de luz pelo material volumoso.

É um aspecto adicional da invenção se fornecer uma unidade de controle que se comunique com os espectrômetros e receba as assinaturas espectrais capturadas pelos espectrômetros. Preferivelmente, a unidade de controle analisa as medições realizadas pelo espectrômetro pela pesquisa de uma base de dados compreendendo as assinaturas espectrais armazenadas e comparando as assinaturas espectrais medidas com as assinaturas espectrais armazenadas.

É outro aspecto da invenção a unidade de controle se comunicar com um aparelho de processo ou um aparelho de transporte, cada um compreendendo pelo menos uma configuração de operação, e transmitir instruções para o aparelho de processo ou aparelho de transporte para alterar a configuração de operação. Essas configurações de operação podem controlar a forma na qual um primeiro material é combinado com um segundo material, a taxa na qual um primeiro material ou um segundo material é distribuído, a taxa na qual um primeiro material ou um segundo material é transportador, ou se o aparelho de processo ou o aparelho de transporte é ativado.

É outro aspecto adicional da invenção o sistema compreender pelo menos um distribuidor de material volumoso que distribui a corrente de materiais volumosos, pelo menos um aparelho de transporte que transporta a corrente de materiais volumosos distribuídos pelo distribuidor de material volumoso, e pelo menos um aparelho de processo que modifica a corrente de materiais volumosos de um primeiro material para um segundo material. O (pelo menos) um aparelho de processo pode misturar ou moer a corrente de materiais volumosos, distribuir um terceiro material para combinar com a corrente, aquecer termicamente a corrente, ou executar ações de processo

adicionais.

É outro aspecto adicional da invenção o pelo menos um espectrômetro capturar a luz refletida, emitida ou absorvida pela corrente de material volumoso antes ou depois do processamento por um aparelho de processamento.

Esses e outros aspectos da invenção e suas características particulares e vantagens se tornarão mais aparentes a partir da consideração da descrição em anexo.

Breve Descrição dos Desenhos

A figura 1 é um fluxograma apresentando as etapas de processo de um método comum para fabricação de cimento;

A figura 2 é uma representação de um analisador de material volumoso posicionado sobre uma correia transportadora em movimento carregada com materiais volumosos.

A figura 3 é uma representação de uma vista transversal do perfil de uma correia transportadora carregada com materiais volumosos e um dispositivo analisador posicionado acima da correia.

Descrição Detalhada da Invenção

A presente invenção será descrita agora mais completamente com referência aos desenhos em anexo que ilustram as modalidades preferidas da invenção. Essa invenção pode, no entanto, se consubstanciada de muitas formas diferentes e não deve ser considerada limitada pelas formas mencionadas aqui. Ao invés disso, essas modalidades são fornecidas de modo que essa descrição será completa, e transporte completamente o escopo da invenção para os versados na técnica. Números similares se referem a elementos similares por todas as vistas.

Em uma modalidade preferida da presente invenção, um sistema de processamento de material volumoso incorpora um sistema de análise de material volumoso em tempo real que utiliza um nível consistente de brilho de luz branca, um conjunto de componentes espectrais de divisão e coleta utilizando, por exemplo, grades de colimação, detectores ou geradores e um conjunto de um ou mais detectores dentro de um ou mais espectrômetros

pequenos e robustos para fornecer assinaturas espectrais. O sistema de análise captura os espectros de ambas as vibrações de translação e rotação por refletância e absorção da massa de material volumoso iluminada pela luz branca.

5 A espectroscopia por refletância e emissão de superfícies naturais é sensível a uniões químicas específicas entre materiais, sejam eles sólidos, líquidos ou gasosos. A espectroscopia apresenta a vantagem de ser sensível a ambos os materiais cristalino e amorfo, diferentemente de alguns métodos de diagnóstico alternativos que são opticamente limitados. A espectroscopia também é adaptável para o fornecimento de materiais de análise em faixas variáveis e em geometrias variáveis.

10 As figuras 2 e 3 apresentam partes de sistemas para o processamento de materiais volumosos. Esses sistemas utilizam um elemento de análise de material volumoso localizado sobre um aparelho de transporte tal como uma correia transportadora ou transferência pneumática que transfere o material volumoso de um ponto de processo para outro.

15 As figuras 2 e 3 em particular apresentam os materiais volumosos 210 carregados e transportados por uma correia transportadora 200. Esses materiais volumosos 210 são uma distribuição não uniforme de materiais na correia transportadora 200 com tamanhos de partículas, altura de leite (isso é, altura dos materiais volumosos acima da superfície da correia) e composição variáveis. A figura 3 apresenta uma vista transversal do perfil da correia transportadora 200 carregada com materiais volumosos 210. Essa figura ilustra que a quantidade e o peso de materiais volumosos 210 na correia 200 fazem com que a correia deforme na direção do centro da correia 200. Isso resulta tipicamente em uma altura de leite não uniforme e distribuição de materiais volumosos não uniforme acima da correia 200.

20 As figuras 2 e 3 também apresentam o elemento de análise de material volumoso 220 posicionado sobre a correia transportadora 200 que projeta luz branca 225 na superfície do material volumoso 210. O elemento de análise de material volumoso 220 mede a assinatura espectral dos materiais volumosos 210 com base na luz que é refletida, emitida e absorvida

pelos materiais volumosos 210, que é discutido em maiores detalhes abaixo.

O elemento de análise de material volumoso compreende um espectrômetro com uma fonte de iluminação e uma unidade de controle. O material volumoso é espalhado através da área de superfície da correia transportadora para formar uma carga de leito de material volumoso. O leito de material volumoso possui uma área de superfície superior voltada para a direção do elemento de análise de material volumoso inventivo e uma área de superfície inferior adjacente à correia transportadora. A altura do material volumoso na correia transportadora pode variar dependendo da distribuição de material, no entanto, a área de superfície superior pode ser atribuída como possuindo uma altura de leito nominal. O material volumoso pode compreender uma combinação de componentes individuais ou um componente único. Pode ter uma massa, um tamanho de partícula e composição variáveis. À medida que a correia transportadora se move, O material volumoso surge de sob o elemento de análise de material volumoso de forma que os componentes do material volumoso sob o elemento de análise de material volumoso mudem. A fonte de iluminação emite luz branca e é posicionada em algum local perto do espectrômetro. A fonte de iluminação projeta um feixe de luz no material volumoso formando um ponto de iluminação que pode ter uma variedade de formas tal como um círculo grande, uma faixa estreita ou um corte fino. O ponto iluminado também pode ser formado em uma parte da área de superfície superior do leito de material volumoso ou através de toda a largura da correia transportadora 400. A fonte de iluminação pode compreender um ou mais emissores de luz. A luz branca emitida pela fonte de iluminação pode compreender um ou mais emissores de luz. A luz branca emitida pela fonte de iluminação pode ser determinada para intensidades e frequências diferentes. Isso agirá de forma a melhorar adicionalmente os fenômenos de refletividade, emissão e absorção ótica resultando em assinaturas espectrais diferentes à medida que a luz é refletida, emitida ou absorvida fornecendo comprimentos de onda característicos e identificáveis. Adicionalmente, a fonte de iluminação pode ser localizada a uma distância definida da altura de leito nominal tal como a 2 metros.

O sensor espectral pode compreender uma variedade de componentes óticos. Uma lente dianteira pode ser instalada em uma altura pré-definida acima da correia transportadora 400. A figura 2 ilustra adicionalmente uma área digitalizada que representa a área de luz refletida a partir do material volumoso que é coletada pelos espectrômetros utilizando um sensor de imagem tal como o dispositivo CMOS ou CCD. A distribuição de pixels ao longo do eixo geométrico y do sensor de imagem corresponde ao comprimento de onda da energia refletida ou emitida a partir do material volumoso. A distribuição de pixels ao longo do eixo geométrico x do sensor de imagem pode representar a localização da medição. Cada componente do material volumoso que é capturado na área digitalizada possui sua própria assinatura espectral. O sensor de imagem produz um sinal de saída que é processado por uma unidade de controle conectada ao espectrômetro. A unidade de controle compreende preferivelmente um computador possuindo pelo menos um processador e memória com uma pluralidade de bancos de dados. A unidade de controle pode incluir adicionalmente um dispositivo para exibir a informação, como um monitor, e pode ter um link de comunicação com as ferramentas de processo, que é descrito em maiores detalhes abaixo. Os sinais de saída podem ser transmitidos através de uma fibra ótica, ou um cabo de alta largura de banda ou um link de frequência de rádio.

À medida que o material volumoso passa pelo espectrômetro, digitalizações podem ser realizadas continuamente, em períodos regulares ou sob demanda. As digitalizações periódicas são realizadas em intervalos de tempo regulares, permitindo medições regulares de várias áreas dos materiais digitalizados. As digitalizações periódicas ou contínuas podem ser utilizadas para coletar dados sobre o material volumoso à medida que o mesmo passa sob o espectrômetro.

Para facilitar a análise espectral, a resolução de conjunto de saída bidimensional pode ser reduzida através do eixo geométrico x. Nessa modalidade uma modalidade particularmente simples do sistema de análise de material volumoso inventivo, a resolução do conjunto de saída através do eixo geométrico x é reduzida de forma que apenas uma assinatura espectral

seja enviada para a unidade de controle. Essa única assinatura espectral é então analisada e comparada com um conjunto de assinaturas espectrais anteriormente gravadas e armazenadas de possível composição de material. Essa modalidade é aplicável onde a distribuição de materiais volumosos é homogênea, tal como a mistura básica no processamento de cimento, e a distribuição de materiais diferentes através da correia transportadora pode não ser tão crítica como a composição do material volumoso, isso é, a existência de ingredientes específicos na quantidade certa, importa. Essa técnica é preferivelmente utilizada em aplicações quando um número pequeno de ingredientes deve ser observado.

Em uma versão do sistema de análise de material volumoso inventivo, apenas a luz branca é necessária para iluminação constante para fornecer uma fonte para divisão de infravermelho para causar uma estrutura espectral refletora e absorvente dos materiais volumosos contidos. Infravermelho, incluindo NIR (quase infravermelho), VNIR (visual próximo do infravermelho), SWIR (infravermelho de ondas curtas), e TIR (infravermelho térmico), abrange uma faixa de comprimento de onda de 250 a 2500 nanômetros (nm) para fins de caracterização composicional dos materiais. Quando submetida à iluminação por uma fonte de luz branca forte, a escolha de se examinar qualquer faixa dentro do espectro eletromagnético depende dos materiais sendo examinados. No caso de materiais inorgânicos (pedras, minérios, etc.), a escolha de onde na faixa de 250 a 2500 nanômetros pode ser mais importante visto que o grau de vibração de translação e rotação é altamente variável dependendo das moléculas de interesse. Se cálcio, ferro, alumínio, silício, enxofre, alcalinos, óxidos livres e assim por diante forem de interesse (nas formas molecular ou cristalográfica combinadas), diferentes partes dos comprimentos de onda do espectro infravermelho terão que ser examinadas. Em uma modalidade preferida a fonte de luz emite luz por todos os 250 a 2500 nanômetros. Sub-faixas, tal como 200 a 1000 nm, podem não ser efetivas para o material volumoso com um conjunto diverso de componentes visto que o espectro pode não capturar uma assinatura espectral adequada para caracterizar o material volumoso. O exame dos espectros

através da faixa total permite que um conjunto diverso de moléculas e elementos, uma característica de muitos materiais volumosos, seja analisado visto que as respostas de reflexo e absorção à iluminação entre os elementos/moléculas/fases minerais de interesse produzem os espectros de amplitudes diferentes entre os possíveis comprimentos de onda.

Visto que os materiais volumosos podem estar nos estados oxidado, reduzido, elementar, ou cristalino/molecular, é útil se reconhecer essas condições e converter os mesmos em um resultado desejado para fins de relatório. Os óxidos podem ser reportados através de cálculos embutidos de conversões padrões de elementos para suas formas de óxido. Como um exemplo, alumínio, Al, pode ser convertido em óxido de alumínio, Al_2O_3 , por um fator de conversão automática de 1,8895 vezes a quantidade reportada do elemento Al. Fatores de conversão similares são prontamente realizados para fins de relatório para qualquer elemento de interesse detectado. Esses fatores de conversão são padrão para resultados de relatório com base em propriedades químicas conhecidas de todos os elementos em suas formas atômicas ou moleculares e podem ser fornecidos como desejado pelos usuários em qualquer formão para reportar os resultados das análises utilizando-se cálculos simples embutidos nos software do dispositivo.

Em outra modalidade, os elementos de análise de material volumoso ou espectrômetros são utilizados para fornecer efetivamente a s/n mais forte (razão de sinal para ruído) para várias faixas espectrais dentro dos comprimentos de onda dos elementos a serem analisados. Em uma disposição de vários espectrômetros, cada um dos sensores espectrais pode ser disposto de modo que uma linha reta imaginária se estenda do centro de cada senso para um ponto comum no material volumoso a ser analisado. Alternativamente, a sobreposição dos reportes espectrais pode ser realizada pelo posicionamento preciso do espectrômetro, se necessário, a fim de fornecer um strip-swath digitalizada através da largura da correia transportadora. Como tal, cada espectrômetro pode identificar e caracterizar as assinaturas espectrais para diferentes partes da faixa espectral. Por exemplo, um espectrômetro pode identificar uma assinatura espectral para a faixa de 250

a 1000 nm, enquanto outro espectrômetro pode identificar uma assinatura espectral para a faixa de 1000 a 2500 nm. Essa técnica supera as limitações das restrições de faixa espectral de espectrômetros individuais. Dessa forma, a exigência da abrangência total do espectro IR é correspondida à medida que diferentes componentes elementares/mineralógicos respondem com sinais mais fortes em diferentes regiões de comprimento de onda.

Qualquer número de técnicas quimio-métricas pode ser utilizado para fornecer o encaixe dos espectros obtidos dessa forma na biblioteca armazenada de espectros. Na calibragem inicial do dispositivo, os espectros são armazenados com massas esperadas de materiais volumosos particulares para cobrir todas as possíveis faixas de concentrações e misturas dos contribuintes elementares para os espectros recuperados e resolvidos. Tais espectros adquiridos são "comparados" com os espectros armazenados para defini como os espectros adquiridos se comparam com um óxido previsto ou conjunto de fase mineralógica. A "parte boa" do encaixe dos espectros adquiridos e sua diferença de altura com relação à biblioteca espectral padrão selecionada armazenada no dispositivo determina tanto o conteúdo quanto a quantidade dos elementos/óxidos/fases com base nas regiões espectrais e picos.

Ambas as respostas de reflexo e absorção fornecem sinais característicos e singulares para cada área de interesse, mas não o fazem de maneira uniforme ou com a mesma intensidade. A quimio-métrica fornece uma solução estatística para a criação de uma linha de base de onde se resolve a informação espectral importante para combinar (isso é, encaixar) em uma biblioteca de calibragem modelada de forma significativa. Um contínuo do sinal combinado de interesse juntamente com as respostas adicionais de "ruído" deve ser separado de modo a detectar a razão S/N mais alta possível (sinal para ruído). Essa razão pode variar a partir de várias dezenas a vários milhares, dependendo de onde na faixa dinâmica dos comprimentos de onda o espectrômetro está configurado.

Os espectrômetros e suas possíveis combinações contidas de graduações, divisores de feixe, detectores e conexões de fibra ótica, além de

fontes de luz são preferivelmente empacotados em um alojamento de digitalização fixado a uma altura predeterminada acima da correia transportadora móvel. O alojamento descrito é disposto de modo a estar localizado de forma normal com relação ao movimento de avanço e retrocesso normal da correia e sua carga de material.

Aplicações dessa técnica são adequadas para, mas não limitadas aos materiais transportados pelos transportadores industriais tal como: pedra calcária, xisto, bauxita, minério de ferro, minério de cobre, minério de zinco, minério de chumbo, minérios metalíferos (ferrosos e não ferrosos), sílica, pedra de fosfato, potassa, argila, bentonita, produtos farmacêuticos, manganês, terras raras, materiais de refugo, giz, carvão e coque, alumina, marga, pirita, cinza muito fina, pastas de qualquer um dos acima mencionados, fertilizantes contendo fosfatos, componentes de amoníaco, potássio/potassa, minerais industriais (cerâmicas, materiais básicos de fabricação de vidro, refratários), compostos de magnésio, cobalto, níquel, titânio, cromo e tungstênio.

Em operação, a unidade de controle compara a assinatura espectral de cada digitalização com um conjunto de calibrações armazenadas representando as concentrações esperadas de padrões caracterizados previamente. Isso é feito em tempo real com a ajuda de software de computador. Como resultado disso, a característica de material do material volumoso distribuído através da correia transportadora é identificada.

Na próxima etapa, a unidade de controle coleta a informação de todos os digitalizadores para obter a distribuição geral do material dentro do material volumoso digitalizado. Elementos específicos ou seus óxidos podem, dessa forma, ser identificados quanto à presença e caracterizados quando à concentração através das intensidades de assinaturas espectrais detectadas e reconhecidas.

A unidade de controle pode compreender um ou mais algoritmos com capacidades de diagnóstico nas quais é determinado se a assinatura espectral se conforma às assinaturas espectrais armazenadas em sua base de dados que correspondem a cada material volumoso específico. Com essa

característica a unidade de controle pode ser programada para determinar se a assinatura espectral medida para um local de medição particular, cada local de medição individual, ou uma assinatura espectral que representa uma combinação de locais de medição, combina ou está dentro das tolerâncias aceitáveis para uma ou mais assinaturas espectrais armazenadas. A análise também pode incluir a determinação de se os minerais ou elementos no material volumoso são deficientes ou excessivos na quantidade ou proporção. Com base em qualquer determinação de deficiência ou excesso, a unidade de controle pode realizar o algoritmo adequado para prever a caracterização de um material a ser formado utilizando o material volumoso, tal como uma composição de processo intermediário ou final.

As capacidades de diagnóstico podem incluir adicionalmente a capacidade de determinar qual forma de ação corretiva pode ou deve ser tomada para um processo. A unidade de controle pode pesquisar uma base de dados de ações corretivas que pode ser usada para solucionar o problema. As ações corretivas podem incluir o ajuste da taxa de alimentação do material volumoso, ativação ou ajuste de uma segunda fonte que fornecerá aditivos para compensar a deficiência, ou ajuste dos parâmetros dos aparelhos de processo subsequentes, tal como uma estufa. Depois da determinação de uma ou mais ações corretivas adequadas, a unidade de controle pode exibir a ação corretiva em um dispositivo comum tal como um monitor.

Alternativamente, a unidade de controle pode ser acoplada a um ou mais aparelhos de processamento e compreende a capacidade de emitir instruções para os aparelhos. Por exemplo, a unidade de controle pode instruir um alimentador de componente básico ou correia de transferência a reduzir ou aumentar a taxa na qual o componente básico é misturado com outros componentes. A unidade de controle pode instruir uma segunda fonte de componente, tal como uma fonte aditiva, para introduzir minerais ou moléculas adicionais para corrigir a discrepância medida. A segunda fonte pode ser disposta em um ponto no processo antes de o material volumoso ser analisado ou depois de o material volumoso ser analisado. Se a segunda fonte distribuir um aditivo antes de o material volumoso ser analisado, isso

permitirá que o sistema de análise determine rapidamente se a ação corretiva foi eficiente para solucionar a deficiência. Se a segunda fonte distribuir um aditivo depois de o material volumoso ser analisado, isso permitirá que o material volumoso identificado como sendo deficiente seja corrigido evitando a produção de material deficiente.

O sistema de análise de material volumoso também pode ser integrado a posições de processo depois de os materiais volumosos serem misturados, depois de os materiais volumosos serem moídos ou misturados em uma mistura homogênea, depois de os materiais volumosos serem processados para formar uma nova composição e em pontos de processo nos quais o despejo do processo é eliminado do processo de fabricação. Como descrito acima, o analisador pode ser integrado através de um aparelho de transporte tal como uma correia transportadora e analisa o material periodicamente ou de forma contínua à medida que o material passa pelo analisador. O analisador coleta as assinaturas espectrais do material e determina se a assinatura medida se conforma às assinaturas armazenadas. No caso de o analisador determinar que não existe conformidade, o analisador pode determinar a ação corretiva adequada e exibir tal ação corretiva para um operador ou transmitir instruções para uma máquina adequada utilizada no processo para ajustar os parâmetros operacionais da máquina.

O analisador também pode ser integrado a uma posição pós-processo para fins de identificação dos materiais processados de graus ou qualidade diferentes. Em tal modalidade o analisador é posicionado sobre uma correia transportadora que transporta os materiais formados pelo processo. O analisador coleta as assinaturas espectrais do material e determina se a assinatura medida corresponde às assinaturas armazenadas de diferentes graus ou qualidade. No caso de o analisado identificar o material como possuindo um grau ou qualidade particular, o analisador pode exibir tal grau ou qualidade para um operador ou transmitir instruções para um comutador ou outro aparelho de binning que desviará ou direcionará o material identificado para uma instalação de armazenamento adequada.

Em uma modalidade ilustrativa o sistema de análise de material

volumoso ilustrativo é integrado a um processo de fabricação de cimento como ilustrado na figura 1. Os sistemas de análise monitoram o fluxo de corrente de componentes básicos distribuído a partir de alimentadores e transportado por correias transportadoras para mistura (110-112), a mistura transportada para um moedor ou moinho (120), a mistura básica transportada para uma estufa (135), a escória distribuída a partir da estufa (150), a mistura de escória e gesso transportada para um moinho (160), e a composição de cimento transportada para silos para armazenamento (175). À medida que os materiais volumosos são transportados ao longo de uma correia transportadora entre cada ponto de processo, os sistemas de análise monitoram o fluxo de corrente. No caso de um sistema de análise determinar que a assinatura espectral de um material volumoso não está em conformidade, o sistema de análise pode alertar um operador sobre tal condição e instruir um aparelho de processo, tal como o alimentador de componente básico 100-102, um controlador de correia transportadora, um moedor 125, 165, um alimentador de aditivo 155, ou uma estufa 140, a alterar seus parâmetros de processo. A fim de se garantir que a composição resultante de cimento seja mantida de acordo com as especificações, os sistemas de análise podem utilizar um algoritmo de controle que obtém a química em tempo real dos materiais volumosos independentemente e coletivamente dos resultados reportados pelo sistema de análise e fornece a informação ou emite instruções que corrigem os graus de componentes mais ou menos ricos ou pobres (de acordo com a química mineral contida) pela adição de cada material como necessário.

A Tabela 2 ilustra as precisões normalmente esperadas para o desempenho dinâmico desse processo de fabricação de cimento, que são:

	Base Seca	Precisão
	óxido	(RMSD, 1 hora)
		(%)
30	SiO ₂	0,33
	Al ₂ O ₃	0,30
	Fe ₂ O ₃	0,08

	CaO	0,32
	MgO	0,29
	K ₂ O	0,21
	Na ₂ O	0,11
5	SO ₃	0,20

TABELA 2

A Tabela 3 ilustra os fatores de conversão de óxido para elemento de uma análise elementar, para fins de relatório:

	Base Seca	Fator de conversão
10	óxido	(elementar)
	SiO ₂	2,1393
	AlO ₃	1,8895
	Fe ₂ O ₃	1,4297
	CaO	2,4973
15	MgO	1,6581
	K ₂ O	1,2046
	Na ₂ O	1,3480

TABELA 3

Durante o transporte dos materiais volumosos através de uma correia transportadora em um processo de cimento, o teor de umidade nos materiais volumosos pode exceder 5 a 8% (peso % em litro) à medida que os materiais volumosos são expostos à umidade ambiente. Durante o processamento, o teor de umidade é normalizado pela utilização de um medidor de umidade (normalmente um dispositivo de microondas de mudança de fase) que se comunica com o sistema de análise. A unidade de controle recebe os dados de umidade do medidor e aplica um fator de correção à assinatura espectral a fim de aperfeiçoar a precisão da assinatura espectral. Se for possível se garantir que a umidade não excede 4 a 5%, então um medidor de umidade pode não ser necessário e um fator de correção padrão pode ser utilizado.

A fim de se integrar o sistema de análise de material volumoso a um ambiente de processo, o sistema de análise precisa ser calibrado para o

tipo de material volumoso sendo analisado. No processo de fabricação de cimento, a faixa de calibragem precisa ser aumentada para cobrir a pedra calcária de grau baixo além de alto, visto que é importante se quantificar a presença de MgCO_3 em pedras calcárias impuras quando da mistura com graus mais altos, visto que muito MgO (excedendo 2,5%, por exemplo) é um problema de qualidade genuíno. Tal processo de fabricação de cimento exige tipicamente cinco padrões de calibragem do tipo de materiais volumosos a serem analisados em cada ponto de processo.

Ao invés de amostras de processo de cimento, diluições podem ser utilizadas para preparar uma calibragem. Isso pode ser realizado pela utilização de uma matriz de diluente neutra, tal como pedra calcária pura de concentrações conhecidas de CaO , por exemplo, para tornar a fatoração simples.

Uma faixa de amostras de calibragem deve englobar as faixas típicas ilustradas para evitar o comprometimento da capacidade do analisador em se adequar variações na curva de calibragem resultante quando materiais alternativos e (normalmente) muito variáveis são incorporados na mistura, como se esperaria em um ambiente de fábrica típico. Com o uso crescente de materiais básicos alternativos, a necessidade de análise aumenta. Se alguém poderia esperar uma largura de banda estreita nas concentrações desses óxidos chave, a necessidade de monitoramento seria leve, ao passo que um analisador calibrado para capturar as variações em uma faixa ampla (dentro de limites razoáveis, obviamente) se torna mais benéfico.

Visto que os materiais variarão em termos de densidade, medições volumétricas ou gravimétricas devem ser determinadas. Se as amostras preparadas dessa forma para essa finalidade forem isoladas contra a degradação ou deterioração (encerradas em plástico vedado, ou similar), as mesmas devem permanecer maios ou menos imutáveis. Esse tipo de informação quanto aos resultados de amostra (offline) é tipicamente fornecido de antemão pelo laboratório central local da fábrica, e os resultados são incorporados ao sistema de controle de planta (também podem ser manualmente implementados).

Os processos acima para materiais volumosos e o sistema de análise de material volumoso são benéficos visto que fornecem um sistema e método em tempo real para o monitoramento e controle dos processos de material volumoso. O sistema de análise de material volumoso é barato, exige pouca manutenção, é simples de se usar e controlar, é versátil, não perigoso e robusto. O baixo custo é atribuído ao fato de um preço para o usuário final dever ser uma fração do preço do nêutron convencional, isso é, PGNA-A, analisadores on-line, e a simplicidade de sua utilização e manutenção do sistema. Esses aspectos e benefícios se devem ao fato de apenas uma lâmpada de iluminação precisar de mudada periodicamente, eliminando, assim, a necessidade de se reter especialistas técnicos no local. O sistema de análise também oferece um sistema versátil que pode identificar um grande número de fases de elementos e minerais diferentes (polimorfos) que podem ser medidas simultaneamente de forma qualitativa e quantitativa. O sistema de análise também tem a capacidade de ser não perigoso por natureza visto que nenhuma fonte de sistema de ativação de nêutron ou raios X é utilizada para excitar o material a ser analisado.

Apesar de a invenção ter sido descrita com referência a uma disposição particular de partes, etapas, características e similares, não se deve exaurir todas as possíveis disposições, partes, etapas ou características e, na verdade, outras modificações e variações poderão ser determinadas pelos versados na técnica.

REIVINDICAÇÕES

1. Sistema para o processamento de materiais volumosos, compreendendo: pelo menos um aparelho de transporte que transporta uma corrente de materiais volumosos a partir de uma primeira posição de processo para uma segunda posição de processo; uma fonte de iluminação que projeta luz em uma superfície da corrente; e pelo menos um espectrômetro que captura a luz refletida pela corrente.

5
2. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, no qual a fonte de iluminação projeta luz branca.
3. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, no qual a fonte de iluminação projeta luz branca em uma posição fixa através da qual a superfície da corrente passa.

10
4. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, no qual o espectrômetro captura as assinaturas espectrais do material volumoso.
5. Sistema, de acordo com a reivindicação 4, no qual as assinaturas espectrais indicam a emissão, reflexo, e absorção de luz pelo material volumoso.

15
6. Sistema, de acordo com a reivindicação 4, compreendendo adicionalmente uma unidade de controle que comunica com o espectrômetro e recebe a assinatura espectral capturada pelo espectrômetro.

20
7. Sistema, de acordo com a reivindicação 6, no qual a unidade de controle analisa as medições realizadas pelo espectrômetro.
8. Sistema, de acordo com a reivindicação 7, no qual a unidade de controle pesquisa uma base de dados compreendendo as assinaturas espectrais armazenadas e compara as assinaturas espectrais medidas com as assinaturas espectrais armazenadas.

25
9. Sistema, de acordo com a reivindicação 8, no qual a unidade de controle determinar se as assinaturas espectrais medidas estão dentro de tolerâncias de fabricação aceitáveis.
10. Sistema, de acordo com a reivindicação 7, no qual a unidade de controle se comunica com um aparelho de processo ou um aparelho de transporte, cada um compreendendo pelo menos uma configuração de opera-

30

ção, e transmite instruções para o aparelho de processo ou aparelho de transporte para alterar a configuração de operação.

5 11. Sistema, de acordo com a reivindicação 10, no qual a configuração de operação controla a forma na qual um primeiro material é combinado com um segundo material.

12. Sistema, de acordo com a reivindicação 10, no qual a configuração de operação controla a taxa na qual um primeiro material ou um segundo material é distribuído.

10 13. Sistema, de acordo com a reivindicação 10, no qual a configuração de operação controla a taxa na qual um primeiro material ou um segundo material é transportado.

14. Sistema, de acordo com a reivindicação 10, no qual a configuração de operação controla se o aparelho de processo ou o aparelho de transporte está ativado.

15 15. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, no qual o sistema para o processamento de materiais volumosos compreende adicionalmente: pelo menos um distribuidor de material volumoso que distribuir uma corrente de materiais volumosos; pelo menos um aparelho de transporte que transporta a corrente de materiais volumosos distribuídos pelo distribuidor de material volumoso; e pelo menos um aparelho de processo que modifica a corrente de materiais volumosos a partir de um primeiro material para um segundo material.

20 16. Sistema, de acordo com a reivindicação 15, no qual o pelo menos um aparelho de processo mistura ou mói a corrente de materiais volumosos.

25 17. Sistema, de acordo com a reivindicação 15, no qual o pelo menos um aparelho de processo distribui um terceiro material que é combinado com a corrente de materiais volumosos.

30 18. Sistema, de acordo com a reivindicação 15, no qual o pelo menos um aparelho de processo aquece termicamente a corrente de materiais volumosos.

19. Sistema, de acordo com a reivindicação 15, no qual o pelo

menos um aparelho de transporte transporta o primeiro material para o pelo menos um aparelho de processo.

20. Sistema, de acordo com a reivindicação 19, no qual o pelo menos um espectrômetro captura a luz refletida pelo primeiro material em
5 pelo menos um aparelho de transporte.

21. Sistema, de acordo com a reivindicação 15, no qual um segundo aparelho de transporte transporta o segundo material distribuído por pelo menos um aparelho de processo.

22. Sistema, de acordo com a reivindicação 21, no qual o pelo
10 menos um espectrômetro captura luz refletida pelo segundo material no pelo menos um aparelho de transporte.

23. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, no qual o pelo menos um espectrômetro compreende um primeiro espectrômetro e um segundo espectrômetro que capturam, cada um, a luz refletida pela corrente.

24. Sistema, de acordo com a reivindicação 23, no qual a luz
15 capturada pelo primeiro espectrômetro corresponde à primeira faixa de frequência e a luz capturada pelo segundo espectrômetro corresponde a uma segunda faixa de frequência.

25. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, no qual o pelo
20 menos um aparelho é uma correia transportadora.

26. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, no qual a segunda posição de processo modifica o material volumoso a partir de um primeiro material para um segundo material.

27. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, no qual a primeira
25 posição de processo distribui o material volumoso para a correia transportadora.

28. Método de processamento de materiais volumosos, compreendendo: a corrente de pelo menos um material volumoso de uma primeira posição de processo para uma segunda posição de processo; a projeção de
30 luz em uma superfície da corrente; e a captura da luz refletida pela corrente.

29. Método, de acordo com a reivindicação 28, no qual a etapa de captura de luz refletida pela corrente é periódica.

30. Método, de acordo com a reivindicação 28, no qual a etapa de captura de luz refletida pela corrente é contínua.

31. Método, de acordo com a reivindicação 28, compreendendo adicionalmente a etapa de distribuição de pelo menos um material volumoso transportado por um aparelho de transporte antes da etapa de seqüencia-
5 mento de pelo menos um material volumoso.

32. Método, de acordo com a reivindicação 31, no qual o pelo menos um material volumoso é uma correia transportadora.

33. Método, de acordo com a reivindicação 31, no qual o pelo
10 menos um material volumoso colocado no aparelho de transporte é distribuído de maneira não uniforme no aparelho de transporte.

34. Método, de acordo com a reivindicação 31, no qual o pelo menos um material volumoso colocado no aparelho de transporte forma uma altura de leito variável.

35. Método, de acordo com a reivindicação 28, no qual o materi-
15 al volumoso compreende um tamanho de partícula não uniforme.

36. Método, de acordo com a reivindicação 28, compreendendo adicionalmente a etapa de análise da luz refletida pela corrente em busca de assinaturas espectrais do material volumoso.

37. Método, de acordo com a reivindicação 36, compreendendo
20 adicionalmente a etapa de instrução de um aparelho de processo ou um aparelho de transporte para que altere uma configuração de operação.

38. Método, de acordo com a reivindicação 37, compreendendo adicionalmente a etapa de alteração da forma na qual um primeiro material é
25 combinado com um segundo material.

39. Método, de acordo com a reivindicação 37, compreendendo adicionalmente a etapa de alteração da taxa na qual um primeiro material ou um segundo material é distribuído.

40. Método, de acordo com a reivindicação 37, compreendendo
30 adicionalmente a etapa de alteração da taxa na qual um primeiro material ou um segundo material é transportado.

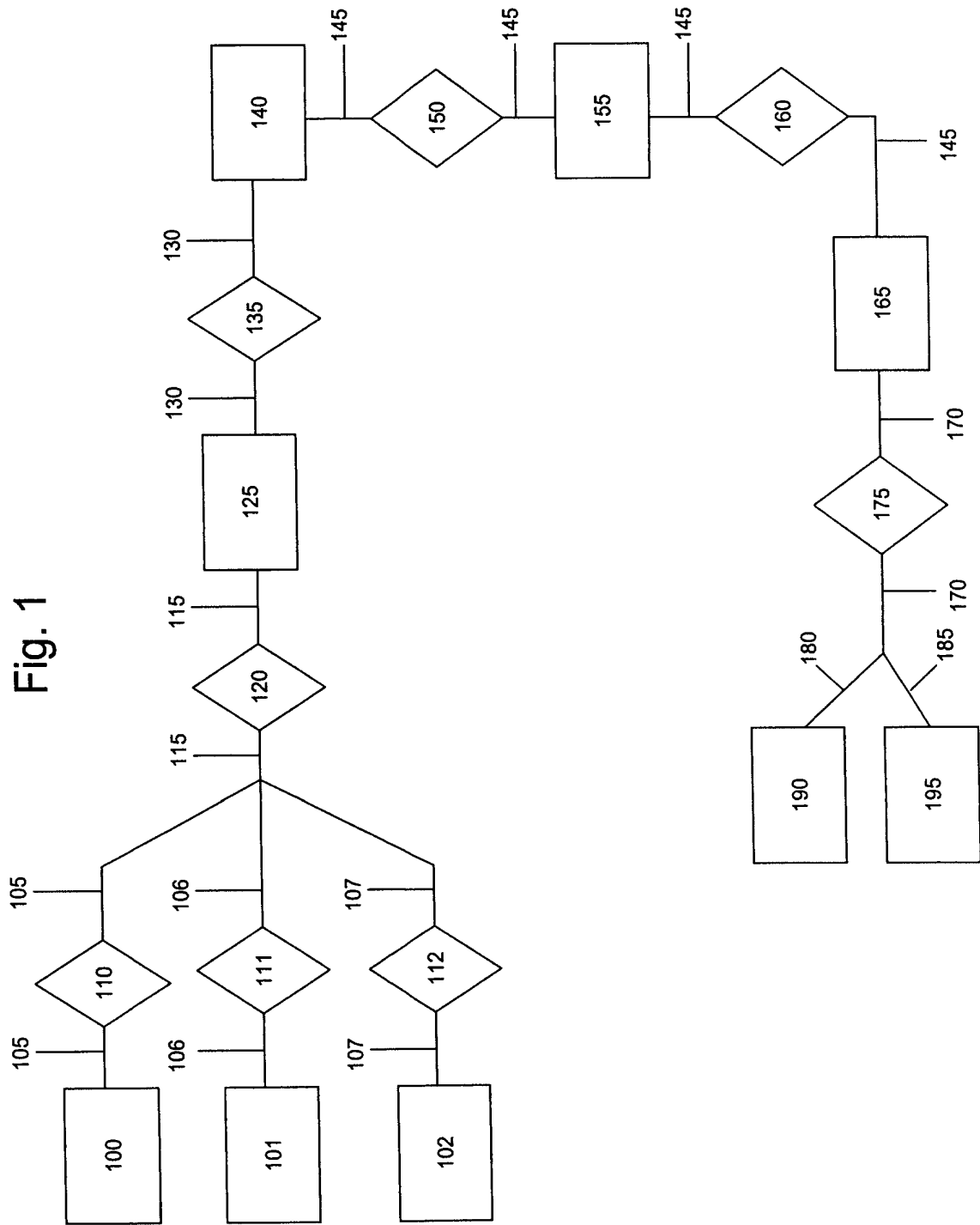
41. Método, de acordo com a reivindicação 37, compreendendo

adicionalmente a etapa de ativação ou desativação do aparelho de processo ou aparelho de transporte.

42. Método, de acordo com a reivindicação 28, no qual a segunda posição de processo modifica a corrente de pelo menos um material volumoso a partir de um primeiro material para um segundo material.

43. Método, de acordo com a reivindicação 28, no qual a primeira posição de processo modifica a corrente de pelo menos um material volumoso a partir de um primeiro material para um segundo material.

Fig. 1



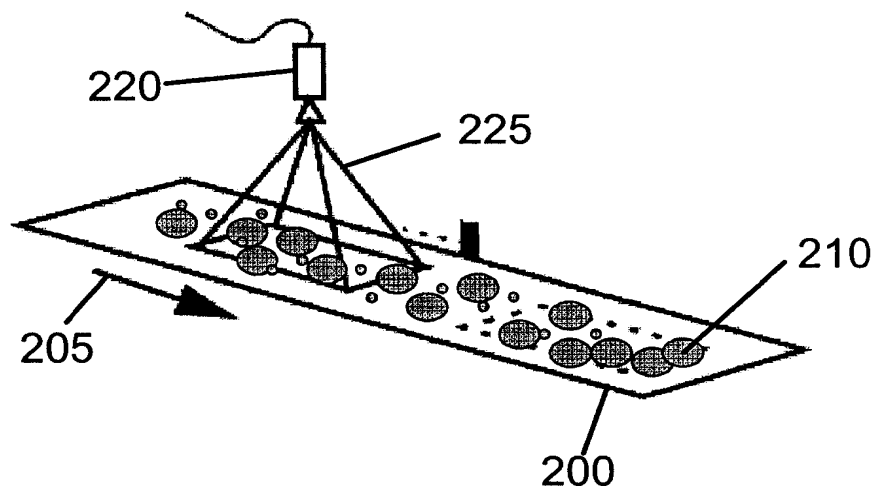


Fig. 2

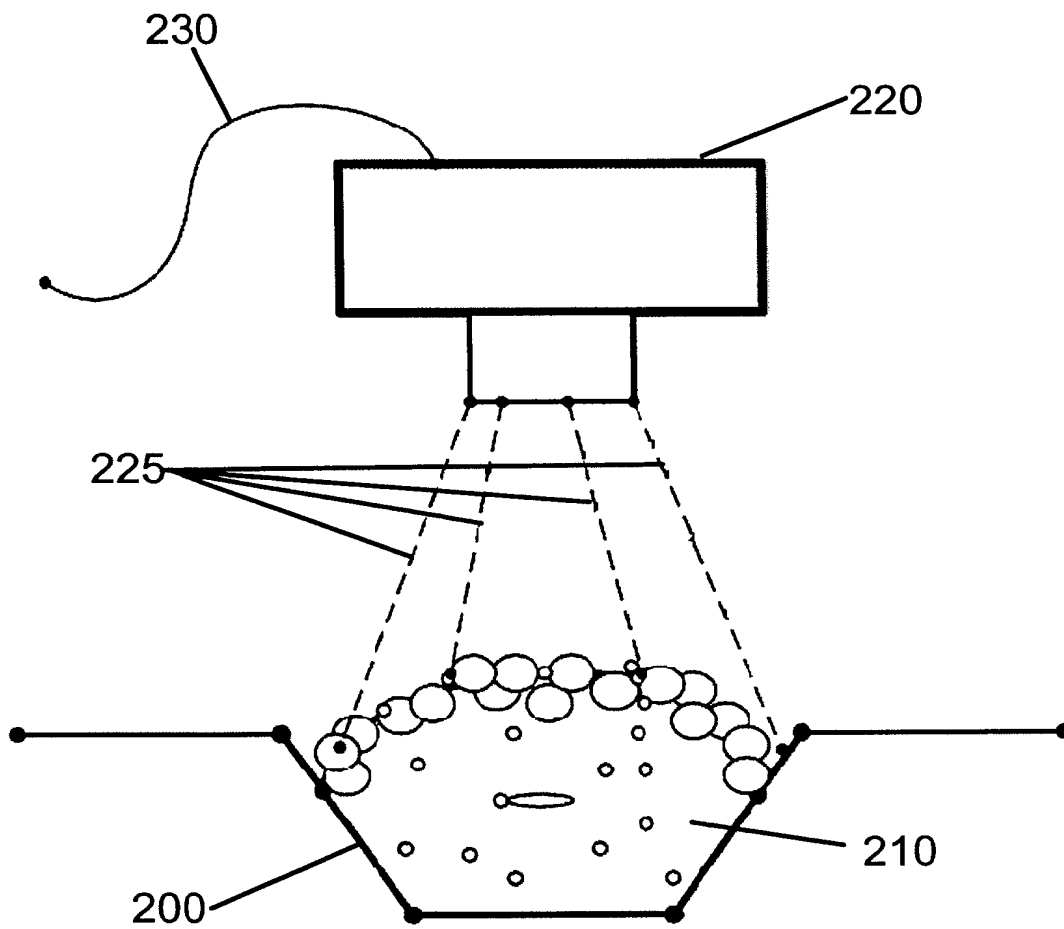


Fig. 3

RESUMO

Patente de Invenção: "**SISTEMA DE ANÁLISE DE MATERIAL VOLUMOSO NÃO PERIGOSO**".

- 5 Um sistema para o processamento de materiais volumosos, compreendendo pelo menos um aparelho de transporte que transporta uma corrente de materiais volumosos a partir de uma primeira posição de processo para uma segunda posição de processo, uma fonte de iluminação que projeta luz em uma superfície da corrente, e pelo menos um espectrômetro que captura a luz refletida, emitida ou absorvida pela corrente.