



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

**(11) PI 0912694-5 B1**

**(22) Data do Depósito:** 14/05/2009

**(45) Data de Concessão:** 10/07/2018



---

**(54) Título:** SISTEMA E PROCESSO PARA A CARACTERIZAÇÃO DE PARTÍCULAS

**(51) Int.Cl.:** G01N 33/10; G01N 21/85; G01N 1/20; G01N 15/02; G01N 15/14; B02C 25/00; B02C 4/28; B02C 4/32

**(30) Prioridade Unionista:** 14/05/2008 DE 10 2008 001 749.3

**(73) Titular(es):** BÜHLER AG.

**(72) Inventor(es):** DARIO PIERRI; MARTIN HEINE; URS DÜBENDORFER

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para  
**"SISTEMA E PROCESSO PARA A CARACTERIZAÇÃO DE PARTÍCULAS".**

[001] A presente invenção refere-se a um sistema e a um processo para a caracterização de produto moído em uma instalação de moagem, especialmente para a caracterização de partículas em uma corrente de material moído consistindo em produtos moídos de cereais em uma instalação de moagem de cereais.

[002] De maneira geral, a corrente de material moído atravessa inicialmente um estágio de limpeza onde corpos estranhos, impurezas e produto moído de má qualidade como, por exemplo, grãos fragmentados ou grãos infestados são removidos por processos de separação, ou seja, classificação mecânicos, aerodinâmicos e/ou ópticos do produto moído a ser limpo. Para tanto, terá de ser encontrado um compromisso entre a pureza e o rendimento do material moído limpo. Os crivos e os parâmetros dos crivos, correntes de ar e/ou critérios de separação ópticos serão regulados de tal maneira que na limpeza seja removida a menor quantidade possível de produto moído "bom", sendo logrado, mesmo assim, uma qualidade suficiente do produto moído limpo. Portanto, se deseja que o material para moagem admitido no processo seja submetido a uma caracterização depois de limpo e/ou abrangendo um material removível nesta limpeza. Ao se encontrar produto moído demasiadamente grande de boa qualidade na corrente de material moído removida, ou se a qualidade do produto moído for acima da especificação, será reduzida a intensidade da separação e de modo correspondentemente inverso, ocorre o procedimento no caso de qualidade de produto de moagem demasiadamente reduzida após a limpeza. A partir da caracterização do material moído e produzido poderá ser avaliada a sua qualidade, sendo preparado um prognóstico a fim de selecionar bons cortes de separação.

[003] Na moagem de material granulado como, por exemplo, trigo, em uma máquina fragmentadora, por exemplo, em um moinho de cilindros, o material granulado será fragmentado entre os cilindros e um par de cilindros. Para obter farinha de determinada finura e composição de substância, o produto moído precisa normalmente ser conduzido várias vezes por uma passagem deste tipo, sendo que neste ínterim são transmitidos também aglomerados rompidos pela dissolução por choque, bem como classificações por coletores por vento e crivos são realizados. Desta maneira, farinhas podem ser obtidas com vários graus de finura, ou seja, de grau de moagem diferente.

[004] A ação da moagem de uma passagem depende de modo preponderante da distância da fenda entre os dois cilindros e um par de cilindros, das rotações e da relação das rotações dos cilindros. Existem, todavia, também outros parâmetros operacionais para a estrutura de cilindros ou propriedade da estrutura de cilindros como, por exemplo, a geometria e o desgaste da superfície de cilindros que influenciam a ação da moagem em uma passagem produto. Portanto, é desejável obter uma caracterização do produto moído que é obtido após uma determinada passagem do material. Quando nesse processo se apresentar um desvio do produto moído de uma característica teórica do produto moído, partindo deste desvio, poderá ser realizada uma correção da distância da fenda, da relação das rotações ou eventualmente de outros parâmetros operacionais da estrutura de cilindros, a fim de tornar a compensar o mais rápido possível o referido desvio. Em caráter adicional, todavia, também poderá ser reconhecida a necessidade da manutenção de um componente de uma estrutura de cilindros, quando, por exemplo, a característica teórica não mais puder ser alcançada de uma maneira ideal em virtude de um cilindro muito gasto.

[005] No documento WO 2006/116882 A1 descreve um sistema e

um processo para a caracterização de uma corrente de partículas, sendo que a forma, as dimensões ou o comportamento da movimentação das diferentes partículas são registrados. Especialmente será ali obtida informação visual da corrente de produto moído, com o que será determinada a distribuição do tamanho das partículas da corrente de produto moído. Esta distribuição do tamanho das partículas poderá depois ser utilizada para controlar ou regular a estrutura de cilindros.

[006] A invenção tem como objetivo oferecer um sistema e um processo que possibilita uma caracterização ainda mais ampla e com maior grau de acerto de uma corrente de produto moído em uma instalação de moagem, sendo que especialmente deve ser viabilizada uma caracterização bem definida de partículas em uma corrente de material moído, constituído de grãos integrais de cereais, produtos intermediários da moagem de cereais e produtos finais de grãos em uma instalação de moagem de grãos.

[007] Esta tarefa será solucionada pelo sistema e pelo processo de acordo com as reivindicações independentes.

[008] O sistema de acordo com a presente invenção para a caracterização de produto moído em uma instalação de moagem possui (1) segmento de irradiação para a passagem de ao menos uma parcela da corrente de material moído e com um meio de irradiação das partículas em ao menos uma parcela da corrente de produto moído com radiação eletromagnética e (2) um segmento de registro para a passagem de ao menos uma parcela da corrente de produto moído e com um meio de registro de radiação eletromagnética da parcela de corrente de material moído que atravessou o segmento de irradiação. De acordo com a presente invenção, o meio de registro contém um sistema de formação de imagem e um sensor de imagens coloridas a fim de reproduzir a radiação eletromagnética refletida ou irradiada no sensor da imagem colorida, sendo que o sensor da imagem colorida apre-

senta elementos de imagens sensoriais para o registro espectral seletivo da radiação eletromagnética que se formou nas imagens sensoriais.

[009] Isto possibilita o emprego de "informação colorida" para a caracterização das partículas da corrente de produto moído, sendo que as partículas, por meio da radiação eletromagnética por eles irradiada, serão depois registradas em um sensor de elemento de imagem de forma espectral e seletiva. A expressão "informação colorida" deverá, no contexto da presente invenção, se referir não apenas a cor em um sentido mais restrito, mas também a informação espectral, além do espectro visível, especialmente na faixa de ultravioleta e na faixa de infravermelho.

[0010] Para a caracterização por meio da distribuição de tamanhos de partículas, torna-se assim possível de ser precisamente especificado através de outra dimensão da caracterização com base na informação colorida. Isto é especialmente vantajoso na avaliação do resultado da moagem de cereais, porque os segmentos fragmentados oriundos de diferentes regiões de um grão de cereal possuem cores divergentes, isto é, sobre a irradiação incidente de determinada radiação eletromagnética (IR luz visível, UV) apresenta um comportamento de irradiação reflexiva variável. Assim, por exemplo, fragmentos de grãos de cereais, ou seja, produtos moídos resultantes do endosperma são mais claros, e até mesmo brancos e até amarelados, e partes da semente do grão de cereal apresentam uma tendência mais para o amarelo até o verde, ao passo que as peças fragmentadas de grãos de cereal, oriundas da região da casca, apresentam coloração escura e até mesmo marrom.

[0011] Na moagem de trigo deseja-se, por exemplo, evitar frequentemente que todo o grão de trigo seja fragmentado aleatoriamente até partículas pequenas que consistem apenas no endosperma dos

fragmentos das cascas ou são partículas mistas entre endosperma/fragmentos de casca. Pelo contrário, estão sendo feitos esforços para lograr uma fragmentação seletiva do grão de trigo ou de um outro grão de cereal de maneira que as partículas puras de endosperma sejam preponderantemente, ou seja, em média, pequenos, possuindo aproximadamente um formato de "esfera" ou "formato de blocos", sendo que as parcelas da casca são preponderantemente, ou seja, na média, grandes e apresentam aproximadamente um "formato de uma plaqueta". Uma fragmentação de tal modo seletiva facilita o fracionamento do produto moído em uma etapa subsequente de fracionamento, com o que todo o processo da moagem poderá ser conformado de uma maneira mais eficiente, isto é, a fragmentação e em seguida, uma classificação / fracionamento mais simples, não apenas de acordo com o tamanho, mas também de acordo com a forma dos segmentos fragmentados de trigo. Isto possibilita não apenas a produção de produtos finais diferentes como farelo, sêmola, farinha ou sementes, mas também variações na composição do produto final, por exemplo, com relação ao teor de fibras de substâncias minerais e proteínas e/ou gorduras.

[0012] Pelo emprego, de acordo com a presente invenção, de informações sobre o tamanho de partículas e informações coloridas sobre as partículas torna-se possível avaliar de maneira mais eficiente a seletividade do processo de fragmentação e/ou de separação, do que ocorre no emprego apenas da informação sobre o tamanho das partículas.

[0013] Para o exemplo já mencionado da fragmentação de trigo isto significa que no caso de maior seletividade no processo de fragmentação, praticamente estarão presentes apenas partículas de endosperma puras e partes de cascas com endosperma aderente apenas em reduzida extensão, enquanto que na menor seletividade inci-

dem muitas partículas mescladas de endosperma/cascas e apenas poucas partículas puras de endosperma e poucas parcelas de casca com apenas reduzida quantidade de endosperma aderente.

[0014] Baseado na presente invenção, a fragmentação de trigo a alta seletividade será confirmada quando no espectro do tamanho das partículas, as partículas pequenas apresentam uma coloração clara, ou seja, branca até amarelada (fração de endosperma) ao passo que as partículas grandes são escuras, ou seja, apresentam uma tonalidade cinzenta até marrom (partes de casca).

[0015] Por meio da informação colorida, com o processamento de imagem poderá se chegar a conclusões quanto à composição quantitativa das partículas. Esta informação colorida poderá ser associada com a informação do tamanho das partículas, com o que podem ser obtidas informações sobre a distribuição de tamanho de partículas de meras partes de casca (escuro, ou seja, acinzentado até marrom), distribuição de tamanho de partículas de peças mescladas com determinadas parcelas de componentes, bem como distribuição de tamanho de partículas de parcelas puras de endosperma. Esta informação associada representa uma combinação da informação colorida e da informação de tamanho de partículas e poderá ser aproveitado para o controle e/ou para a regulação do processo. Caso aumente, por exemplo, a parcela dos componentes mesclados ou se ocorrer uma redução no tamanho das partículas de cascas, então a causa poderá ser representada pela largura da fenda da moagem, uma umidade alterada do cereal ou uma superfície desgasta do próprio cilindro. Pela avaliação de dados da medição memorizados no passado e sua avaliação relativamente à ação conjugada da informação colorida de partículas e do tamanho de partículas, a causa das falhas poderá ser bem restringida. Também é possível associar outras propriedades das partículas como, por exemplo, conteúdo da superfície de partículas, pro-

priedades do contorno de partículas, fatores e forma de partículas e velocidades de partículas, com a informação colorida, a fim de poder fazer indicações detalhadas sobre o produto e sobre o estado operacional de uma máquina ou de uma instalação. O sensor de imagem colorida também poderá ser usado em combinação com outros processos medidores como NIR, MIR ou medição IR, ou medição UV ou com um processo de medição indutivo e/ou capacitivo.

[0016] De preferência, no lado da saída de material transportado, desde o segmento de irradiação, está previsto um segmento de desaglomeração para desaglomerar aglomerados de produtos moídos na corrente de material moído. Evita-se desta maneira que os aglomerados constituídos de várias partículas de produtos moído erroneamente sejam registrados como partículas de produto moído de grande dimensão, sendo assim identificados. De preferência, as partículas no segmento de desaglomeração serão aceleradas em uma corrente de ar e serão individualizadas pelas forças de cisalhamento de fluxo mecânicas então produzidas. De uma maneira ideal, serão alimentados produtos intermediários e produtos finais de cereal para o segmento de captação com velocidade de  $> 10$  de grãos integrais de cereal com 1-10 m/s.

[0017] O segmento de registro ou de captação poderá estar previsto na direção da corrente de material moído a jusante do segmento de irradiação. Isto será especialmente vantajoso quando se verificar uma diferença marcante do espectro irradiado pelas partículas, somente com um determinado retardo, após a irradiação das partículas com um espectro pré-determinado ou a frequência pré-determinada (por exemplo, comprimento de ondas). Assim, por exemplo, as partes escuras das cascas, após a irradiação com a luz visível apresentam uma tendência mais intensa da irradiação em IR do que as partículas claras do endosperma.



[0018] O segmento de registro e o segmento de irradiação podem também estar previstos na direção da corrente de produto moído no mesmo ponto. Isto viabiliza uma forma de construção compacta do dispositivo de acordo com a invenção.

[0019] De preferência, o segmento de captação apresenta duas paredes opostas dentre as quais é formada uma fenda pela qual pode ser atravessada ao menos uma parcela de produto de moagem, sendo que as duas paredes opostas preferencialmente são superfícies planas dispostas em sentido recíproco paralelo. De preferência, o meio de captação está voltado para a fenda.

[0020] Convenientemente, as paredes opostas do segmento de captação são permeáveis para a radiação eletromagnética que pode ser registrada pelo sensor de imagens coloridas. Desta maneira, o sensor de imagem colorida poderá seletivamente estar disposto em cada lado da fenda, atrás de uma das paredes. Em caráter adicional, na aplicação de uma unidade de irradiação em ambos os lados da fenda do segmento de captação poderá ser providenciada uma combinação de uma iluminação de luz refletida e de luz transmitida, combinando assim as vantagens dos dois métodos de iluminação. No caso, preferencialmente será realizada uma irradiação telecêntrica do produto moído na luz transmitida do contorno da sombra e também de partículas pequenas de produto moído, sendo precisamente reproduzidos no sensor de imagem colorida, enquanto que com a luz refletida em sentido oblíquo, em um ângulo preferencialmente no mínimo de 45° para a perpendicular, a correspondente informação colorida das partículas será detectada. Deste modo, em comparação com a iluminação de luz puramente refletida, poderão ser detectados contornos mais nítidos, porém ao contrário de uma iluminação de luz puramente transmitida, informações de cores podem mesmo assim ser detectadas.

[0021] De preferência, das duas paredes opostas do segmento de

captação, a primeira parede é permeável a uma radiação eletromagnética e pode ser registrada pelo sensor de imagem colorida, enquanto que a segunda parede é impermeável à radiação eletromagnética que pode ser captado pelo sensor de imagem colorida, sendo de absorção mais intensa do que as partículas de produto moído. Nesta disposição, o sensor de imagem colorida estará disposto em um lado da fenda, distante da fenda, na parede permeável, e uma fonte para a radiação eletromagnética, especialmente uma fonte luminosa para a radiação eletromagnética que pode ser detectada pelo sensor de imagem colorida, estará disposta no mesmo lado da fenda, à distância da fenda, junto da parede permeável. Desta maneira, o produto moído transportado através da fenda, representando pelo ensaio do produto moído irradiado e a luz difusa, ou seja, a reflexão das partículas do material de ensaio alcança o campo visual do sensor da imagem colorida. Preferencialmente, nesta disposição, será utilizada uma objetiva telecêntrica com iluminação refletida telecêntrica a fim de poder registrar nas medidas precisas partículas de produto moído em toda a gama da nitidez de profundidade.

[0022] Convenientemente, o meio de registro estará disposto em um lado da fenda, distante da fenda, na parede permeável, e o meio de irradiação este montado no mesmo lado da fenda, à distância da fenda na parede permeável, de maneira que as partículas da corrente de produto moído transportadas através da fenda são irradiadas.

[0023] De preferência, a superfície do lado da fenda da segunda parede possui uma absorção mais intensa da radiação eletromagnética emitida pelo meio de irradiação do que a superfície das partículas da corrente de produto moído. É assegurado desta maneira que entre as partículas refletidas no produto moído, que se movimentam diante da superfície do lado da fenda e da irradiação refletida pela parede, existe suficiente contraste de maneira que possa ser realizado um re-

gistro sem esforço das partículas de produto moído ilustradas e é facilitado essencialmente o processamento de imagem subsequente. Isto economiza processos de filtragem complexos e demorados no processamento da imagem.

[0024] Para as duas paredes opostas pode estar previsto um dispositivo de limpeza para cada qual, com a qual as duas paredes opostas podem ser libertas de partículas de produto moído nela aderentes. O dispositivo de limpeza pode se tratar de uma fonte vibratória, especialmente uma fonte de ultras-som, que está rigidamente unida com as duas paredes opostas, a fim de poder gerar a vibração nas duas paredes. Isto faz com que não sejam registrados na imagem partículas de produto moído paradas em grandes quantidades, isto é, aderentes em uma ou outra parede, evitando-se assim a sua reprodução no sensor de imagem colorida. A distribuição de tamanho de partículas aderentes nas paredes, partículas estas de produto moído, normalmente é diferente do que aquela das partículas conduzidas na corrente do produto moído. Caso se quisesse no registro e processamento da informação de imagem de corrente de produto moído, abrir mão de uma diferenciação entre partículas de produto moído paradas e movimentadas, deveria, portanto, ser realizada regularmente uma limpeza de parede desta natureza, a fim de remover as partículas aderentes nas paredes "por vibração". Como dispositivo de limpeza é considerada uma fonte vibratória, essencialmente uma fonte de ultrassom, com o qual o meio gasoso pode ser posto em vibração entre as duas paredes opostas.

[0025] Preferencialmente, o segmento da irradiação e o segmento da captação estão dispostos à jusante de uma unidade de fragmentação e/ou à jusante de uma unidade de fracionamento da instalação de moagem, sendo que a unidade de fragmentação especialmente é representada por um moinho de cilindros. Preferencialmente, nesta hipótese, estará previsto um primeiro segmento de irradiação e de capta-

ção na região da primeira extremidade axial do moinho de cilindros, bem como um segundo segmento de irradiação e de captação estará previsto na região entre a segunda extremidade axial do cilindro de moagem. Desta maneira, a informação sobre o grau da moagem como função da posição axial ao longo do par de cilindros poderá ser obtida. Na hipótese de características de produto moído assimétrica ao longo do par de cilindros ou especialmente entre a região terminal esquerda e direita da passagem de cilindros, pode se fazer conclusões sobre um alinhamento errado dos cilindros do par de cilindros ou pode-se agir de forma corretiva.

[0026] De preferência, o sistema possui um sistema de processamento de imagem para o processamento de imagens oriundas do sensor de imagens coloridas. Este sistema de processamento de imagens apresenta preferencialmente meio a fim de que no caso das partículas de produto moído (especialmente no modo de reflexão ou no modo transmitido) e registradas entre as partículas de produto moído movidas e as partículas de produto moído aderentes nas paredes possa ser feita uma diferenciação. Para tanto, por exemplo, através da dupla captação de uma partícula em uma ou em duas imagens subsequentes, poderá ser determinada a sua velocidade. Alternativamente, também através da análise, ao menos das duas últimas imagens, poderão ser reconhecidas partículas inativas. Então, as partículas do produto moídas inativas e aderentes na parede poderão ficar sem serem avaliadas no processamento da imagem, de maneira que apenas as partículas movimentadas de produto moído serão utilizadas para os fins da avaliação. Desta maneira, será evitada uma falsificação da distribuição do tamanho das partículas do produto moído.

[0027] Vantajosamente, se verifica antes e/ou durante o transporte de ao menos uma parcela da corrente de produto moído pelo segmento de captação, uma desaglomeração de aglomerados de produto mo-

ido na corrente de produto moído. De preferência, durante e/ou após a passagem de ao menos uma parcela da corrente de produto moído pelo segmento de captação, se verifica o processamento das imagens mostradas no sensor de imagem colorida. A irradiação das partículas, a captação da irradiação que se processa a partir das partículas, bem como o processamento das imagens reproduzidas no sensor de imagens coloridas poder-se-á verificar de maneira contínua, sendo que especialmente a irradiação das partículas à semelhança de um estroboscópio pode ser realizada por uma série de flash.

[0028] Para viabilizar um processamento contínuo das imagens produzidas no sensor de imagens coloridas, o sistema dispõe de uma maneira ideal de um computador especialmente integrado como, por exemplo, um DSP (processador de sinal digital) e/ou um FPGA (conjunto de bordas programáveis no campo) para também poder processar taxas de imagens mais elevadas, preferencial de > 15 imagens por segundo. O computador reduz o volume de dados captado pelo sensor de imagens coloridas e os classifica relativamente nas propriedades medidas de partículas como, por exemplo, parcelas de cores de partículas, tamanho de partículas, contorno de partículas, formato de partículas, e/ou velocidade de partículas em histogramas que reproduzem as informações estatísticas relevantes. Essas informações serão depois preferencialmente acumuladas através de tempos de medição de um segundo até cinco minutos para depois serem transferidos para um conjunto para um controle de processo, comando ou regulação, ou seja, para uma memória de dados.

[0029] As imagens produzidas no sensor de imagens coloridas de ao menos uma parcela da corrente de produto moído poderão ser usadas para a regulação da instalação de moagem, especialmente para a regulação de uma unidade de fragmentação e/ou de uma unidade de fracionamento da instalação de moagem.

[0030] A invenção viabiliza, em aditamento ao tamanho de partículas, formato de partículas e eventualmente outras propriedades como velocidade de partículas, diferenciar essas diferenças de cores das partículas de diferentes tipos, a partir dos componentes principais do grão de trigo. Desta maneira, torna-se possível para os componentes principais de cores diversas do grão de trigo (endosperma, casca, semente) determinar a respectiva distribuição de tamanho de partículas específico de acordo com as cores. Desta maneira, recebe-se uma visão bem incidente sobre o resultado da fragmentação e do fracionamento de um passo de fragmentação, ou seja, de fracionamento em um processo de moagem, de maneira que é possível otimizar o processo da moagem online e regular o estado operacional ótimo para diferentes matérias primas e condições ambientais.

[0031] Pelo emprego de dois ou mais meios de registro por segmento de irradiação, poderá ser consideravelmente reduzido o tempo para o alcance de uma estatística de tamanhos de partícula, suficientemente precisa. Os meios de registro, no caso, possuem recortes de imagem de tamanho variável. No caso, o meio de irradiação poderá ser aproveitado para um ou vários meios de captação.

[0032] Em seguida, a invenção será explicitada com base em figuras esquemáticas, sem que o objetivo da invenção esteja limitado às formas de realização ali mostradas.

[0033] Figura 1 – Grão de trigo e corpos estranhos em apresentação esquemática,

[0034] Figura 2 – Produto de moagem, esquemático

[0035] Figura 3 – Sistema de acordo com a invenção, esquemático.

[0036] A figura 1 apresenta um grão integral de trigo 1, bem como um grão fragmentado de trigo 2, um grão de trigo 3 infestado e corpos estranhos 4. Parcelas de cascas do grão de trigo são mais escuras

(acinzentadas até marrons), ao passo que o endosperma apresenta mais uma coloração clara (branca até amarelada), o que é indicado na aresta da fragmentação do grão fragmentado de trigo 2. Infestações do grão apresentam uma tendência mais para cor escura.

[0037] A figura 2 apresenta esquematicamente os típicos produtos de fragmentação que são obtidos na moagem de um grão de trigo. Uma mera parte de casca 4, bem como parte de casca com endosperma ainda aderente e eventualmente ainda na semente 7. Os produtos de moagem preferidos são partículas de endosperma 6 de formação esférica ou de componentes pequenos.

[0038] A figura 3 apresenta esquematicamente uma forma de realização do sistema de acordo com a invenção para a caracterização de partículas em uma corrente de produto moído, constituído de produtos de moagem de cereais em uma instalação de moagem de cereais. Neste exemplo de execução, tanto o segmento da irradiação como o segmento da captação estão dispostos na mesma altura da fenda, pela qual é conduzida a corrente de produto moído. Nos diferentes produtos de moagem (4, 5, 6) passam por uma fenda e serão irradiados através de uma unidade de irradiação 8 com uma radiação eletromagnética (aqui luz transmitida). Os produtos de moagem assim irradiados (4, 5, 6) irradiam por sua vez novamente de radiação eletromagnética, que através de uma lente ou de um sistema de lentes 11 será conduzido para um sensor de imagem colorida 10 e faz a sua captação. É especialmente preferida uma combinação de luz transmitida (produzida por meio da unidade de irradiação 8) e luz refletida que está alinhado em um ângulo pontiagudo em relação à corrente de produto moído, o que é ilustrado pela unidade de iluminação 9.

## REIVINDICAÇÕES

1. Sistema para a caracterização de partículas (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7) em uma corrente de produto moído composto de produtos de moagem de cereais em uma instalação de moagem de cereais, o sistema contendo:

- um segmento de irradiação (8, 9) para a passagem de ao menos uma parcela da corrente de produto moído, sendo que o segmento de irradiação (8, 9) apresenta ao menos um meio de irradiação para irradiar partículas (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7) em, ao menos, uma parcela da corrente de produto moído utilizando radiação eletromagnética; e

- um segmento de captação para a passagem de ao menos uma parcela da corrente de produto moído, sendo que o segmento de captação apresenta, ao menos, um meio de captação (10, 11) para detectar radiação eletromagnética emitida por partículas (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7) da parcela de corrente de produto moído, transportada através do segmento de irradiação (8, 9);

sendo que o meio de captação (10, 11) possui um sistema de imagens (11) e um sensor de imagem colorida (10), configurado de tal maneira que as partículas (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7) possam ser visualizadas no sensor de imagem colorida (10) utilizando a radiação eletromagnética por eles emitida, sendo que o sensor de imagem colorida (10) possui pixels sensoriais para a captação espectral seletiva da radiação eletromagnética reproduzida nos pixels sensoriais,

caracterizado pelo fato de que o segmento de captação compreende ao menos um meio luminoso ou uma combinação de meios luminosos que é configurado e disposto de modo que as partículas (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7) possam ser detectadas com uma combinação de luz transmitida e luz refletida, sendo que a luz refletida está alinhada particularmente em um ângulo agudo para com a corrente de produto moído,



em que a caracterização inclui uma caracterização em termos de tamanhos de partículas e em que o sistema compreende uma unidade de computação, com o qual as informações de imagens podem ser continuamente avaliadas e as informações das partículas individuais ou estatísticas obtidas podem ser transmitidas para um aparelho de monitoramento de máquina ou processo, controlador, regulador e/ou para uma memória de dados.

2. Sistema de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o segmento de captação apresenta duas paredes opostas entre as quais é formada uma fenda que pode ser atravessada por, ao menos, uma parte da corrente de produto moído.

3. Sistema de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que o meio de captação (10, 11) está posicionado na fenda.

4. Sistema de acordo com a reivindicação 2 ou 3, caracterizado pelo fato de que as paredes opostas do segmento de captação são permeáveis para radiação eletromagnética que pode ser captada por um sensor de imagem colorida (10).

5. Sistema de acordo com qualquer uma das reivindicações 2 a 4, caracterizado pelo fato de que das duas paredes opostas no segmento de captação, a primeira parede é permeável para a radiação eletromagnética que pode ser captada pelo sensor de imagem colorida (10), e a segunda parede é impermeável para a radiação eletromagnética que pode ser captada pelo sensor de imagem colorida (10), atuando de modo mais intenso na absorção do que as partículas (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7).

6. Sistema de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que o meio de captação (10, 11) está disposto em um lado da fenda a distância da fenda, na parede impermeável e o meio de irradiação está disposto no mesmo lado da fenda, distante da fenda, na

parede permeável, de maneira que as partículas (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7) do produto moído transportadas pela fenda são submetidas à irradiação.

7. Sistema de acordo com a reivindicação 5 ou 6, caracterizado pelo fato de que a superfície do lado da fenda da segunda parede apresenta uma absorção mais intensa da radiação eletromagnética emitida pelo meio de irradiação do que a superfície das partículas (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7) da corrente de produto moído.

8. Sistema de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, caracterizado pelo fato de que o segmento de irradiação (8, 9) e o segmento de captação estão dispostos à jusante de uma unidade de fragmentação e/ou a jusante de uma unidade de fracionamento e/ou a jusante de uma unidade de limpeza da instalação de moagem.

9. Sistema de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que a unidade de fragmentação é um moinho de cilindros.

10. Sistema de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que um primeiro segmento de irradiação e de captação está previsto na região da primeira extremidade axial dos moinhos de cilindros, bem como um segundo segmento de irradiação e de captação está previsto na região da segunda extremidade axial do moinho de cilindros.

11. Sistema de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 10, caracterizado pelo fato de que a unidade de computação é uma unidade de computação integrada.

12. Sistema de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 11, caracterizado pelo fato de que as informações das partículas individuais ou estatísticas obtidas podem ser transmitidas em intervalos de tempo definidos para um aparelho de monitoramento de máquina ou processo, controlador, regulador e/ou para uma memória de dados.

13. Sistema de acordo com qualquer uma das reivindica-

ções 1 a 12, caracterizado pelo fato de que o segmento de captação compreende ao menos um meio luminoso ou uma combinação de meios luminosos, que é configurado e disposto de modo que as partículas (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7) possam ser captadas com luz refletida.

14. Sistema de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de que o meio luminoso ou a combinação de meios luminosos é configurada e disposta de modo que as partículas (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7) possam ser detectadas com luz refletida telecêntrica.

15. Processo para a caracterização de partículas (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7) em uma corrente de produto moído, constituído de produtos moídos de cereais em uma instalação de moagem de cereais, sendo que o processo apresenta os seguintes passos:

- passagem de ao menos uma parcela do produto moído através de um segmento de irradiação (8, 9) e irradiação das partículas (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7) em ao menos uma parte da corrente de produto moído com radiação eletromagnética; e

- passagem de ao menos uma parte da corrente de produto moído no segmento de captação e captação eletromagnética que é irradiada ou refletida pelas partículas (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7) da parte da corrente de produto moído que é transportada através do segmento de irradiação (8, 9);

sendo que as partículas (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7) são representadas como imagens em um sensor de imagens coloridas (10) por meio da radiação eletromagnética por elas emitidas, em que o sensor de imagem colorida capta de modo espectral seletivo a radiação eletromagnética nos seus elementos de imagens sensoriais,

caracterizado pelo fato de que as partículas (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7) são registradas com uma combinação de luz transmitida e luz refletida,

em que a caracterização inclui uma caracterização em ter-

mos de tamanhos de partículas e em que o sistema compreende uma unidade de computação, com o qual as informações de imagens podem ser continuamente avaliadas e as informações das partículas individuais ou estatísticas obtidas podem ser transmitidas para um aparelho de monitoramento de máquina ou processo, controlador, regulador e/ou para uma memória de dados.

16. Processo de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato de que as imagens produzidas no sensor de imagens coloridas (10) de ao menos uma parcela da corrente de produto moído são utilizadas para comando ou regulação da instalação de moagem.

17. Processo de acordo com a reivindicação 16, caracterizado pelo fato de que as imagens reproduzidas no sensor de imagens coloridas (10) de ao menos uma parcela da corrente de produto moído são usadas para a regulação de uma unidade de fragmentação e/ou de uma unidade de fracionamento da instalação de moagem.

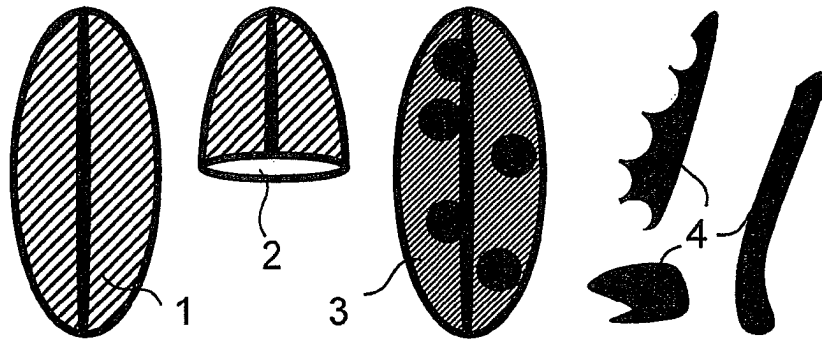


Fig. 1

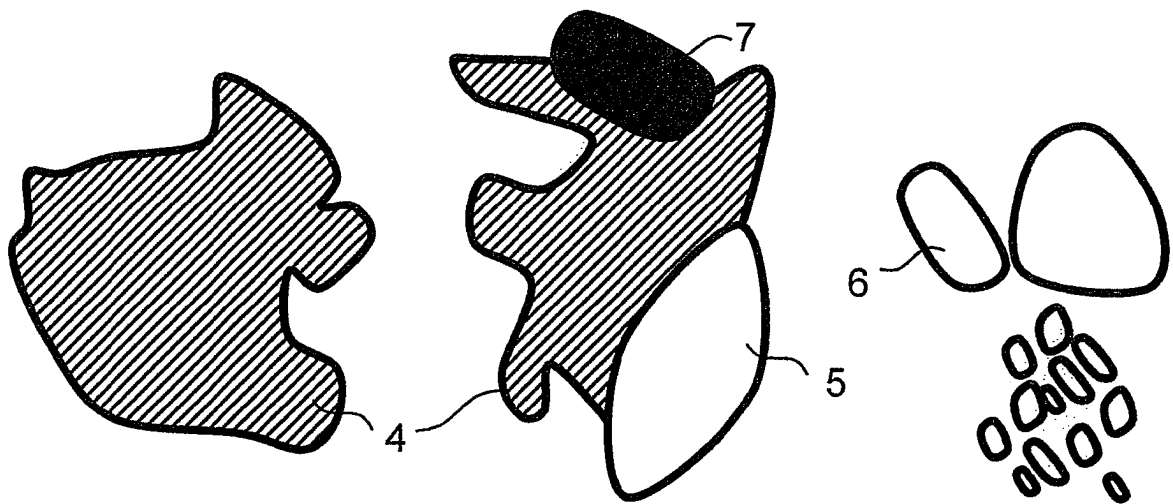


Fig. 2

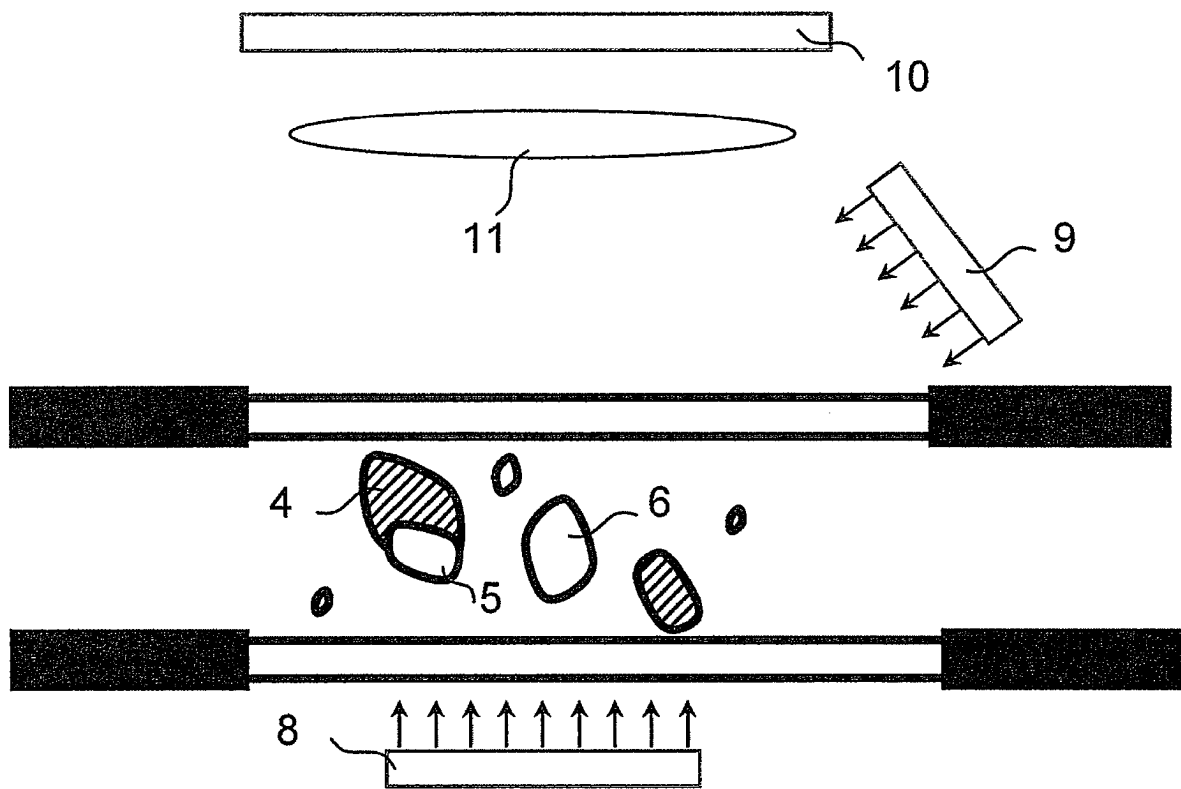


Fig. 3