



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

(21) BR 10 2012 027129-0 A2

(22) Data de Depósito: 23/10/2012

(43) Data da Publicação: 05/08/2014

(RPI 2274)



(51) Int.Cl.:

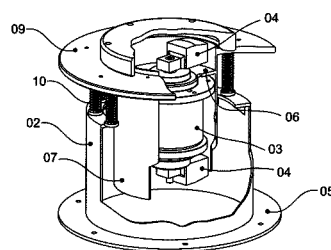
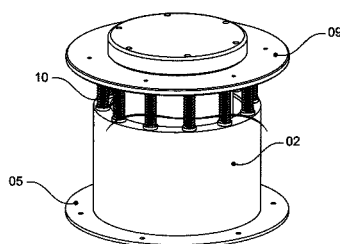
B02C 19/16

(54) Título: MOINHO VIBRATÓRIO PARA PROCESSAR MATERIAIS CERÂMICOS

(73) Titular(es): UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - USP

(72) Inventor(es): BENEDITO DE MORAES PURQUERIO,
CARLOS ALBERTO FORTULAN

(57) Resumo: MOINHO VIBRATÓRIO PARA PROCESSAR MATERIAIS CERÂMICOS A invenção compreende um moinho vibratório de pequeno porte para processar materiais cerâmicos, que o caracteriza como uma minimáquina de processamento de materiais. Pode processar (moer) simultaneamente diferentes materiais em quantidades variadas, utilizando tipos iguais ou diferentes de jarros (recipientes que contém o material a ser moído, bem como os elementos de moagem e os fluidos auxiliares na moagem). O moinho vibratório é constituído de duas partes separadas por molas helicoidais para suspensão; uma parte é estacionária e a outra é suspensa por uma série de molas helicoidais que as mantêm separadas. Quando em operação, a parte estacionária fica, portanto parada e a parte suspensa, vibra na frequência e amplitude adequada para a moagem dos materiais contidos nos jarros montados no moinho vibratório.



MOINHO VIBRATÓRIO PARA PROCESSAR MATERIAIS CERÂMICOS

CAMPO DA INVENÇÃO

A invenção se insere no campo da engenharia mecânica e de materiais, uma vez que se refere a um equipamento para a moagem de materiais cerâmicos em geral, e especialmente para cerâmicas técnicas.

DESCRIÇÃO DO ESTADO DA TÉCNICA

Notadamente as indústrias, ceramistas e bioceramistas que utilizam os produtos manufaturados a base de cerâmicas avançadas e biocerâmicas são demandantes de moinhos para processarem e reprocessarem os materiais cerâmicos sólidos e duros, particulados minerais ou partículas obtidas de matérias primas sintéticas de alta pureza que compõem as cerâmicas avançadas e as biocerâmicas.

As cerâmicas avançadas podem ser aplicadas em diversas áreas: cerâmica eletrônica, cerâmica estrutural, compósitos, revestimentos e cerâmicas para biofabricação e aplicações biológicas. Em todas essas áreas, o controle do tamanho e da distribuição granulométrica apresenta importância fundamental na obtenção e determinação das funções de desempenho do produto depois de sinterizado. A conformação de cerâmicas avançadas baseadas na compactação de pós, seguida de sinterização, requerem uma parcela de partículas ultrafinas, ou seja, abaixo de 1,0 micrometro, com especial interesse na faixa entre 20,0 a 100,0 nanômetros.

Os pesquisadores, ceramistas, bioceramistas e indústrias que manufaturam componentes a base de cerâmicas avançadas e biocerâmicas precisam reprocessar os materiais que compõem estas cerâmicas para obter uma matriz com tamanhos de grãos bem definidos e, na maior parte das vezes, submicrométricos; normalmente os tamanhos de grãos desses materiais fornecidos pelas indústrias e empresas que os comercializam ou após síntese em laboratório, são em média da ordem de 5,0 a 50,0 micrometros de diâmetro médio

equivalente. Para realizar o necessário reprocessamento é preciso moer esses materiais cerâmicos para deixar essas partículas em escala submicrométrica. No caso da presente invenção, essa moagem é realizada através de um mecanismo pelo qual ocorre a redução do tamanho de partículas ocasionada pelas forças mecânicas atuantes, que promove impacto e atrito em uma frequência vibratória adequada.

Documentos do Estado da Técnica

A patente PI9503979-1 citada como estado da técnica diz respeito a um "Moinho com Mecanismo de Agitação"; esse moinho com mecanismo de agitação apresenta um recipiente de moagem, no qual está disposto um mecanismo de agitação que pode ser acionado com elevada revolução. Em uma extremidade do recipiente emboca uma abertura de descarga dos elementos de moagem, a qual dispõe de um conduto de recondução de corpos auxiliares de moagem para outra extremidade do recipiente de moagem. Imediatamente, contíguo à abertura de descarga de corpos auxiliares de moagem, emboca outro condutor de adição de material de moagem, com o que é alcançada uma revolução confiável dos elementos de moagem.

Já a patente PI8904834-2 trata de um Processo para Moagem de Material Cerâmico Sensível ao Oxigênio, que compreende a moagem de um material de alimentação cerâmico sensível a oxigênio tendo um tamanho médio de partículas entre 1,0 a 200,0 micrometros. Isso ocorre em um moinho de atrito autógeno de energia elevada, isento de contaminação, usando fluidos não oxidantes por um tempo suficiente para obter uma área de superfície específica de pelo menos 5,0 m²/g a 9,0 m²/g. O meio de moagem usado consiste essencialmente do mesmo material cerâmico que o material de alimentação; contém elevada impureza e tem um tamanho médio de partículas menor do que 4,0 mm e, de preferência menor que 2,5 mm. O material moído pode ser adicionalmente tratado de modo que o tamanho médio de partículas seja menor do que 1,0 micrometro.

No que tange a larga utilização desse tipo de moinhos entre outros similares com características específicas de moagem de minerais e cerâmicas avançadas, alguns inconvenientes podem existir e serem atribuídos relativamente à estrutura limitada desses moinhos; um exemplo vem a ser o tamanho dos grãos serem superiores a 1,0 micrometro, além do tempo elevado utilizado para a moagem desses grãos; como consequência, esse maior tempo ou contaminação na produção de pós e granulados finos, gera um grande aumento no custo desses produtos que são destinados para a manufatura de componentes de cerâmicas avançadas e biocerâmicas. Esses empecilhos impedem que um número maior de ceramistas, bioceramistas e indústrias possam ter acesso aos componentes básicos para a produção de produtos manufaturados com cerâmicas avançadas e biocerâmicas, deixando de utilizar esses materiais de elevada resistência e propriedades exclusivas em inúmeras aplicações científicas e industriais.

Não são conhecidos no estado da técnica moinhos vibratórios com a característica de minimáquina para reprocessar minerais para a fabricação de cerâmicas avançadas e biocerâmicas. Os moinhos vibratórios existentes nos atuais mercados e presentes nos bancos de patentes como a patente PI9503979-1 e PI8904834-2 se diferem da presente invenção, entre outros motivos, pelo fato da presente invenção poder acomodar de um a doze jarros de diferentes capacidade volumétricas em moagem simultânea e apresentar frequência vibratória que permite movimentos simultâneos dos elementos de moagem o que facilita a moagem das cerâmicas avançadas e biocerâmicas. Outro diferencial pode ser atribuído à presença da carenagem na presente invenção, a carenagem tem a função de segurança durante o processo de vibração do moinho.

Objetivo da Invenção

Visando oferecer soluções para esses problemas existentes no estado da técnica, bem como disponibilizar uma tecnologia inovadora para os ceramistas, bioceramistas e indústrias que utilizam ou necessitam de produtos manufaturados

em cerâmica avançada e biocerâmicas, foi desenvolvido o moinho vibratório para processar materiais cerâmicos. Esse moinho vibratório irá preencher uma grande lacuna no mercado de máquinas para o processamento de materiais cerâmicos para a manufatura de produtos de cerâmicas avançadas e biocerâmicas; o moinho poderá ser utilizado em laboratórios e indústrias como auxiliar na confecção de peças e produtos com esses materiais, firmando um diferencial e efeito técnico promissor em função dos resultados que podem ser alcançados por esta invenção, requeridos como patente de invenção, conforme se segue.

O objetivo do moinho vibratório descrito no presente documento é reprocessar as cerâmicas através de moagem para obter pós e granulados cerâmicos em escalas submicrométricos para aplicações nas áreas industriais e de bioengenharia. Esse moinho vibratório que pode ser considerado como uma minimáquina de moagem de materiais cerâmicos, devido a suas dimensões que podem variar de 250,0 a 350,0 mm de altura e de 300,0 a 400,0 mm de diâmetro.

Como anteriormente mencionado, o moinho vibratório para processar materiais cerâmicos foi desenvolvido para solucionar constantes e inerentes problemas relacionados com o volume de material cerâmico a ser moído com qualidade e eficiência, bem como apresentar solução para equipamento adequado com pequeno porte para essa finalidade, com características especiais de moagem, capaz de reduzir o tamanho das partículas abaixo de 1,0 micrometro, ou seja, na escala nanométrica.

Vantagens da Invenção

O moinho vibratório para processar materiais cerâmicos traz um benefício aos pesquisadores, ceramistas, bioceramistas e indústrias que utilizam materiais cerâmicos e biocerâmicos que necessitam de um moinho para reprocessar esses minerais em escalas submicrométricas (abaixo de 1,0 micrometro), esse moinho permite moer cerâmicas avançadas e biocerâmicas em um menor tempo devido à sua adequada frequência vibratória que pode ser controlada entre 1100,0 Hz a

2000,0 Hz, gerando uma força centrípeta de 900,0 a 1300,0 N. Estas frequências e força, conforme dimensionadas para este moinho, são as ideais para que ocorra a moagem dos materiais cerâmicos nele trabalhados.

Outras vantagens do referido moinho são relativas às alternativas para o usuário com respeito aos jarros, em termos de quantidade, forma, tamanho e capacidade, a serem utilizados no processo de moagem. Desta forma, o moinho cuja patente é ora pleiteado dispõe de suportes que podem receber jarros comerciais de polímeros ou jarros especialmente fabricados para fixação direta sobre a sua base vibratória.

Outra característica inovadora do moinho vibratório pleiteado encontra-se em sua especial estrutura onde pode ser montado um motor elétrico, cujo rotor gira um contrapeso a ele acoplado com a função de gerar a vibração podendo aumentá-la com o aumento da rotação do motor de acordo com a vibração necessária para a moagem dos materiais cerâmicos.

O moinho vibratório pode ser provido com apenas um jarro ou com vários jarros, permitindo a moagem simultânea de várias quantidades ou vários materiais cerâmicos.

O moinho vibratório para processar materiais cerâmicos pode ser construído com dimensões que podem variar de 250,0 a 350,0 mm de altura e de 300 a 400 mm de diâmetro da sua base e altura, se caracterizando assim como uma minimáquina de moagem de materiais cerâmicos que poderá atender as necessidades de ceramistas, bioceramistas e indústrias que buscam um moinho com esse pequeno porte.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

A invenção compreende um moinho vibratório de pequeno porte para processar materiais cerâmicos, que o caracteriza como uma minimáquina de processamento de materiais. Pode processar (moer) simultaneamente diferentes materiais em quantidades variadas, utilizando tipos iguais ou diferentes de jarros

(recipientes que contém o material a ser moído, bem como os elementos de moagem e os fluídos auxiliares na moagem). O moinho vibratório é constituído de duas partes separadas por molas helicoidais para suspensão; uma parte é estacionária e a outra é suspensa por uma série de molas helicoidais que as mantém separadas. Quando em operação, a parte estacionária fica, portanto parada e a parte suspendida, vibra na frequência e amplitude adequada para a moagem dos materiais contidos nos jarros montados no moinho vibratório.

BREVE DESCRIÇÃO DAS FIGURAS

A figura 1A é uma representação gráfica em uma perspectiva frontal do Moinho Vibratório para Processar Materiais Cerâmicos sem os jarros de moagem.

A figura 1B é uma representação gráfica do interior do Moinho Vibratório para Processar Materiais Cerâmicos sem os jarros de moagem, com o motor elétrico de acionamento do moinho, e com os contrapesos de desbalanceamento que geram o movimento vibratório para a moagem.

A figura 2A é uma representação gráfica de um jarro em um suporte para acondicionamento de jarros comerciais.

A figura 2B é uma representação gráfica de um jarro em um suporte para acondicionamento de jarros, demonstrando o interior do jarro comercial com elementos de moagem.

A figura 3A é uma representação gráfica de um jarro dentro de uma estrutura externa especial para acondicionamento de jarros comerciais de moagem.

A figura 3B é uma representação gráfica de um jarro dentro de uma estrutura externa especial para acondicionamento de jarros comerciais, demonstrando a parte interna.

A figura 4A é uma representação gráfica de um jarro de moagem comercial com de tampa.

A figura 4B é uma representação gráfica de um jarro de moagem comercial

com de tampa, mostrando o interior do jarro com os elementos de moagem.

A figura 5A é uma representação gráfica de jarro de moagem de fabricação exclusiva com tampa e estrutura externa (15).

5 A figura 5B é uma representação gráfica de jarro de moagem com tampa de fabricação exclusiva e estrutura externa (15), mostrando o interior do jarro com os elementos de moagem.

A figura 6A é uma representação gráfica de um moinho vibratório para processar materiais cerâmicos com um arranjo de simetria adequado para dois jarros.

10 A figura 6B é uma representação gráfica de um moinho vibratório para processar materiais cerâmicos com um arranjo de simetria adequado para três jarros, jarro (14) com suportes ou de fabricação exclusiva e estrutura externa (15).

15 A figura 6C é uma representação gráfica de um moinho vibratório para processar materiais cerâmicos com um arranjo de simetria adequado para quatro jarros.

A figura 7 é uma representação gráfica de uma vista em perspectiva frontal do Moinho Vibratório para Processar Materiais Cerâmicos com jarros (14) de moagem.

20 **DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO**

A presente invenção trata de um moinho vibratório para processar materiais cerâmicos, que é um minimoinho (o moinho apresenta dimensões de minimáquina) para a moagem de materiais cerâmicos ou similares em partículas submicrométricas com dimensões médias equivalentes na faixa de 0,02 a 0,90 micrometros para a confecção de peças e componentes cerâmicos com grãos bem definidos e homogêneos.

O moinho vibratório para processar materiais cerâmicos compreende: base cilíndrica (02); motor elétrico (03); contrapesos (04); flange basal (05); flange (06);

cilindro (07); base de jarros (09); molas helicoidais (10); jarros (14) com tampas (13) e suportes (12) e/ou estruturas externas (16); painel de controle com temporizador e inversor de frequência.

As dimensões do moinho vibratório para processar materiais cerâmicos variam de 250,0 a 350,0 mm de altura e de 300,0 a 400,0 e de milímetros de diâmetro, que lhe atribui a característica de minimáquina de moagem. O moinho vibratório é construído de forma a proporcionar uma acústica adequada para os ruídos produzidos durante a rotação do motor.

O moinho vibratório é constituído de duas partes separadas por molas helicoidais (10) para suspensão; os elementos da parte estacionária são aqueles que se localizam abaixo das molas helicoidais (10) e os elementos da parte superior ou parte suspendida, são aqueles que ficam acima das molas helicoidais (10). A parte estacionária localizada abaixo das molas helicoidais (10) compreendendo base cilíndrica (02), motor elétrico (03), contrapesos (04), flange basal (05), flange (06), cilindro (07); e parte suspendida localizada acima das molas helicoidais (10) compreendendo base de jarros (09); suporte para jarros (12); jarros (14) com tampas (13) e suportes (12) e/ou estruturas externas (16). Quando em operação, a parte estacionária fica, portanto parada e a parte suspendida, vibra na frequência e amplitude adequada para a moagem dos materiais contidos nos jarros (14) montados no moinho vibratório.

O moinho vibratório para processar materiais cerâmicos é confeccionado sobre molas helicoidais (10) em uma base cilíndrica (02), que aloja o motor elétrico durante sua rotação.

O motor elétrico (03) fornece uma potência de 80,0 a 120,0 W, sendo preferencialmente um motor trifásico com frequência de rede normal de 60,0 Hz. Outras opções de motores de corrente alternada para 50,0 Hz também são possíveis, bem como monofásicos na frequência de rede de 50,0 e 60,0 Hz ou mesmo motores de corrente contínua de amplitude de tensão variável.

A vibração do moinho vibratório para processar materiais cerâmicos é obtida pela adição de dois contrapesos (04) nas extremidades do eixo giratório do motor elétrico (03). A amplitude de vibração pode variar entre 1100,0 a 2000,0 Hz com geração de força centrípeta de 900,0 a 1300,0 N e pode ser controlada pela
5 rotação do motor elétrico (03) (através do painel de controle que apresenta inversor de frequência e temporizador) ou pela adição ou remoção de massa do seu contrapeso (04).

A frequência de 1100,0 a 2000,0 Hz pode ser controlada pelo inversor de frequência localizado no painel de controle; e o tempo de moagem dos materiais
10 cerâmicos pelo temporizador existente no painel de controle.

A base cilíndrica (02) dispõe de uma flange basal (05) que permite a fixação do moinho vibratório para processar materiais cerâmicos no local de utilização do referido equipamento.

O motor elétrico (03) é fixado na flange (06) localizada superiormente ao
15 cilindro (07) da base de jarros (09) do moinho.

O moinho vibratório para processar materiais cerâmicos pode ser carregado com diferentes tipos, formas, tamanhos de jarros (14), que podem ser comerciais ou produzidos pelo próprio usuário; dessa forma os jarros (14), independentemente da sua origem, podem ter diferentes dimensões e
20 capacidades.

O moinho vibratório para processar materiais cerâmicos pode ser provido de um a doze jarros (14) que realizam a moagem simultânea dos materiais cerâmicos através das vibrações proporcionadas pelo motor elétrico (03) localizado em sua parte inferior. Para fixar os jarros (14) e os suportes de jarros
25 (12) na base de jarros (09) do moinho vibratório para processar materiais cerâmicos, podem ser utilizadas as suas fixações convencionais de pinos roscados que se inserem na furação existente na base de jarros (09).

A disposição dos jarros (14) ou dos suportes (12) ou das estruturas

externas (16) contendo os jarros (14) deve manter certa simetria para distribuir as massas em vibração, conforme pode ser exemplificado nas figuras 6A, 6B e 6C.

Todos os jarros (14), independentemente do seu tipo, possuem uma tampa (13) de qualquer tipo, que veda a saída das misturas de pó de cerâmica com os outros componentes durante a moagem. Os jarros (14) e os suportes (12) podem ser confeccionados em sua parte externa (16) em alumínio ou aço inoxidável ou polímero rígido adequado para essa função de recipiente de moagem. Os jarros (14) normalmente podem ser providos de revestimento de elastômero de alta dureza ou de material idêntico ou mais duro que o material do particulado a ser moído. Os jarros (14) apresentam em seu interior elementos de moagem (17) que podem ser comerciais ou de material idêntico ao material a ser moído para conservar a pureza em processo após a moagem dos materiais cerâmicos. Os jarros (14) apresentam capacidade volumétrica útil entre 20,0 a 300,0 ml, podendo ser variadas as dimensões em uma mesma moagem. Essa capacidade volumétrica permite uma dimensão apropriada do moinho vibratório para processar materiais cerâmicos para a utilização tanto em pequenos laboratórios quanto em indústrias.

O mecanismo de moagem é realizado por atrito e impacto entre os elementos de moagem (17), que tem diâmetro e comprimento superior a dois milímetros, que podem ser esféricos ou cilíndricos; os elementos de moagem (17) geram a trituração dos particulados de materiais cerâmicos em escala micrométrica, produzindo um pó cerâmico com tamanho médio de partícula em escala submicrométrica com diâmetro entre 0,02 a 0,90 micrometros que fica retido na parte interior dos jarros (14). Para facilitar a moagem, pode existir dentro do jarro (14) além dos elementos de moagem, fluidos auxiliares, tais como: água, álcool (etanol, isopropílico), lubrificantes (etileno glicol, glicerina) e defloculantes (poliacrilato de amônia, polivinil butiral).

Para fixar os jarros (14) e o suporte de jarros (12) na base de jarros (09) do

moinho vibratório para processar materiais cerâmicos, podem ser utilizadas formas de fixações de pinos roscados que se inserem na furação existente na base de jarros (09).

Funcionamento do moinho vibratório para processar materiais cerâmicos

5 O motor elétrico (03) é fixado na flange (06) localizada superiormente no cilindro (07) da base de jarros(09) do moinho vibratório para processar materiais cerâmicos.

 O motor elétrico gira os contrapesos (04) localizados nas extremidades do seu eixo de rotação e a vibração ocorre devido ao desbalanceamento dos
10 contrapesos (04) e por estar a base dos jarros (09) montada sobre molas helicoidais (10) e pinos guias que as matem posicionadas. Dessa forma, com o acionamento do motor elétrico (03) que atinge a sua rotação nominal com o consequente desbalanceamento devido aos contrapesos (04), são geradas vibrações contínuas capazes de fornecer energia suficiente para triturar partículas
15 de minerais duros em escalas submicrométricas adequadas para a manufatura de cerâmicas avançadas e biocerâmicas.

 As vibrações do moinho vibratório para processar materiais cerâmicos, que são geradas pelos contrapesos (04) desbalanceados no eixo do motor promovem atrito e impacto entre os elementos de moagem (17) e o material cerâmico a ser
20 moído colocado nos jarros (14) de moagem. Os elementos de moagem (17) do moinho vibratório para processar material cerâmico podem ser: esféricos ou cilíndricos, do mesmo material a ser moído ou comerciais. Esses elementos de moagem (17) são manufaturados de forma a obter as melhores características tribológicas relativamente ao desgaste.

25 O moinho vibratório para processar materiais cerâmicos permite moer cerâmicas avançadas e biocerâmicas em um menor tempo devido à sua adequada frequência vibratória que pode ser controlada entre 1100,0 Hz a 2000,0 Hz, gerando uma força centrípeta de 900,0 a 1300,0 N. Estas frequência e força,

conforme dimensionadas para este moinho vibratório para processar materiais cerâmicos, são as ideais para que ocorra a moagem dos materiais cerâmicos nele trabalhados. As vibrações geradas no moinho vibratório para processar materiais cerâmicos podem ser controladas em uma faixa de frequências entre 1100,0 a 2000,0 Hz através de um inversor de frequência localizado no painel de controle; nesse painel de controle também está presente um temporizador que controla o tempo de moagem dos materiais cerâmicos. Com esse controle é possível adaptar a moagem para a conformação de grãos cerâmicos em tamanhos desejados e variados, abaixo de 1,0 micrometro, tamanho este determinado pela utilização e propriedades esperadas para as cerâmicas avançadas e biocerâmicas.

O processo de moagem ou trituração dos grãos dos materiais cerâmicos ocorre pelo impacto e atrito ocasionado aos grãos em escala micro e submicrométrica por elementos de moagem esféricos ou cilíndricos com diâmetro e comprimento superior a dois milímetros; essa compressão ou impacto e o atrito entre as esferas e as partículas promovem uma trituração dos grãos ou particulados em escalas submicrométricas entre 0,02 a 0,9 micrometros. O tamanho dos grãos do pó cerâmico assim processado no moinho vibratório para processar materiais cerâmicos é determinado simultaneamente pelo tempo de funcionamento e frequência vibratória do motor elétrico (03) do moinho vibratório para processar materiais cerâmicos.

Como mencionado anteriormente, o referido moinho vibratório para processar materiais cerâmicos é caracterizado como moinho por processar ou moer partículas de minerais cerâmicos com diâmetro micrométrico relativo maior do que 1,0 micrometros e reprocessá-las em escalas submicrométricas que pode variar de 0,02 a 0,90 micrometros; moagem esta determinada pelo tempo de moagem, frequência vibratória do moinho, forças de moagem e tamanho médio inicial dos grãos.

Embora a versão preferida da invenção tenha sido ilustrada e descrita, deve ser compreendido que a mesma não é limitada. Diversas modificações, mudanças, variações, substituições e equivalentes poderão ocorrer, sem desviar do espírito e escopo da presente invenção.

REIVINDICAÇÕES

1- Moinho Vibratório para Processar Materiais Cerâmicos, **caracterizado** pelo fato de compreender: base cilíndrica (02); motor elétrico (03); contrapesos (04); flange basal (05); flange (06); cilindro (07); base de jarros (09);
5 molas helicoidais (10); jarros (14) com tampas (13) e suportes (12) e/ou estruturas externas (16); painel de controle com temporizador e inversor de frequência.

2- Moinho, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato moer materiais cerâmicos ou similares em partículas submicrométricas com dimensões médias equivalentes na faixa de 0,02 a 0,9 micrometros.

10 3- Moinho, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de ter 250,0 a 350,0 mm de altura e de 300,0 a 400,0 e de milímetros de diâmetro.

4- Moinho, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de apresentar duas partes separadas por molas helicoidais (10) para suspensão:
15 parte estacionária localizada abaixo das molas helicoidais (10) compreendendo base cilíndrica (02), motor elétrico (03), contrapesos (04), flange basal (05), flange (06), cilindro (07); e parte suspensa localizada acima das molas helicoidais (10) compreendendo base de jarros (09); suporte para jarros (12); jarros (14) com tampas (13) e suportes (12) e/ou de fabricação exclusiva e estruturas externas
20 (16).

5- Moinho, de acordo com a reivindicação 4, **caracterizado** pelo fato de em operação, a parte estacionária ficar parada e a parte suspensa vibrar na frequência e amplitude adequada para a moagem dos materiais contidos nos jarros (14) montados no moinho vibratório (01).

25 6- Moinho, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato da base cilíndrica (02) alojar o motor elétrico durante sua rotação.

7- Moinho, de acordo com a reivindicação 6, **caracterizado** pelo fato do motor elétrico (03) ser um motor trifásico com frequência de rede normal de

60,0 Hz; um motor de corrente alternada para 50 Hz; um motor monofásicos na frequência de rede de 50,0 e 60,0 Hz; ou um motores de corrente contínua de amplitude de tensão variável.

8- Moinho, de acordo com a reivindicação 7, **caracterizado** pelo fato
5 do motor elétrico (03) fornecer uma potência de 80 a 120,0 W.

9- Moinho, de acordo com a reivindicação 8, **caracterizado** pelo fato da adição de dois contrapesos (04) nas extremidades do eixo giratório do motor elétrico (03) gerar a vibração do moinho vibratório.

10- Moinho, de acordo com a reivindicação 9, **caracterizado** pelo fato
10 da amplitude de vibração variar entre 1100,0 a 2000,0 Hz com geração de força centrípeta de 900,0 a 1300,0 N e ser controlada pela rotação do motor elétrico (03), pelo do painel de controle que apresenta inversor de frequência e temporizador ou pela adição ou remoção de massa do seu contrapeso (04).

11- Moinho, de acordo com a reivindicação 9, **caracterizado** pelo fato
15 da frequência de 1100,0 a 2000,0 Hz ser controlada pelo inversor de frequência localizado no painel de controle; e pelo tempo de moagem dos materiais cerâmicos ser controlado pelo temporizador existente no painel de controle.

12- Moinho, de acordo com a reivindicação 6, **caracterizado** pelo fato da base cilíndrica (02) dispor de uma flange basal (05).

20 13- Moinho, de acordo com a reivindicação 6, **caracterizado** pelo fato da flange basal (05) permitir a fixação do moinho vibratório para processar materiais cerâmicos no local de utilização do moinho vibratório.

14- Moinho, de acordo com as reivindicações 1 e 6, **caracterizado** pelo fato do motor elétrico (03) ser fixado na flange (06) localizada superiormente ao
25 cilindro (07) da base de jarros (09) do moinho vibratório.

15- Moinho, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato do moinho vibratório ser carregado com diferentes tipos, formas, tamanhos de jarros (14), comerciais ou produzidos pelo próprio usuário, com tampa (13) de

vedação; e capacidade volumétrica útil entre 20,0 a 300,0 ml.

16- Moinho, de acordo com a reivindicação 15, **caracterizado** pelo fato de ser provido de um a doze jarros (14) que realizam a moagem simultânea dos materiais cerâmicos através das vibrações proporcionadas pelo motor elétrico (03) localizado em sua parte inferior.

17- Moinho, de acordo com a reivindicação 16, **caracterizado** pelo fato dos jarros (14) e os suportes de jarros (12) serem fixados na base de jarros (09) do moinho vibratório por fixações convencionais de pinos roscados inseridos na furação existente na base de jarros (09).

18- Moinho, de acordo com a reivindicação 17, **caracterizado** pelo fato da disposição dos jarros (14) ou dos suportes (12) ou das estruturas externas (16) contendo os jarros (14), possuir simetria entre si distribuindo as massas em vibração.

19- Moinho, de acordo com a reivindicação 15, **caracterizado** pelo fato dos jarros (14) ainda serem providos de revestimento de elastômero de alta dureza ou de material idêntico ou mais duro que o material do particulado a ser moído.

20- Moinho, de acordo com a reivindicação 15, **caracterizado** pelo fato dos jarros (14) e os suportes (12) serem confeccionados em sua parte externa (16) em alumínio ou aço inoxidável ou polímero rígido adequado para essa função de recipiente de moagem.

21- Moinho, de acordo com a reivindicação 15, **caracterizado** pelo fato dos jarros (14) apresentarem em seu interior elementos de moagem (17) comerciais ou de material idêntico ao material a ser moído, esféricos ou cilíndricos, com diâmetro e comprimento superior a dois milímetros.

22- Moinho, de acordo com a reivindicação 21, **caracterizado** pelo fato do atrito e impacto do material cerâmico e os elementos de moagem (17) promover a moagem.

23- Moinho, de acordo com a reivindicação 22, **caracterizado** pelo fato do pó cerâmico ficar retido na parte interior dos jarros (14).

24- Moinho, de acordo com as reivindicações 15 e 21, **caracterizado** pelo fato dos jarros conterem ainda fluidos auxiliares.

5 25- Moinho, de acordo com a reivindicação 24, **caracterizado** pelo fato dos fluidos auxiliares serem água, álcool, lubrificantes e defloculantes.

26- Moinho, de acordo com a reivindicação 25, **caracterizado** pelo fato do álcool ser etanol ou álcool isopropílico.

10 27- Moinho, de acordo com a reivindicação 25, **caracterizado** pelo fato do lubrificante ser etilenoglicol ou glicerina.

28- Moinho, de acordo com a reivindicação 25, **caracterizado** pelo fato do defloculante ser poliacrilato de amônia ou polivinil butiral.

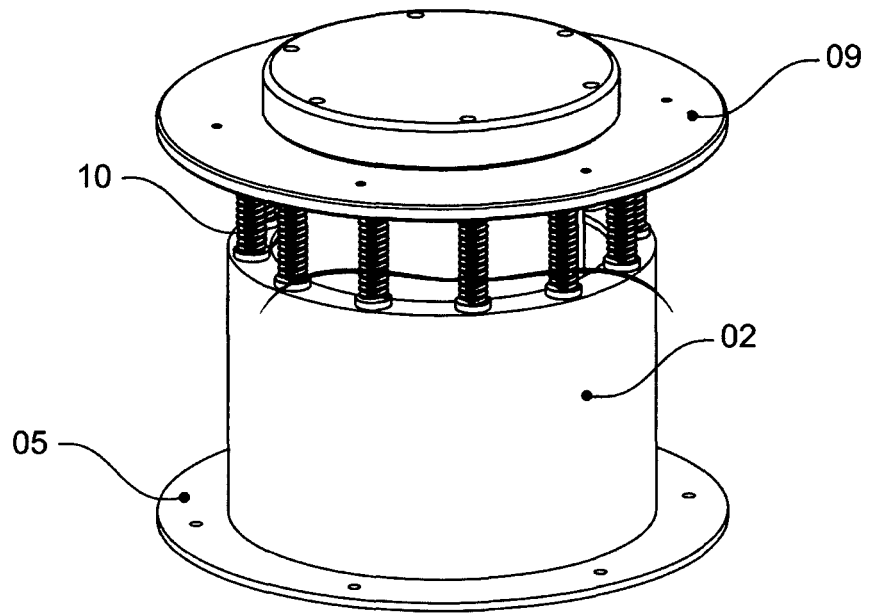


Figura 1A

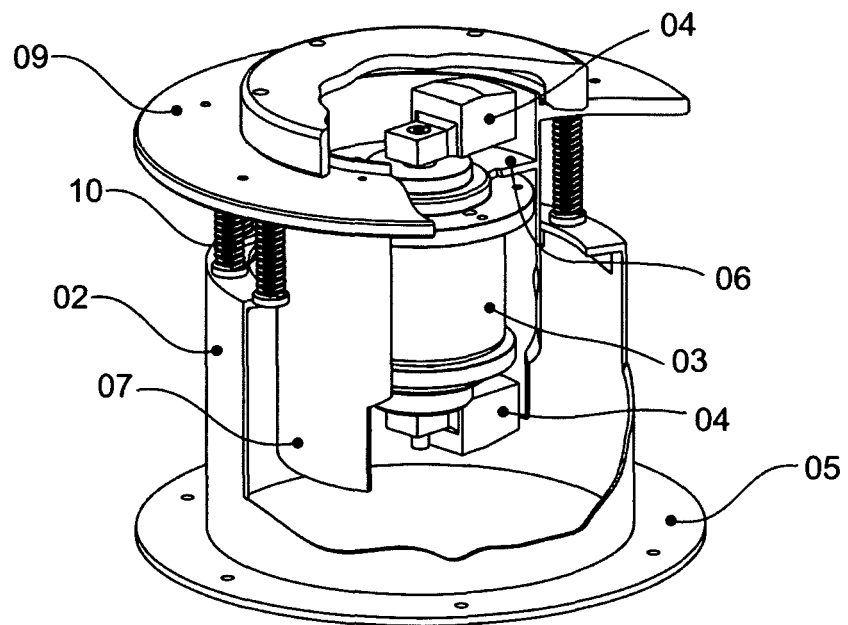


Figura 1B

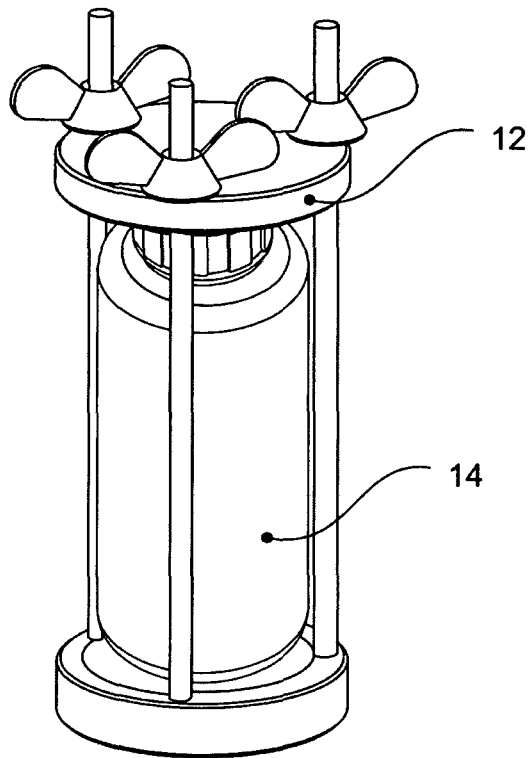


Figura 2A

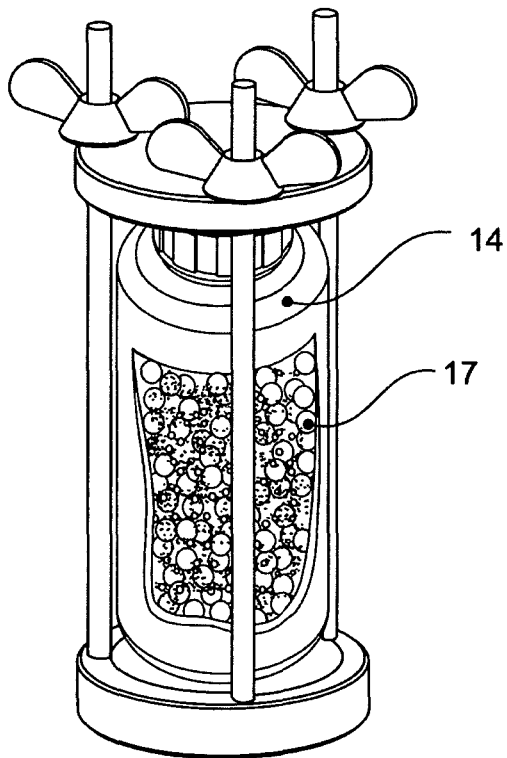


Figura 2B

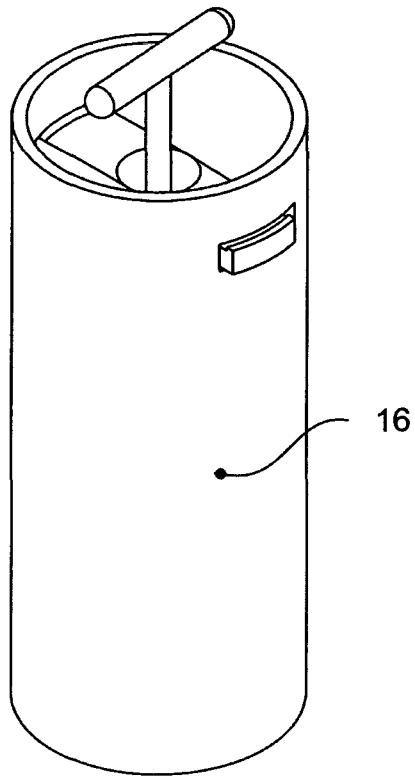


Figura 3A

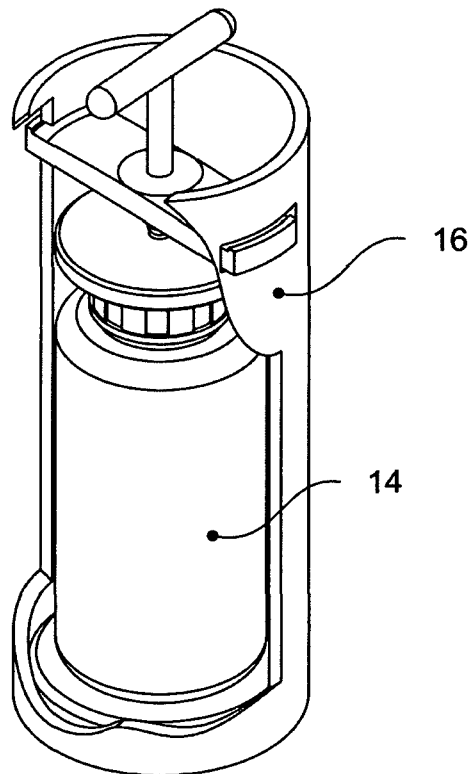


Figura 3B

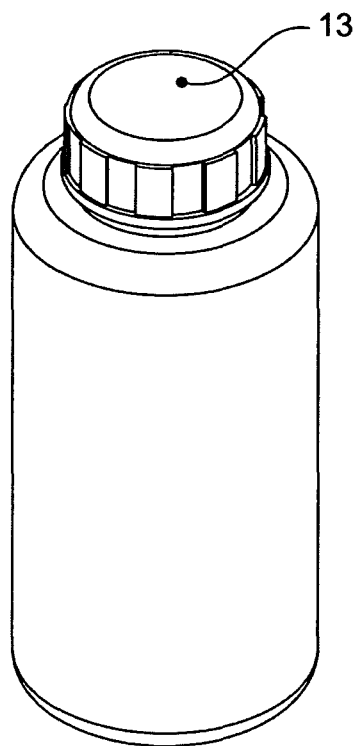


Figura 4A

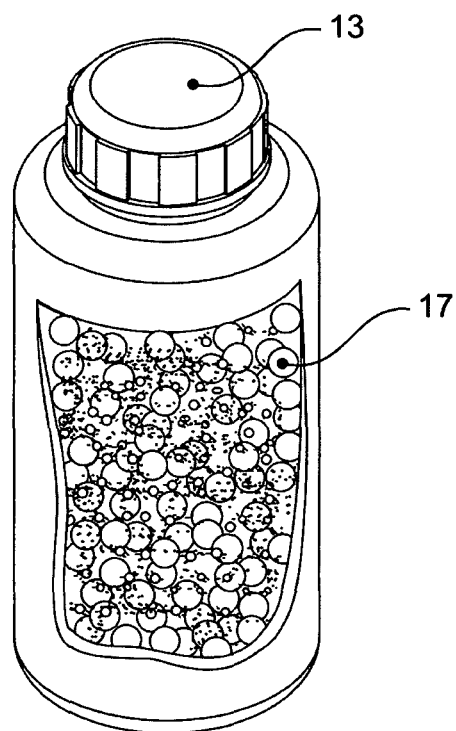


Figura 4B

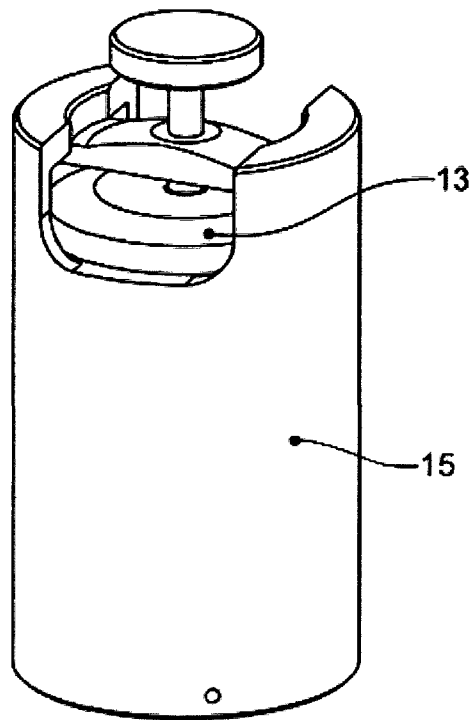


Figura 5A

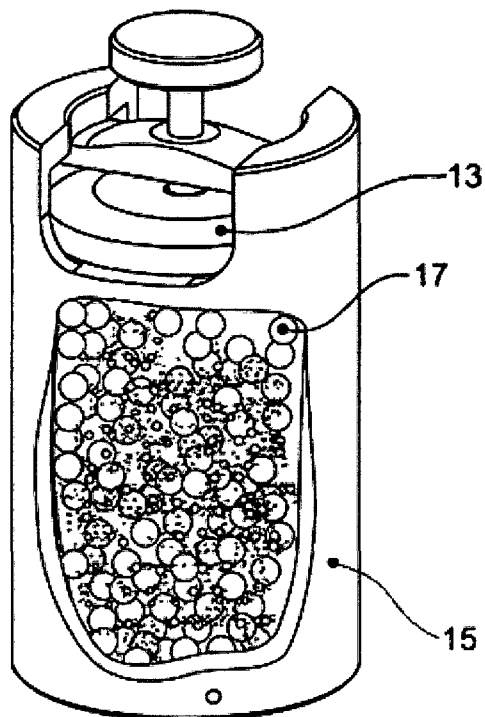


Figura 5B

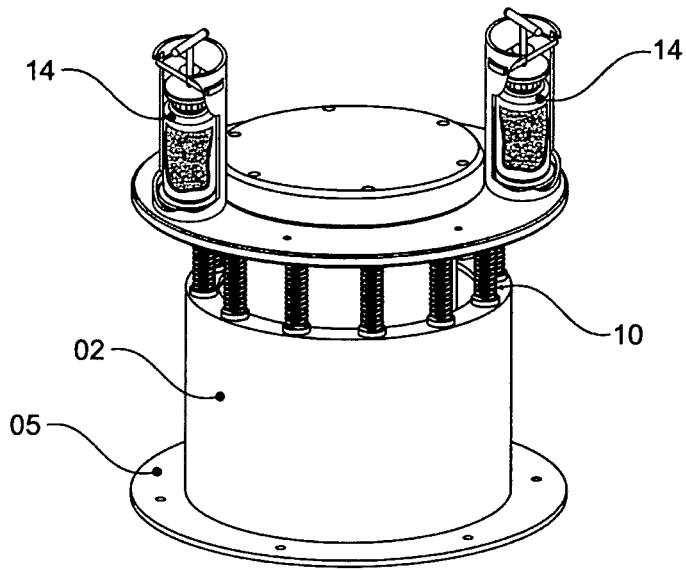


Figura 6A

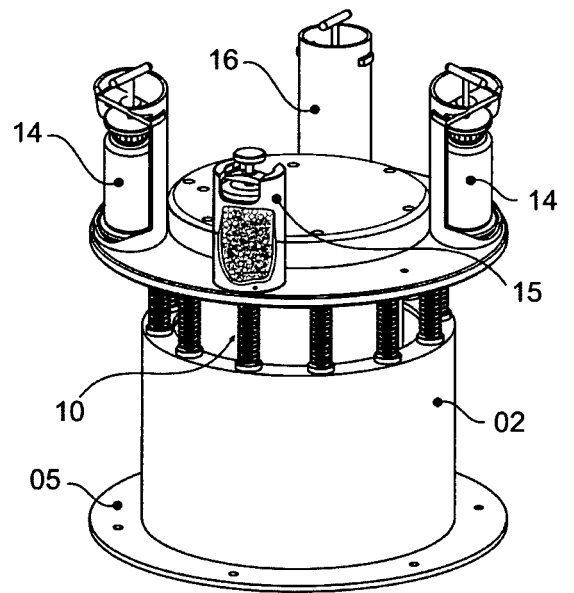


Figura 6C

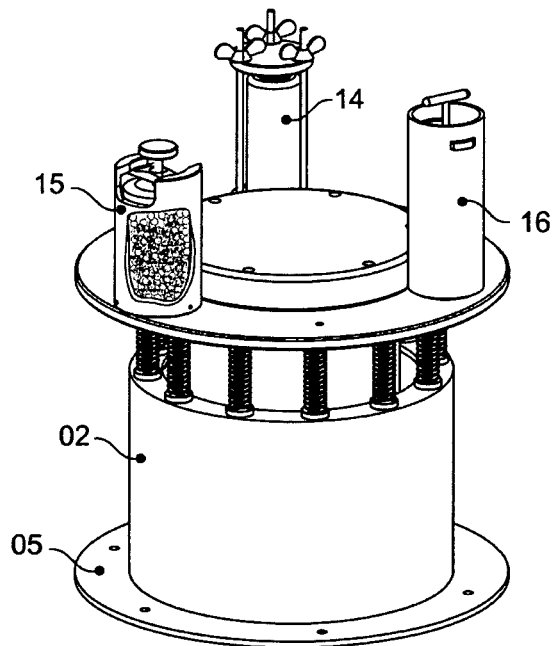


Figura 6B

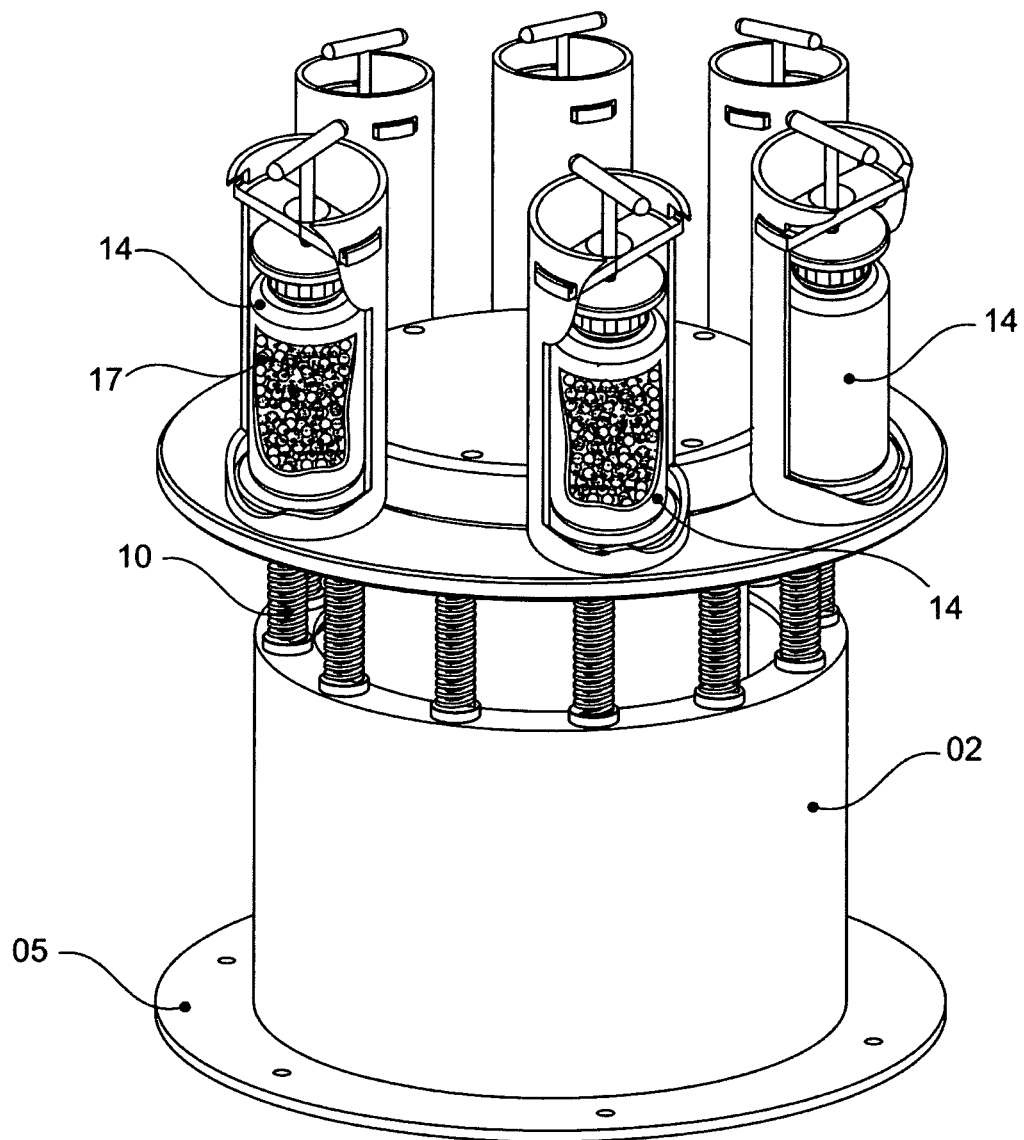


Figura 7

RESUMO

MOINHO VIBRATÓRIO PARA PROCESSAR MATERIAIS CERÂMICOS

A invenção compreende um moinho vibratório de pequeno porte para processar materiais cerâmicos, que o caracteriza como uma minimáquina de processamento de materiais. Pode processar (moer) simultaneamente diferentes materiais em quantidades variadas, utilizando tipos iguais ou diferentes de jarros (recipientes que contém o material a ser moído, bem como os elementos de moagem e os fluídos auxiliares na moagem). O moinho vibratório é constituído de duas partes separadas por molas helicoidais para suspensão; uma parte é estacionária e a outra é suspensa por uma série de molas helicoidais que as mantém separadas. Quando em operação, a parte estacionária fica, portanto parada e a parte suspendida, vibra na frequência e amplitude adequada para a moagem dos materiais contidos nos jarros montados no moinho vibratório.