



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

(21) PI 0809230-3 A2



* B R P I 0 8 0 9 2 3 0 A 2 *

(22) Data de Depósito: 14/03/2008
(43) Data da Publicação: 02/09/2014
(RPI 2278)

(51) *Int.Cl.:*
C04B 35/63
C04B 35/622
C04B 28/26

(54) Título: MÉTODO PARA FABRICAÇÃO DE
PLACAS DE MATERIAL CERÂMICO

(57) Resumo:

(30) Prioridade Unionista: 28/03/2007 IT TV2007A000054

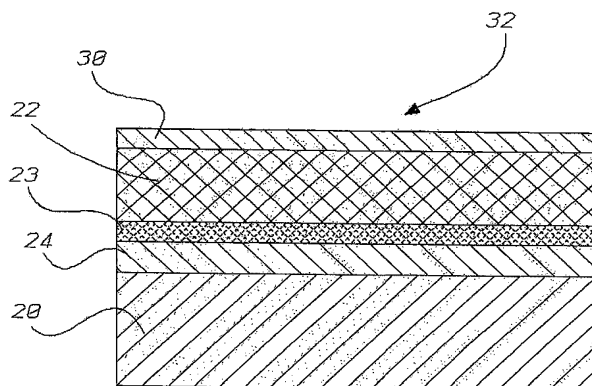
(73) Titular(es): Luca Toncelli

(72) Inventor(es): Luca Toncelli

(74) Procurador(es): Momsen, Leonardos & CIA.

(86) Pedido Internacional: PCT IB2008050966 de 14/03/2008

(87) Publicação Internacional: WO 2008/117193de
02/10/2008



“MÉTODO PARA FABRICAÇÃO DE PLACAS DE MATERIAL CERÂMICO”

A presente invenção refere-se à fabricação de placas de material cerâmico e mais especificamente a um método para produção destas
5 placas, bem como às próprias placas. Durante os últimos 15 anos a tecnologia referente a estas placas foi gradualmente desenvolvida a partir do processo básico descrito no Pedido de Patente No. 378 275 com data de 17.04.1996, o qual deve ser consultado para descrição detalhada.

Em resumo, de acordo com este processo, uma pedra ou
10 material similar a pedra, em forma granular ou em pó, é misturado com uma matriz de ligação cerâmica (este termo sendo entendido como se referindo a uma mistura de pós, adequada para a produção de materiais cerâmicos por meio de sinterização a quente) e com um aglutinante inorgânico em solução aquosa, por exemplo, silicato de sódio, seguindo-se depósito na forma de uma
15 camada fina em um suporte provisório ou no interior de um molde. Para compactação da mistura para formar a placa, uma etapa de vibrocompressão a vácuo é, então, realizada, a saber, aplicação de pressão por meio de uma placa de pressão, aplicando ao mesmo tempo um movimento vibratório de frequência predeterminada, enquanto o material a ser compactado é mantido
20 sob vácuo.

A etapa de compactação é seguida por uma etapa de secagem e uma etapa de queima em uma temperatura que é adequada ou de qualquer maneira suficientemente alta para converter por sinterização a matriz de ligação em uma fase cerâmica, que envolve e liga as partículas de pedra ou de
25 material similar a pedra.

Subsequentemente o método e a instalação foram melhorados (como descrito e reivindicado na Patente Italiana No. 1 293 176 concedida em 1999) pela distribuição da mistura de partida em um suporte consistindo de feltro coberto com uma folha de papel permeável.

A camada de mistura é, então, recoberta com uma folha de borracha, que é útil durante a etapa de vibrocompressão, e a placa bruta resultante, livre da folha de borracha, é transferida por meio de dispositivos para levantar e movimentar a peça, para uma grade ou suporte metálico sendo, então, introduzida, sobre este suporte, no forno de secagem. Com a ação térmica do forno (preferivelmente na forma de uma circulação forçada de ar quente), a peça adquire uma consistência suficiente para as subseqüentes operações de manuseio.

Da seção de secagem a placa bruta formada é transferida para a seção de queima, após remoção do feltro sobre o qual ela estava apoiada e aplicação de uma camada de material refratário na folha de papel ainda em contato com sua superfície, para proteção da placa durante a etapa de queima.

Durante esta etapa, antes da sinterização da matriz de ligação cerâmica, ocorre a incineração do papel que ainda cobre a superfície superior da placa bruta formada.

Na patente italiana No. 1 311 858 concedida em 2002, o método e instalação descritos acima foram adicionalmente melhorados colocando a mistura de partida, antes da etapa de vibrocompressão, entre duas folhas de papel-cartão ou papelão para absorver o excesso de água da mistura antes de sua transferência para as etapas de secagem e queima seguintes.

As duas folhas de papelão são removidas antes da secagem, virando-se a placa compactada, de modo que durante esta etapa a placa bruta formada se apóie somente em uma camada de tecido ou feltro poroso.

Durante a queima, por outro lado, a placa se apóia somente na superfície do forno por meio de uma camada refratária que tem uma função protetora temporária.

Finalmente, na patente Italiana No. 1 334 424, depositada em 4 de setembro de 2002, o método que foi gradualmente sendo melhorado foi adicionalmente modificado, formando a mistura inicial com areias cerâmicas

tendo um tamanho de grão de menos de 2,5 mm, preferivelmente de menos de 1 mm, e adicionando à mistura inicial fibras de material inorgânico de alto ponto de fusão, preferivelmente de vidro de alto ponto de fusão, de modo a melhorar as propriedades mecânicas das placas durante a secagem.

5 Para maiores detalhes referentes aos documentos citados acima, devem ser consultadas as publicações correspondentes.

No entanto, durante a aplicação industrial do processo resultante dessas várias melhorias gradualmente introduzidas, surgiram certas desvantagens e problemas parcialmente devidos às próprias modificações.

10 Em primeiro lugar, o uso de silicato de sódio provoca problemas durante a secagem já que exige tempos de secagem muito longos (de cerca de 36 horas ou mais), incompatíveis com um processo industrialmente prático, devido à formação de um vidrado nas superfícies da placa, que prejudica e torna mais lenta a evaporação da água. Além disso,
15 depósitos de silicato de sódio permanecem na superfície da placa e durante a etapa subsequente de queima produzem deposições vítreas na superfície, o que resulta na necessidade de uma usinagem específica, além das operações normais de acabamento.

20 A dificuldade de secagem também resulta na presença na superfície das placas, após a queima, de imperfeições na forma de bossas que podem ser evitadas somente com o uso de areia cerâmica com um tamanho de grão particularmente grande.

25 Um segundo problema refere-se à distribuição não uniforme das fibras de alto ponto de fusão que, em algumas áreas da mistura inicial e, portanto da camada depositada no molde, permanecem na forma de tufos.

Após queima, e portanto com o desaparecimento das fibras, macroporosidades permanecem na espessura e/ou também na superfície, e possuem a aparência de pequenas crateras da superfície. É, portanto, claro, que estes problemas e desvantagens são principalmente associados, por um

lado, com os tempos de secagem do silicato de sódio e sua ação fundente durante a queima e, por outro lado, com os defeitos que dependem dos aditivos de reforço da placa bruta formada como, precisamente, as fibras de vidro de alto ponto de fusão.

5 A presente invenção tem como objetivo solucionar estes problemas e desvantagens, enquanto mantém as vantagens já obtidas com as melhorias de processo mencionadas acima.

10 Foi verificado que o objetivo da invenção é conseguido, de maneira industrialmente vantajosa, se na mistura inicial, em lugar do silicato de sódio, for usada uma dispersão em fase aquosa de partículas de sílica coloidal de tamanho nanométrico, como aglutinante e componente líquido da mistura de areias cerâmicas com matriz cerâmica em forma de pó, e for usado em lugar das fibras de alto ponto de fusão, um aglutinante orgânico.

15 Com relação à primeira característica do método de acordo com a presente invenção, a saber, o uso, como aglutinante, de uma dispersão aquosa de sílica coloidal (também conhecida como silicasol), esta consiste de um aglutinante ecologicamente compatível, já usado em outros setores como moldes de areia para fundição.

20 Com o uso de silicasol é possível evitar o uso de fibras de reforço já que diferentemente do silicato de sódio, este não é um composto caracterizado por um alto grau de alcalinidade e, portanto permite o uso adicional de um aglutinante orgânico, como uma solução aquosa de álcool polivinílico ou uma celulose solúvel em água ou um açúcar.

25 A adição de um aglutinante orgânico aumenta vantajosamente a viscosidade do fluido na mistura e também tem duas características altamente positivas:

- primeiro, devido ao alto grau de pegajosidade / adesividade, a placa compactada a ser seca é suficientemente resistente às operações de manuseio para evitar a formação de falhas e trincas;

- segundo, o aglutinante orgânico se decompõe em uma temperatura na faixa de 300-400°C, i.e. numa temperatura muito mais baixa do que a temperatura máxima de queima da placa, de modo que ele é eliminado no interior do forno de queima antes da sinterização real dos pós cerâmicos, sem a formação do assim chamado "núcleo preto", isto é um resíduo similar a carbono que de outra maneira se formaria e poderia tornar-se visível na placa em detrimento das propriedades estéticas do produto final. Qualquer aglutinante orgânico é adicionado à mistura em uma quantidade de 20-60% do volume total do fluido de ligação.

10 A presente invenção considera realizar preferivelmente a deposição de uma camada da mistura de partida em um suporte temporário consistindo de um material permeável a gás e vapor que é substancialmente inextensível e é recuperado e reutilizado para ciclos de fabricação de placa subsequentes.

15 O termo "inextensível" ou "substancialmente inextensível" é entendido como se referindo a um material que sofre somente um montante mínimo de alongamento quando é submetido a uma tensão de tração aplicada ao longo de uma de suas extremidades paralelas ao plano, como a que é aplicada, por exemplo pelos dispositivos utilizados para segurar ou apertar o
20 suporte temporário com a camada de mistura depositada sobre ele, para transportá-lo.

Como suporte temporário é possível utilizar tecidos industriais fortes fabricados com fios muito rígidos que são resistentes às temperaturas de secagem da placa, que variam entre 80 e 140°C. Os fios que podem ser
25 usados para fabricar os tecidos industriais em questão podem ser sintéticos (como aqueles feitos de fibras de poliéster, poliamida e aramida) ou metálicos, em particular feitos de aço.

A estrutura substancialmente inextensível do suporte permite que este, com a placa compactada, seja transportado sobre uma superfície tipo

grade, preferivelmente metálica, sem ser submetido a quaisquer impactos que poderiam dar lugar à formação de defeitos que se tornariam aparentes mais tarde durante a secagem. Devido à estrutura permeável a gás e vapor do suporte temporário, evaporação da água da mistura é obviamente possível para a realização da secagem da placa compactada.

É também possível, como uma alternativa, usar um suporte temporário que não seja particularmente inextensível e/ou não seja permeável a gás e vapor, no caso em que a placa bruta formada, após compactada, pode ser virada, antes da secagem em cima de um suporte permeável.

Uma folha porosa, por exemplo, de papel-cartão ou papelão, é posta no fundo permeável da bandeja, antes do espalhamento da mistura, e uma folha similar de papel-cartão ou papelão é arranjada no topo da mistura, de modo que a mistura a ser compactada na forma de uma placa fique praticamente envolvida em um estojo de papel ou papelão que, sendo poroso e permeável a gás, permite a evaporação da água da mistura, para a realização da secagem da placa compactada.

As duas folhas de papel ou papelão são então eliminadas por meio de combustão durante a etapa envolvendo queima em alta temperatura da placa.

O uso de silicasol como aglutinante, imaginado pela presente invenção, evita a formação de uma camada vítrea na superfície da placa seca de modo que é possível aplicar de antemão sobre uma ou as duas folhas de papel ou papelão uma camada ou revestimento refratária fina que pode consistir de uma dispersão de pós de alto ponto de fusão em água, que é aplicada, por exemplo, por meio de pulverização, e então seca. Foi demonstrado que a camada refratária durante a etapa de vibrocompressão adere à superfície da placa com a qual ela está em contato e subsequentemente, após secagem da placa e combustão do papel, adere a essa superfície, formando, assim, uma camada protetora que evita a adesão da

placa aos rolos do forno de secagem nas zonas de alta temperatura.

Resumindo, então, o método de acordo com a presente invenção considera a preparação de uma mistura inicial (contendo areias cerâmicas com um tamanho de grão inferior a 2 mm e preferivelmente inferior a 1,2 mm, a assim denominada carga, isto é pós minerais escolhidos entre feldspatos, nefelinas, sienitas, misturados com argilas e/ou caulinitas, sendo que esses pós, depois da queima formam uma matriz cerâmica contínua, e um aglutinante), deposição da mistura inicial em um suporte temporário para a etapa de compactação por meio de vibrocompressão por vácuo, secagem e queima, método esse que é caracterizado pelo fato de o referido aglutinante consistir de silicasol, que pode ser misturado com um aglutinante orgânico, preferivelmente uma solução aquosa de álcool polivinílico.

Em termos de equipamentos, a presente invenção é caracterizada pelo fato que a deposição da camada de mistura inicial é preferivelmente realizada em um suporte temporário que é substancialmente inextensível e permeável a gás e vapor e sobre o qual, é arranjada, antes da deposição da mistura inicial, uma camada porosa protetora, consistindo, por exemplo, de uma folha de papel ou papelão.

De acordo com um outro aspecto da presente invenção, após deposição de uma camada de mistura inicial, um segundo filme protetor poroso, como uma folha de papel ou papelão, é depositado na superfície superior da camada de mistura, após o que a bandeja é transferida para a estação de vibrocompressão a vácuo.

Um filme de material refratário em uma suspensão aquosa ou revestimento é aplicado de antemão e seco na superfície de um dos dois papelões projetados para entrar em contato com a mistura, o referido filme, durante a secagem, aderindo à mistura de modo a formar uma camada protetora para a placa durante a queima, com a função de evitar a ligação

entre a placa e os rolos do transportador do forno de queima.

A placa compactada é então posta no topo de uma superfície do tipo grade, preferivelmente metálica, para secagem, por exemplo por meio de transporte do suporte inextensível sobre o qual a placa pode ser
5 vibrocompactada. Após secagem, a placa é transferida para o forno de queima.

Como pode ser entendido a partir da descrição que se segue de uma modalidade preferida da invenção, fornecida com referência aos desenhos anexos, as vantagens obtidas com a invenção são muitas e, destas,
10 as principais são as que se seguem:

(1) o uso de silicasol permite que os tempos de secagem sejam reduzidos para valores não superiores a 24 horas, não possui nenhum efeito fundente e não causa qualquer aumento na natureza vítrea ou fragilidade da placa após a queima;

15 (2) o uso de silicasol permite o uso, na mistura, de aglutinantes orgânicos viscosos e adesivos, evitando assim o uso de fibras de alto ponto de fusão e portanto evitando a formação de bossas e /ou macroporosidade;

(3) devido ao uso de um aglutinante orgânico na mistura, em particular álcool polivinílico, é possível evitar não só o uso de fibras de alto
20 ponto de fusão, mas também a formação de defeitos intrínsecos na placa final, evitando fissura durante a etapa de secagem;

(4) devido ao uso de silicasol, que evita a formação de uma camada superficial vítrea, é possível usar duas folhas de papel ou papelão para envolver a camada de mistura inicial antes da vibrocompressão, papelão
25 esse que é subsequentemente eliminado por meio de combustão;

(5) o uso de silicasol, evitando a formação de uma camada superficial vítrea, permite a aplicação de antemão, na superfície de uma das duas folhas de papel ou papelão em contato com a mistura, de uma camada ou revestimento refratária, que adere à superfície da placa após as etapas de

secagem e combustão do papel;

(6) devido ao uso de papelão, é possível usar um suporte permeável a gás substancialmente inextensível que é transportado para a grade metálica de secagem, evitando operações que podem danificar o produto envolvendo a virada da placa compactada.

(7) o uso de silicasol evita a formação de depósitos superficiais vítreos, que resultariam da impregnação de silicato de sódio residual no papelão de separação.

Os desenhos anexos mostram uma parte do aparelho de acordo com a invenção durante as várias etapas do ciclo de fabricação da placa. Mais especificamente:

- A Fig. 1 mostra de forma esquemática a seção da instalação onde a mistura de partida é espalhada nos suportes permeáveis e compactada por meio de vibrocompressão a vácuo;

- A Fig. 2 mostra a seção de secagem e queima da instalação; e
- A Fig. 3 mostra uma seção transversal ampliada da placa antes da etapa de secagem.

Com referência á Figura 1, 10 indica globalmente um anel de agregação que recebe as misturas preparadas em vários misturadores - situados à montante e não mostrados - que preparam misturas únicas usando os métodos indicados abaixo e as descarregam em um transportador de correias que, por sua vez supre o acumulador acima mencionado.

Cada misturador é suprido com uma mistura medida de areia consistindo de areias com diferentes tamanhos de grão (de até 0,1 mm, de 0,1 a 0,3 mm, de 0,3 a 0,6 mm e de 0,6 a 1,2 mm) nas quantidades calculadas usando uma fórmula, como a fórmula de Bolomy, por exemplo. A quantidade desejada da carga mencionada acima (preferivelmente uma mistura de nefelina/feldspato e caulim/caulinita) e finalmente uma mistura consistindo do aglutinante inorgânico consistindo do já mencionado silicasol e aglutinante

orgânico (preferivelmente uma solução aquosa de álcool polivinílico) são, então, supridos ao misturador.

Quando a placa a ser produzida consiste de misturas que são diferentes umas das outras, por exemplo e principalmente com diferentes cores, o anel de agregação tem a função de formar uma mistura única
5 contendo as misturas individuais que apesar disso mantêm seu caráter individual.

Detalhes adicionais referentes a este anel de agregação são fornecidos na Patente Italiana No. 1242777. A mistura que sai do anel de
10 agregação é alimentada por meio da correia transportadora 14 a um carregador/distribuidor 16 após passar por um dispositivo de trituração 18.

Outros detalhes referentes ao carregador / distribuidor podem ser obtidos do Pedido de Patente Internacional No. PCT/EP 2005/055736, enquanto que para o dispositivo de trituração pode ser feita referência ao
15 Modelo de Utilidade italiano No. 223042.

O carregador/distribuidor 16 realiza a deposição de uma camada de mistura 22 da espessura desejada sobre um suporte temporário inextensível permeável a gás e vapor 20 colocado em um sistema transportador, como uma correia transportadora acionada a motor 21, de
20 modo a realizar alimentação intermitente para levar cada molde a várias posições de operação sucessivas, identificadas por A, B, etc.

Como pode ser entendido com base na Figura 1, antes da deposição da camada de mistura 22, a superfície do suporte temporário 20 é coberta (posição A) com uma folha porosa de papel ou papelão 24. Uma
25 segunda folha de papel ou papelão 30 é colocada na mistura distribuída na posição consecutiva D.

Uma camada de material refratário 23 é aplicada antes (posição B) e seca na superfície de um dos dois papelões em contato com a mistura, e a camada de mistura 22 é, então nela depositada (posição C).

É possível e pode ser considerada a aplicação e secagem antecipada fora de linha da camada refratária sobre o papelão 24, que é, então, posicionada no suporte 20 na posição A, de modo que desta posição passe diretamente para a etapa indicada pela posição C. Na posição seguinte E a
5 camada de mistura 22 sofre compactação por meio da ação de uma prensa vibratória 31, enquanto ao mesmo tempo o suporte com a mistura é submetido a um vácuo residual na faixa de 20-40 mmbar.

A posição F mostra a placa bruta formada compactada sobre o suporte permeável, indicado globalmente pelo número de referência 32, e
10 pronta para as etapas subsequentes de secagem e queima mostradas na Fig. 2.

F1 indica a posição onde a placa com o suporte permeável é colocado na grade metálica 33 na qual ela será subsequentemente seca.

As placas brutas formadas são transportadas em transportadores para o forno de secagem (posição G), indicado de maneira
15 geral pelo número de referência 34, e são mantidas por algumas horas em uma temperatura adequada para eliminar a água presente e adquirir uma resistência mecânica suficiente para as operações de manuseio subsequentes.

Este resultado é também possível, como já mencionado, devido ao uso do aglutinante orgânico que possui uma pegajosidade /
20 adesividade maior, de modo que os componentes da mistura, e portanto a placa bruta formada são mais facilmente ligados uns aos outros.

Ao sair do forno de secagem a grade 33 com o suporte permeável e a placa seca é levado para a posição I onde é movimentada por um dispositivo de levantamento por sucção 36 (do tipo normalmente utilizado
25 durante a usinagem de materiais tipo placa para seu manuseio e movimento). Este dispositivo de levantamento remove a placa seca do suporte então a transfere para o forno de secagem 38.

Estações de resfriamento são fornecidas a jusante do forno de queima e de lá as placas seguem, então, para as linhas de usinagem e

acabamento.

Placas fabricadas com o método descrito acima possuem no final uma densidade de cerca de $2,4 \text{ kg/ dm}^3$ e uma resistência a flexão de cerca de 400 kg/cm^2 . Para fins de confirmação do exposto acima, duas placas foram produzidas com uma mistura tendo a seguinte composição volumétrica:

- Aglutinante: 20%
- Carga (mistura de caulinita e feldspato): 30%
- Areia cerâmica com tamanho de grão de 0,1 a 1,2 mm: 50%

Na primeira placa foi utilizada uma solução aquosa de silicato de sódio a 36 Baumè, enquanto na segunda placa foi utilizada uma mistura contendo 70% de silicasol e 30% de álcool polivinílico em uma solução aquosa como aglutinante. As duas placas, após compactação foram ambas secas em uma temperatura de 90°C : a primeira placa alcançou a condição seca em 36 horas, enquanto a segunda placa alcançou o estado seco em 24 horas.

As duas placas foram, então queimadas em uma temperatura de 1200°C . Após a queima, a primeira placa tinha bossas na superfície enquanto a segunda placa tinha uma superfície perfeitamente plana e lisa.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para fabricação de placas de material cerâmico, que compreende preparação de uma mistura inicial contendo areias cerâmicas com um tamanho de grão inferior a 2 mm, preferivelmente inferior a 1,2 mm, um aglutinante, e a assim chamada carga, a saber, pós minerais escolhidos entre feldspatos, nefelinas, sienitas, misturados com argilas e/ou caulinitas, sendo que esses pós, depois da queima formam uma matriz cerâmica contínua, deposição da mistura inicial em um suporte temporário para a etapa de compactação por meio de vibrocompressão por vácuo, secagem e queima, caracterizado pelo fato do referido aglutinante consistir de uma dispersão aquosa de sílica coloidal denominada silicasol.

2. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato que um aglutinante orgânico é misturado com o referido silicasol.

3. Método de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato que o referido aglutinante orgânico se encontra presente na mistura em uma percentagem na faixa de 20 a 60% do volume total.

4. Método de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato que o referido aglutinante orgânico é escolhido entre uma solução aquosa de álcool polivinílico, uma celulose solúvel em água ou um açúcar.

5. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato que a referida mistura inicial é depositada em uma folha de material poroso.

6. Método de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato que o referido material poroso é papel ou papelão.

7. Método de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato que o referido material poroso é revestido no lado em contato com a mistura com uma camada ou revestimento protetor refratário.

8. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato que o referido suporte temporário é inextensível e permeável a gás e

vapor e capaz de ser transportado junto com o material que ele carrega

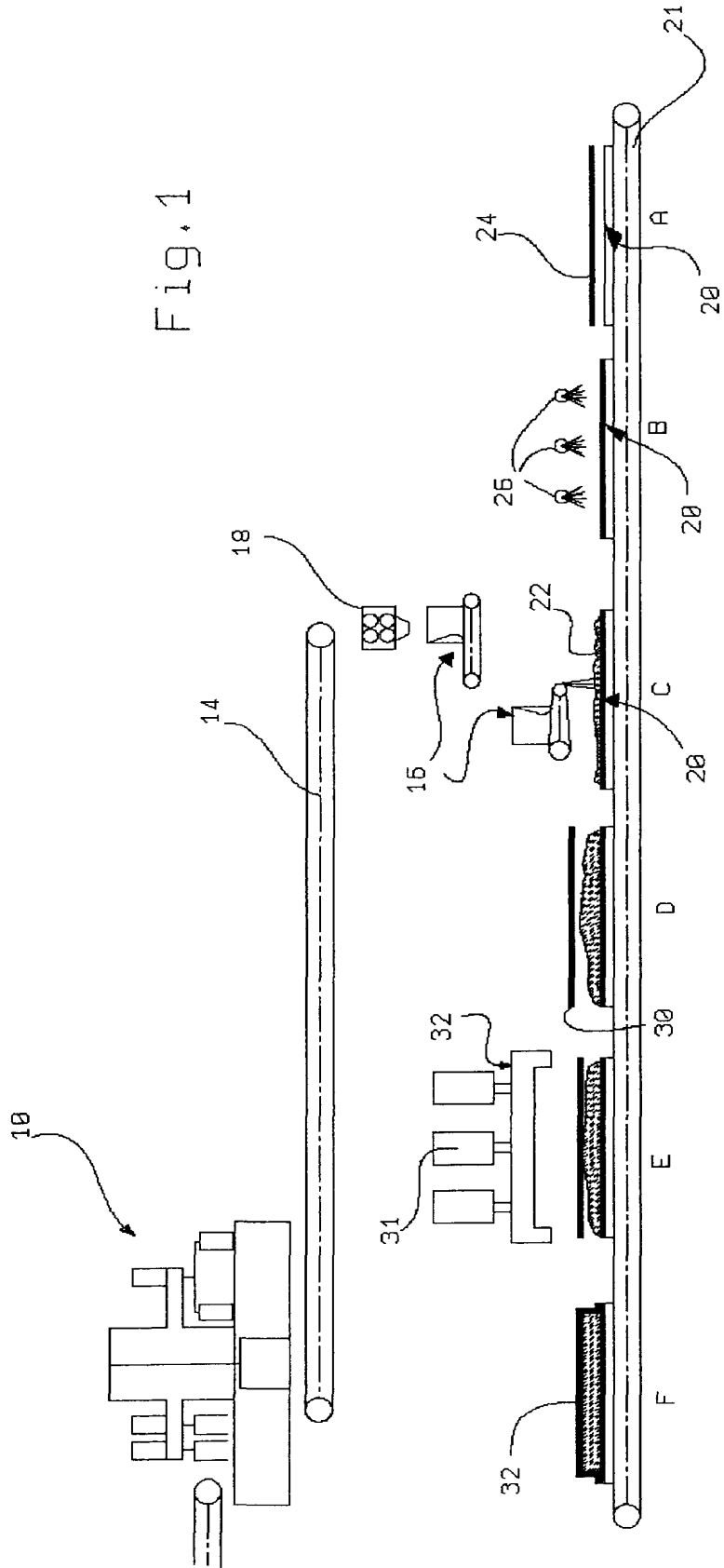
9. Método de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato que a referida folha porosa de material é, por sua vez, colocada sobre o referido suporte inextensível e permeável a gás e vapor.

5 10. Método de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato que, após a deposição de uma camada de mistura inicial, uma segunda folha de material poroso é colocada sobre sua superfície superior.

11. Método de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato que a referida segunda folha de material poroso é papel ou papelão.

10 12. Método de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato que a referida segunda folha de material poroso é revestida, no lado em contato com a mistura, com uma camada protetora refratária.

Fig. 1



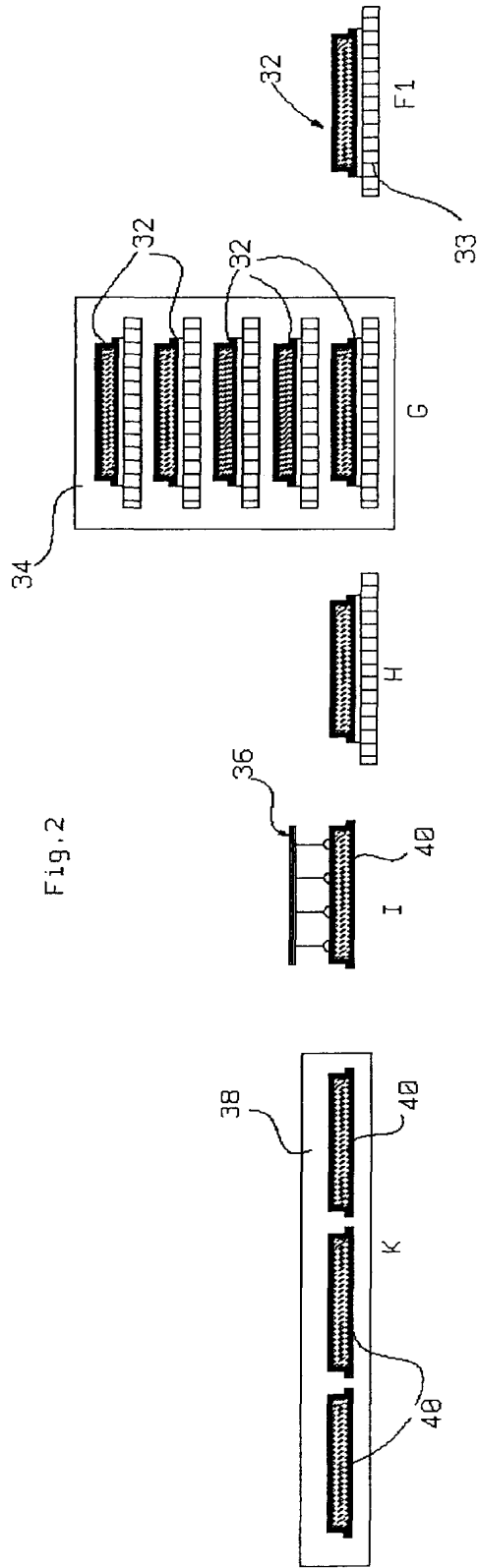
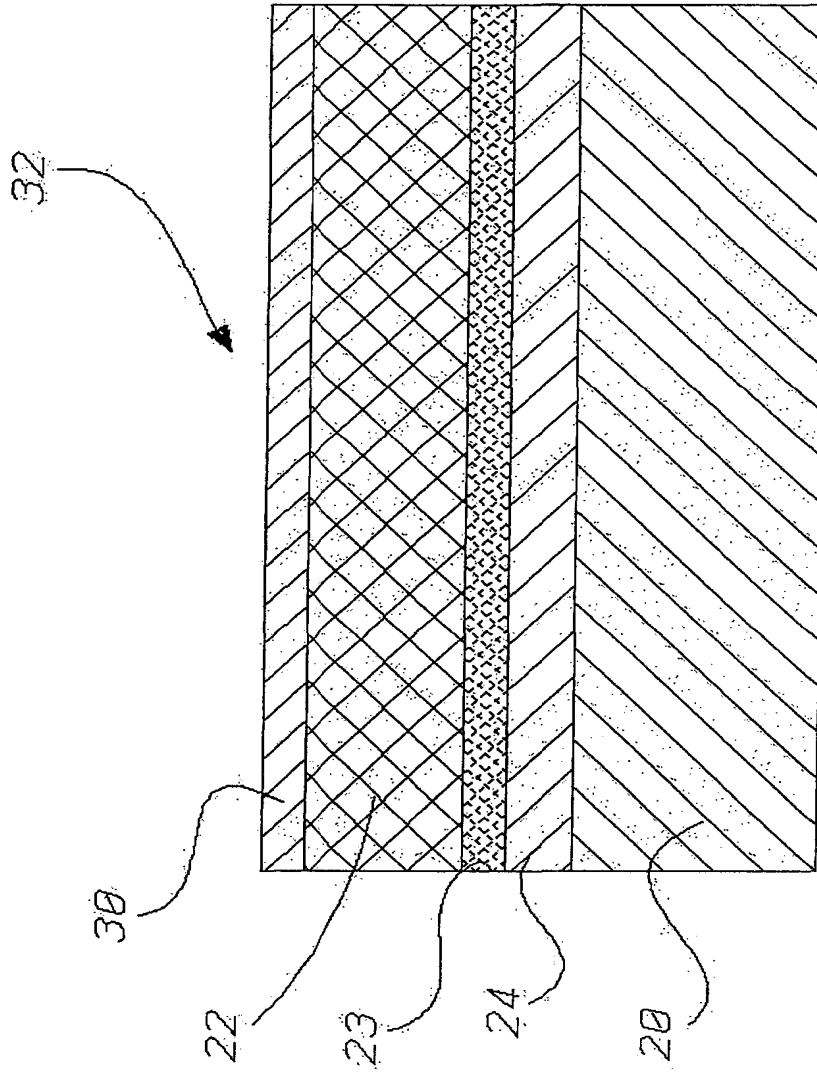


Fig. 2

Fig. 3



RESUMO**“MÉTODO PARA FABRICAÇÃO DE PLACAS DE MATERIAL CERÂMICO”**

5 No método para fabricação de placas de material cerâmico compreendendo preparação de uma mistura inicial contendo areias cerâmicas com um tamanho de grão de menos de 2 mm, preferivelmente de menos de 1,2 mm, um aglutinante, e a assim chamada carga, a saber, pós minerais escolhidos entre feldspatos, nefelinas, sienitas, misturados com argilas e/ou caulinitas, sendo que esses após queima formam uma matriz cerâmica

10 contínua, deposição da mistura inicial em um suporte temporário para a etapa de compactação por meio de vibrocompressão por vácuo, secagem e queima, é utilizado um aglutinante, que consiste de uma dispersão aquosa de sílica coloidal denominada silicasol.