



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(21) PI 0924073-0 A2



(22) Data do Depósito: 29/12/2009

(43) Data da Publicação Nacional: 11/08/2020

(54) **Título:** MANTA DE ISOLAMENTO DE FIBRAS INORGÂNICAS BISSOLÚVEIS SUBSTANCIALMENTE NÃO EXPANSIVA DE ALTA RESISTÊNCIA

(51) **Int. Cl.:** B01D 39/00; B01D 53/94; B01J 21/14; F01N 3/035.

(30) **Prioridade Unionista:** 05/01/2009 US 61/142,475.

(71) **Depositante(es):** UNIFRAX I LLC.

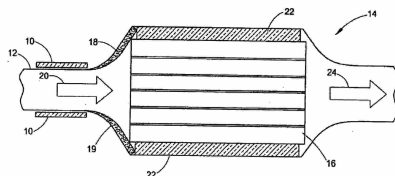
(72) **Inventor(es):** JOSEPH A. FERNANDO; KENNETH B. MILLER.

(86) **Pedido PCT:** PCT US2009006753 de 29/12/2009

(87) **Publicação PCT:** WO 2010/077360 de 08/07/2010

(85) **Data da Fase Nacional:** 05/07/2011

(57) **Resumo:** MANTA DE ISOLAMENTO DE FIBRAS INORGÂNICAS BISSOLÚVEIS SUBSTANCIALMENTE NÃO EXPANSIVA DE ALTA RESISTÊNCIA. Uma manta de isolamento com fibras inorgânicas bissolúveis de alta resistência (10) contém fibras de silicato de terra alcalina resistentes a altas temperaturas (42) e, opcionalmente, fibras inorgânicas não-respiráveis adicionais, caracterizada pelo fato de que a manta de isolamento (10) é dotada de uma estrutura de fibras de entrecruzamento parcial (42) e um teor de orgânicos de menos 20%, em peso, antes da exposição a temperaturas de ao menos 600°C. Um processo para a produção da manta de isolamento (10) inclui a preparação de papel úmido (30) ou folha compreendendo fibras resistentes a altas temperaturas (42) e, opcionalmente, ao menos um aglutinante orgânico ou aglutinante inorgânico; e entrelaçando ou enredando as fibras (42) no papel úmido (30) ou folha, antes da secagem.



**MANTA DE ISOLAMENTO DE FIBRAS INORGÂNICAS BIOSSOLÚVEIS
SUBSTANCIALMENTE NÃO EXPANSIVA DE ALTA RESISTÊNCIA**

CAMPO TÉCNICO

É fornecida uma manta de isolamento resistente à
5 vibração e a altas temperaturas que compreende fibras
inorgânicas bioossolúveis, adequadas para o uso em sistemas
de exaustão automotivos.

FUNDAMENTOS

Os conversores catalíticos e/ou filtros catalisados
10 particulados de diesel são convencionalmente incluídos no
sistema de exaustão de veículos automotivos a fim de
reduzir o nível de poluentes lançados no ar. Enquanto que
os conversores catalíticos utilizados hoje em dia
apresentam desempenho satisfatório, uma vez que sua
15 temperatura *light-off* é alcançada, existe um problema de
poluição durante o período de *light-off*. Por exemplo, foi
determinado que a maioria dos poluentes despejados na
atmosfera a partir de um sistema de exaustão de automotivo
que inclui um conversor catalítico são formados durante o
20 período de *light-off*.

Conforme aqui utilizado, a temperatura *luz-off* é a
temperatura na qual um conversor catalítico catalisa a
reação que ocorre no conversor com os gases de exaustão. O
período de *light-off* catalítico é o tempo necessário para o
25 conversor catalítico alcançar a sua temperatura *light-off*.
Se o calor dos gases de exaustão que viajam do motor para o
conversor catalítico pode ser retido por um período de
tempo mais longo que aquele em sistemas convencionais de
exaustão, o tempo necessário para a temperatura *light-off*
30 ser alcançada será reduzido. Isso reduziria a duração do

tempo que os poluentes de exaustão passam através do sistema de exaustão sem serem catalisados, e por sua vez, seria reduzida a quantidade de poluentes liberados para a atmosfera.

5 O uso de um tubo isolado do sistema de exaustão automotivo para a retenção do calor dos gases de exaustão, pelo menos, antes do contato desses com o conversor catalítico ou outro dispositivo catalítico de purificação de gases de exaustão, reduziria o período de light-off e
10 seria benéfico na redução da quantidade de poluentes descarregados na atmosfera. Por exemplo, um tubo de exaustão isolado é passível de uso no sistema de exaustão de um veículo movido por um motor de combustão interna a fim de conectar o motor ao conversor catalítico.

15 É conhecido o isolamento dos tubos de exaustão de motores automotivos, pela utilização de uma estrutura concêntrica do tipo tubo-em-tubo, com o espaço entre os tubos contendo o material de isolamento. Também foi sugerida a utilização de um cobertor ou uma manta de
20 isolamento fora do tubo de exaustão. As mantas propostas para esse uso incluem mantas compostas por fibras de sílica lixiviadas e mantas compostas por fibras cerâmicas policristalinas.

As mantas de sílica lixiviadas, no entanto, possuem
25 uma exposição com um limite de temperatura permitido, e uma desvantagem significativa no percentual de retração térmica que essas mantas sofrem quando expostas a temperaturas elevadas. As mantas de fibras de alumina policristalinas são geralmente muito mais caras, e possuem a desvantagem
30 adicional de exibição de um fraco desempenho de vibração.

Quando as mantas de fibras de alumina policristalinas são aquecidas em operação, o aglutinante orgânico, utilizado na preparação dos tapetes, é queimado. Essas mantas, então, irão expandir e desmoronar se não forem
5 adequadamente contidas sob pressão.

É desejável o fornecimento de uma manta de isolamento para sistemas de exaustão automotivos, que possa ser facilmente manuseada e instalada, e que minimize as questões reguladoras associadas à inalação de fibras de
10 óxido-cerâmica refratárias duráveis, mais tradicionalmente utilizadas.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

A Fig. 1 é uma visão transversal, esquemática, de uma parte de um sistema automotivo de tratamento de gases de
15 exaustão.

A Fig. 2 é uma visão transversal, esquemática e ampliada de uma manta úmida, submetida a uma operação de agulhagem.

A Fig. 3 é uma visão esquemática elevacional de uma
20 configuração de teste de análise térmica experimental.

A Fig. 4 é um gráfico que mostra retração linear de mantas de isolamento após a exposição térmica.

A Fig. 5 é um gráfico que mostra a resistência à tensão de mantas de isolamento, antes e após a exposição
25 térmica.

DESCRIÇÃO DETALHADA

É fornecida uma manta de isolamento resistente à vibração e a altas temperaturas, que compreende fibras inorgânicas resistentes a altas temperaturas, adequadas
30 para o uso em sistemas de exaustão automotivos. A manta

pode compreender fibras inorgânicas biossolúveis, em certas modalidades, resistentes até 1100°C.

A manta de isolamento é adaptada para conter a energia térmica dentro de sistemas de exaustão automotivos, de modo a permitir conversores catalíticos e/ou filtros particulados de diesel catalisados (DPF) para funcionar em condições ideais. Isto é, a manta contribui para o gerenciamento térmico e isolamento de sistemas automotivos de exaustão do módulo 'hot-end', contendo a energia térmica dentro do sistema de exaustão, de modo a tornar a catálise mais eficiente em um conversor catalítico ou filtro particulado de diesel.

Por exemplo, a manta de isolamento pode ser utilizada para o isolamento de tubos de exaustão utilizados para a entrega de gases de exaustão de um motor de combustão interna a um conversor catalítico em um sistema de exaustão automotivo, e pode ser adaptada a fim de permitir que os gases de exaustão atinjam a temperatura light-off do conversor catalítico em um curto espaço de tempo, e a fim de manter a temperatura de catálise durante o funcionamento do motor.

Além disso, a manta de isolamento, conforme aqui descrita, é passível de utilização como um isolamento de cone para um dispositivo de tratamento de gases de exaustão. Por exemplo, um dispositivo de tratamento de gases de exaustão normalmente compreende um alojamento, uma estrutura frágil posicionada dentro do alojamento, uma manta de montagem disposta entre a estrutura frágil e o alojamento, e conjuntos de cones finais de entrada e saída para a fixação de tubos de exaustão ou condutos para o

alojamento. Cada conjunto de cone final geralmente compreende um alojamento de cone final interno, um alojamento de cone final externo, e um isolamento de cone final que é descartado dentro da lacuna ou espaço entre os alojamentos de cones finais internos e externos. O isolamento do cone final é normalmente provido a fim de evitar a radiação do calor da região do cone final do dispositivo de tratamento de gases de exaustão, e a fim de proteger as extremidades voltadas para o cone final da manta de montagem disposta entre a estrutura frágil e o alojamento do dispositivo de tratamento dos gases de exaustão a partir da exposição aos gases quentes de exaustão.

De acordo com modalidades adicionais, a manta de isolamento pode ser auto-portável para disposição dentro de um cone final de um dispositivo de tratamento de gases de exaustão compreendendo um cone metálico externo e o isolamento de cone auto-portável. De acordo com essa modalidade, o conjunto de cone final não é fornecido com um cone metálico interno.

A manta de isolamento também pode ser utilizada para o isolamento térmico de outras seções do sistema de exaustão automotivo por razões de segurança, e/ou a fim de proteger e isolar os componentes plásticos e elétricos ao redor.

De acordo com algumas modalidades, a manta de isolamento compreende uma camada, lona ou folha, geralmente integral, substancialmente não expansiva, com resistência a altas temperaturas, fibras inorgânicas biossolúveis, tais como fibras de silicato de terra alcalina.

Entende-se por "substancialmente não-expansiva" que a

manta de isolamento não expande facilmente em com a aplicação de calor, como seria esperado com mantas contendo materiais intumescentes. É claro, algumas expansões da manta não ocorrem com base em seu coeficiente térmico de expansão, mas a quantidade de expansão é insubstancial mínima, em comparação à expansão das mantas que empregam quantidades úteis de material intumescente.

O termo "fibra inorgânica bioossolúvel" refere-se a fibras inorgânicas que são solúveis ou não decomponíveis em um meio fisiológico ou em um meio fisiológico simulado, tal como um fluido pulmonar simulado, soluções salinas, soluções salinas tamponadas, entre outros. A solubilidade das fibras pode ser avaliada através da medição da solubilidade das fibras em um meio fisiológico simulado em função do tempo. A biosolubilidade também pode ser estimada pela observação dos efeitos da implantação direta das fibras em animais de teste ou pelo exame de animais ou seres humanos que tenham sido expostos às fibras, i.e., biopersistência. Um método para a medição da biosolubilidade (i.e., a não-durabilidade) das fibras em meios fisiológicos é divulgado na patente norte-americana nº 5,874,375 atribuída à Unifrax I LLC, que é aqui incorporada por referência. Outros métodos são adequados para a avaliação da biosolubilidade de fibras inorgânicas. De acordo com certas modalidades, as fibras bioossolúveis apresentam uma solubilidade de ao menos 30 ng/cm²-h quando expostas como uma amostra de 0,1 g para 0,3 ml/min de fluxo de um fluido pulmonar simulado a 37°C. De acordo com outras modalidades, as fibras inorgânicas bioossolúveis podem apresentar uma solubilidade de ao menos 50 ng/cm²-h, ou ao

menos 100 ng/cm²-h, ou ao menos 1000 ng/cm²-h, quando expostas como uma amostra de 0,1 g para um fluxo de 0,3 ml/min de fluido pulmonar simulado a 37°C.

Outra abordagem para a estimativa da bioossolubilidade das fibras tem, por base, a composição das fibras. Por exemplo, a Alemanha classifica as fibras de óxido inorgânicas respiráveis com base em um índice de composição (valor de KI). O valor de KI é calculado por uma soma dos percentuais de peso dos óxidos alcalinos e alcalino-terrosos e a subtração de duas vezes o percentual de peso do óxido de alumínio em fibras de óxido inorgânicas. As fibras inorgânicas bioossolúveis possuem, normalmente, um valor de KI de cerca de 40 ou superior.

Sem limitação, os exemplos adequados de fibras inorgânicas bioossolúveis passíveis de utilização para o preparo de uma manta de isolamento para as várias partes de um sistema de exaustão automotivo, incluindo, entre outros, o isolamento do tubo de escapamento (*downpipe*) e o isolamento do cone final, inclui essas fibras inorgânicas bioossolúveis divulgadas nas patentes norte-americanas n. . 6,953,757, 6,030,910, 6,025,288, 5,874,375, 5,585,312, 5,332,699, 5,714,421, 7,259,118, 7,153,796, 6,861,381, 5,955,389, 5,928,075, 5,821,183, e 5,811,360, cada uma aqui incorporada por referência.

De acordo com certas modalidades, as fibras bioossolúveis de silicato de terra alcalina podem compreender o produto de fiberização de uma mistura de óxidos de magnésio e sílica. Essas fibras são comumente referidas como fibras de magnésio-silicato. As fibras de magnésio-silicato geralmente compreendem o produto de

fiberização de cerca de 60 a cerca de 90 %, em peso, de sílica, de mais de 0 a cerca de 35 %, em peso, de magnésia, e 5 %, em peso, ou menos, de impurezas. De acordo com certas modalidades, as fibras de silicato de terra alcalina compreendem o produto de fiberização de cerca de 65 a cerca de 86 %, em peso, de sílica, cerca de 14 a cerca de 35 %, em peso, de magnésia, 0 a cerca de 7 %, em peso, de zircônia, e 5 %, em peso, ou menos, de impurezas. De acordo com outras modalidades, as fibras de silicato de terra alcalina compreendem o produto de fiberização de cerca de 70 a cerca de 86 %, em peso, de sílica, cerca de 14 a cerca de 30 %, em peso, de magnésia, e 5 %, em peso, ou menos, de impurezas. Uma fibra de magnésio-silicato adequada é disponibilizada, comercialmente, pela Unifrax eu LLC (Niagara Falls, New York), com a marca registrada ®ISOFRAX. As fibras de magnésio-silicato geralmente compreendem o produto de fiberização de cerca de 70 a cerca de 80 %, em peso, de sílica, cerca de 18 a cerca de 27 %, em peso, de magnésia, e 4 %, em peso, ou menos, de impurezas.

De acordo com certas modalidades, as fibras biossolúveis de silicato de terra alcalina podem compreender o produto de fiberização de uma mistura de óxidos de cálcio, magnésio e sílica. Essas fibras são comumente referidas como fibras de cálcia-magnésia-silicato. De acordo com certas modalidades, as fibras de cálcia-magnésia-silicato compreendem o produto de fiberização de cerca de 45 a cerca de 90 %, em peso, de sílica, de mais de 0 a cerca de 45 %, em peso, de cálcia, de mais de 0 a cerca de 35 %, em peso, de magnésia, e 10 %, em peso, ou menos, de impurezas. As fibras de cálcia-

magnésia-silicato úteis são disponibilizadas comercialmente pela Unifrax I LLC (Niagara Falls, New York), com a marga registrada INSULFRAX. As fibras INSULFRAX geralmente compreendem o produto de fiberização de cerca de 61 a cerca de 67 %, em peso, de sílica, de cerca de 27 a cerca de 33 %, em peso, de cálcia, e de cerca de 2 a cerca de 7%, em peso, de magnésia.

Outras fibras de cálcia-magnésia-silicato adequadas são comercialmente disponibilizadas pela Thermal Ceramics (Augusta, Geórgia), com as designações comerciais SUPERWOOL 607 e SUPERWOOL 607 MAX. As fibras Superwool 607 compreendem cerca de 60 a cerca de 70 %, em peso, de sílica, de cerca de 25 a cerca de 35 %, em peso, de cálcia, e de cerca de 4 a cerca de 7%, em peso, de magnésia, e quantidades-traço de alumina. As fibras SUPERWOOL 607 MAX compreendem cerca de 60 a cerca de 70 %, em peso, de sílica, de cerca de 16 a cerca de 22 %, em peso, de cálcia, e de cerca de 12 a cerca de 19%, em peso, de magnésia, e quantidades-traço de alumina.

As mantas de isolamento podem incluir um aglutinante ou uma mistura de mais de um tipo de aglutinante. Os aglutinantes adequados incluem os aglutinantes orgânicos, os aglutinantes inorgânicos e misturas desses dois tipos de aglutinantes. De acordo com certas modalidades, as mantas de isolamento incluem um ou mais aglutinantes orgânicos. Os aglutinantes orgânicos podem ser fornecidos como um sólido, um líquido, uma solução, uma dispersão, um látex, ou uma forma semelhante. O aglutinante orgânico pode compreender um aglutinante termoplástico ou termofixo, que, após a cura, é um material flexível que pode ser opcionalmente

queimado fora de uma manta de isolamento instalada. Os
exemplos de aglutinantes orgânicos adequados incluem, entre
outros, látex de base aquosa, de acrílico ou (met)acrílico,
copolímeros de estireno e butadieno, vinilpiridina,
5 acrilonitrila, copolímeros de acrilonitrila e estireno,
cloreto de vinila, poliuretano, copolímeros de acetato de
vinila e etileno, poliamidas, silicones, e similares.
Outras resinas incluem as resinas flexíveis, de
termofixação e baixas temperaturas, tais como poliésteres
10 insaturados, resinas epóxi e ésteres de polivinila (tais
como látex de polivinilacetato ou polivinilbutirato).

O aglutinante orgânico pode ser incluído na manta de
isolamento em uma quantidade de 0 a cerca de 20 %, em peso,
com base no peso total da manta de isolamento. A ausência
15 de aglutinante orgânico, ou a utilização de quantidades
inferiores, tais como de cerca de 1 a cerca de 10 %, em
peso, auxilia na eliminação ou redução de desgaseificação
(*off-gassing*), que resulta de uma queima de aglutinante
durante a primeira partida do veículo.

20 Os solventes para os aglutinantes, se necessário,
podem incluir água ou um solvente orgânico adequado, tal
como acetona, para o aglutinante utilizado. A resistência
da solução do aglutinante no solvente (se utilizado) pode
ser determinada por métodos convencionais com base na carga
25 de aglutinante desejada e na trabalhabilidade do sistema de
aglutinante (viscosidade, teor de sólidos, etc.).

A manta de isolamento pode incluir fibras de
aglutinante polimérico em vez de, ou em combinação com, o
aglutinante resinoso ou líquido. Essas fibras de
30 aglutinante polimérico, se presentes, podem ser utilizadas

em quantidades que variam de mais de 0 a cerca de 20 %, em peso, de cerca de 1 a cerca de 15 %, em peso, ou de cerca de 2 a cerca de 10 %, em peso, com base em 100 %, em peso, da composição total, para o auxílio na ligação das fibras inorgânicas bioossolúveis juntas. Os exemplos adequados de fibras de aglutinantes incluem fibras de álcool polivinílico, fibras de poliolefinas tais como polietileno e polipropileno, fibras acrílicas, fibras de poliéster, fibras de acetato de etil vinila, fibras de nylon ou combinações dessas.

Além de aglutinantes orgânicos, as mantas de isolamento também podem incluir material aglutinante inorgânico. Sem limitação, os materiais aglutinantes inorgânicos adequados podem incluir dispersões coloidais de alumina, sílica e/ou zircônia, tais como sílica coloidal, alumina coloidal, zircônia coloidal, ou suas misturas. As sílicas coloidais, tais como aquelas disponibilizadas pela Nalco Chemical Company, são dispersões estáveis de partículas de sílica de tamanho nanométrico em água ou outro meio líquido. Os tamanhos de partículas de sílica coloidal podem variar de cerca de quatro a cerca de 100 nanômetros de diâmetro. A sílica coloidal pode ser estabilizada, como, por exemplo, com os íons de sódio ou amônia, e pode ter uma faixa de pH de cerca de 2 a cerca de 12.

Outros materiais aglutinantes inorgânicos opcionais e adequados incluem argila calcinada e/ou não calcinada como um auxílio ao processo de formação por via úmida, como por exemplo, entre outros, atapulgita, argila bola, bentonita, hectorita, caolininta, cianita, montmorilonita,

paligorsquita, saponita, sepiolita, silimanita, ou combinações dessas. Os tamanhos de partículas de aglutinante inorgânico de argila podem ter cerca de 150 microns ou menos, em algumas modalidades, menos de cerca de 45 microns.

De acordo com certas modalidades, a manta de isolamento pode compreender, opcionalmente, outras fibras inorgânicas não-respiráveis conhecidas (fibras inorgânicas secundárias), tais como fibras de sílica, fibras de sílica lixiviadas (contínuas a granel ou picadas), fibras de vidro-S, fibras de vidro-S2, fibras de vidro-E, fibras de vidro *fiberglass*, fibras minerais contínuas picadas (incluindo, entre outras, as fibras de basalto ou diabásicas) e suas combinações e similares, adequadas para as aplicações de temperatura particulares desejadas. Tais fibras inorgânicas podem ser adicionadas à manta de isolamento em quantidades maiores que 0 a cerca de 40 %, em peso, com base em 100 %, em peso, da manta total.

As fibras inorgânicas secundárias estão disponíveis para o comércio. Por exemplo, as fibras de sílica lixiviadas podem ser lixiviadas utilizando qualquer uma das técnicas conhecidas na arte, como, por exemplo, a submissão das fibras de vidro a uma solução ácida ou outra solução adequada para a extração dos óxidos de não-silicioso e outros componentes a partir das fibras. Um processo para fabricação de fibras de vidro lixiviadas é provido na patente norte-americana . 2,624,658 e no pedido de patente europeia nº 0973697. As fibras de vidro lixiviadas estão disponíveis sob a marca registrada BELCOTEX, da Fiber Materials GmbH, Alemanha, sob a marca registrada REFRASIL,

da Hitco Carbon Composites, Inc., de Gardena, Califórnia, e sob a designação PS-23 (R), da Polotsk-Steklovolokno, República da Bielorrússia.

As fibras de vidro-S2 contêm de cerca de 64 a cerca de 66 % de sílica, de cerca de 24 a cerca de 25 % de alumina, e de cerca de 9 a cerca de 10 % de magnésia. As fibras de vidro-S2 estão disponíveis comercialmente pela Owens Corning, Toledo, Ohio.

Em uma modalidade, a manta de isolamento é preparada por um processo de fabricação de papel, no qual as fibras podem ser misturadas com um aglutinante ou fibras de aglutinantes para a formação de uma mistura ou pasta (lama). Os componentes fibrosos podem ser misturados em um teor de sólidos ou consistência de cerca 0,25% a 5% (0,25-5 partes em sólidos para 99,75-95 partes em água). A pasta pode ser posteriormente diluída com água, a fim de aumentar a formação, e pode finalmente ser floculada com um agente floculante e produtos químicos de auxílio à retenção de drenagem. Outros componentes ou produtos químicos de fabricação de papel típicos podem estar presentes, tais como os modificadores de viscosidade, aglutinantes, e similares. A mistura ou pasta floculada pode ser colocada em uma máquina de fabricação de papel para que seja transformada em uma lona ou folha de papel contendo as fibras. Para uma descrição mais detalhada das técnicas de fabricação de papel, ver a patente norte-americana n° 3,458,329, cuja divulgação é aqui incorporada por referência. A manta de isolamento pode, alternativamente, ser formada pela fundição a vácuo da pasta.

Em uma modalidade do processo para a fabricação da

manta de isolamento, as fibras resistentes a altas temperaturas e os aglutinantes orgânicos/inorgânicos são enrolados a úmido (*wet-laid*) em um Rotoformer, e o papel ou folha ainda úmido (a) é, processado (a) através de um "agulheiro" ("needier"), antes de sua alimentação através de um forno para secagem. Esse processo inclui a agulhagem das fibras, de modo entrelaçá-las e emaranhá-las, enquanto ainda úmidas com a solução ou pasta aquosa de fabricação de papel, antes da secagem da folha. A manta de isolamento resultante é, portanto, densificada e reforçada, em comparação às folhas de isolamento do estado-da-técnica.

Em operações típicas de agulhagem de fibras (geralmente, imediatamente após a etapa de fiberização), um líquido lubrificante (normalmente um óleo ou outro material lubrificante orgânico) é utilizado para impedir a ruptura de fibras e auxiliar na movimentação e no emaranhamento de fibras. No processo atual, é a água do processo de fabricação de papel, de formação a úmido, a utilizada no auxílio ao processo de agulhagem.

Por agulhagem, entende-se como qualquer operação que fará com que as fibras sejam deslocadas da horizontal no papel ou folha, e estendam por um comprimento entre as superfícies opostas do papel ou folha. Um aparelho de agulhagem normalmente inclui uma superfície horizontal sobre a qual uma trama de fibras é fixa ou se move, e uma "tábua de agulhas" (*needle board*) que carrega um arranjo de agulhas que se estendem em orientação descendente. A tábua de agulhas alterna as agulhas para dentro e fora da trama, e reorienta algumas das fibras da trama em planos substancialmente transversais às superfícies da trama. As

agulhas podem empurrar as fibras através da trama a partir de uma direção, ou, por exemplo, pelo uso de barbelas (farpas) nas agulhas, podem tanto empurrar as fibras a partir do topo quanto puxar as fibras da base da trama.

- 5 Existe o fornecimento típico de um emaranhamento físico das fibras por penetração total ou parcial do papel ou folha de fibra pelas agulhas farpadas.

Adicionalmente, ou alternativamente, os métodos de hidro emaranhamento podem ser usados para o entrelaçamento
10 o emaranhamento das fibras. Em um processo de hidro emaranhamento, jatos de água pequenos, de alta intensidade, são impingidas em uma camada ou folha de fibras soltas, com as fibras sendo apoiadas sobre uma superfície perfurada, como, por exemplo, uma tela de arame ou cilindro perfurado.
15 Os jatos líquidos fazem com que as fibras, relativamente curtas e dotadas de pontas soltas, tornem-se reorganizadas, com ao menos algumas porções das fibras tornando-se fisicamente emaranhadas, envolvidas, e/ou entrelaçados em torno umas das outras.

20 Em certas modalidades, as fibras inorgânicas biossolúveis resistentes a altas temperaturas, tais como as fibras de silicato de terra alcalina terra alcalina ISOFRAX, possam apresentar um diâmetro médio de cerca de 1 micron a cerca de 3,5 microns; em algumas modalidades,
25 cerca de 2 a cerca de 2,5 microns. As fibras inorgânicas secundárias, tais como fibras de vidro-S2 podem apresentar um diâmetro médio de cerca de 5 microns a cerca de 15 microns; em algumas modalidades, cerca de 9 microns.

As fibras de silicato de terra alcalina podem variar
30 no comprimento, desde muito curtas, para serem efetivamente

agulhadas, a longas o suficiente para serem agulhadas, emaranhadas e entrelaçadas. Em certas modalidades, pelo método indireto de medição de comprimento do Volume de Sedimentação (SV, do inglês *settled volume*), a fibra inorgânica biossolúvel possui um comprimento mínimo correspondente a um SV mínimo de 300 ml. As fibras inorgânicas secundárias, tais como fibras de vidro-S2, podem ter um comprimento médio de cerca de 1/8 polegada (~0,32 cm) a cerca de 1,5 polegada (3,81 cm); em algumas modalidades, cerca de 0,5 polegada (1,27 cm).

Em determinadas modalidades, as fibras secundárias podem ajudar com a resistência de tensão e 'resistência de trama' em geral, contribuindo para um sistema de compósitos pelo qual as fibras secundárias de comprimento maior auxiliam no agulhagem da mistura de fibras. Sem a pretensão de vínculo por teoria, acredita-se que as fibras inorgânicas secundárias de comprimento maior auxiliam na formação de uma estrutura, ou "andaime" que sustenta todas as fibras juntas.

Após o agulhagem ou hidro emaranhamento do papel ainda úmido da ou manta fundida a vácuo, a manta é secada em um forno, por exemplo, entre outros, a cerca de 80°C até cerca de 700°C.

As mantas de isolamento podem ser fornecidas em forma de rolo, ou podem ser corte-vincadas (*die cut*). As mantas de isolamento são operáveis como folhas de isolamento resistentes em um perfil fino, proporcionando uma facilidade de manuseio, e de forma flexível, de modo a ser capazes de apresentar um envoltório total de ao menos uma parte do conjunto de gases de exaustão, caso desejado, sem

que haja a quebra.

Conforme mostrado na Figura. 1, em uma modalidade, a manta de isolamento de fibras de entrecruzamento 10 é adaptada para a disposição sobre a superfície externa de um tubo de exaustão automotivo 12 que liga o motor com um dispositivo de tratamento de gases de exaustão 14, tal como um conversor catalítico, Ou, conforme descrito, um filtro particulado de diesel (DPF), que pode incluir um substrato de carboneto de silício (SiC) 16. A manta de isolamento de fibras de entrecruzamento 10 é, portanto, exposta à extremidade quente do sistema de exaustão, próxima aos gases quentes de exaustão 20 que saem do motor de combustão interna (não mostrado).

A manta de isolamento 10, portanto, auxilia na manutenção do calor dos gases 20 até que eles passem através do dispositivo de tratamento dos gases de exaustão 14. O isolamento de cone 18, interno ou externo ao conector de entrada 19 entre o tubo de exaustão 12 e o dispositivo de tratamento dos gases de exaustão 14, também pode isolar termicamente os gases quentes de exaustão 20 do ambiente externo. O isolamento de cone 18 pode compreender uma manta de isolamento com fibras de entrecruzamento semelhante ou idêntica à manta de isolamento 10, ou pode, alternativamente, compreender uma composição de fibras diferente daquela da manta de isolamento de fibras de entrecruzamento 10.

O gases quentes de exaustão 20 passam através do dispositivo de tratamento de gases de exaustão 14, como, por exemplo, um filtro particulado de diesel (DPF), com um substrato de carboneto de silício (SiC) 16, que pode ser

montado no dispositivo de tratamento de gases de exaustão 14 por uma manta de suporte de isolamento 22. A manta de suporte 22 possui outras características necessárias do que aquelas da manta de isolamento 10. Como os gases de exaustão 20 passam através do dispositivo de tratamento de gases de exaustão 14, eles são, de maneira substancial, completamente convertidos em gases CO₂, H₂O e N₂ 24.

EXEMPLOS

As mantas de isolamento foram preparadas de acordo com a seguinte formulação e processo, e foram testadas em condições normalmente utilizadas para o teste de produtos automotivos de isolamento de tubos de escapamento.

Formulação

Fibra Lavada de silicato de terra alcalina Isofrax	77%
1/2 polegada de fibra de vidro-S2 picada	15%
Argila bentonita	3%
Aglutinante de Látex de Resina Acrílica	5%

Processo de fabricação de papel Rotoformer

Fibra Lavada,

Adicionamento de argila, fibra de vidro-S2, aglutinante, floculante

Formação a úmido no cilindro Rotoformer

Agulhagem a úmido

Secagem no forno

Folhas enroladas ou preparadas do produto de manta.

Teste de qualidade.

A etapa de agulhagem a úmido permite que uma fibra muito frágil seja tecida, sem haver quebra significativa. O agulhagem a úmido apresenta, ainda, alta resistência, mesmo após a queima do aglutinante orgânico como durante o

procedimento de teste abaixo discutido ou o funcionamento inicial do veículo, o que resulta em uma manta durável, mesmo sob condições de vibração pelas quais passa um sistema de exaustão automotivo.

5 Conforme mostrado na Figura. 2, o agulhagem inclui a passagem do papel formado 30 em uma condição ainda úmida entre uma placa de leito 32 e uma placa de extração (*stripper*) 34. A abertura 36 dentro de placa de leito 32 e a abertura 38 dentro de placa de extração 34 permitem a
10 passagem das agulhas farpadas 40 através dessas de maneira recíproca, conforme indicado pela seta 44. As agulhas 40 empurram e puxam as fibras 42 no papel 30 a fim de induzir um emaranhamento da orientação de entrecruzamento tridimensional às fibras 42, fortalecendo o papel 30, que é
15 posteriormente secado em um forno.

Conforme mostrado na Figura. 3, a manta de papel de isolamento 10 foi testada por suas propriedades térmicas, pelo envolvimento em torno de um tubo de exaustão de aço inoxidável 50 (SS304), juntamente com uma costura retrátil
20 54. O ar quente 52 passou através do tubo de aço inoxidável 50 a cerca de 600°C para a simulação do gás quente de exaustão em uma aplicação automotiva de tubo de escapamento. Tanto a manta de isolamento objeto 10 quanto uma manta tipo de sílica lixiviada foram instaladas com uma
25 espessura de 6 mm e um peso-base de 1000 g/m². As imagens térmicas foram tiradas aos 5, 10, 15 e 20 minutos, e os resultados finais foram obtidos aos 30 minutos. A imagem térmica do exterior da manta de isolamento 10 revelou uma temperatura da face fria de 91,7°C. Uma comparação foi
30 realizada para uma manta de sílica lixiviada, testada da

mesma forma, que exibiu uma temperatura da face fria de 105,9°C. A manta de isolamento 10 foi, portanto, mais eficiente na retenção da energia térmica dentro do tubo 50, em vez de permitir que essa se dissipasse para fora do sistema.

A fim de testar a retração, as amostras de uma manta de isolamento com fibras bioisoláveis e uma manta de fibras de sílica lixiviadas foram submetidas ao aquecimento a 1100°C, durante 24 horas. Conforme mostrado na Figura. 4, manta de fibras de sílica lixiviadas (referida como (II) na Fig. 4) retraiu cerca de 7%, enquanto que a manta de isolamento de fibras inorgânicos bioisoláveis (referida como (I) na Fig. 4) retraiu menos de 1%.

As amostras de uma manta de isolamento de fibras bioisoláveis, de uma manta de fibras de sílica lixiviadas, de uma manta de alumina policristalina, bem como de uma manta de isolamento de conversor catalítico não-intumescente foram testadas, a fim de determinar a força de tensão, tanto na condição verde (ou seja, secas, mas não submetidas ao calor da aplicação automotiva simulada de exaustão), quando após a exposição a 800°C. A Fig. 5 mostra os resultados dos testes em que (I) se refere à manta de isolamento com fibras bioisoláveis, (II) refere-se à manta de fibras de sílica lixiviadas, (III) refere-se à manta de alumina policristalina, e (IV) refere-se à manta de isolamento do conversor catalítico não-intumescente. Esses resultados indicam que a manta de isolamento de fibras bioisoláveis (I) sofreu a diminuição percentual mais baixa na resistência à tensão, após exposição à alta temperatura. Ademais, a manta de isolamento de fibras bioisoláveis (I)

apresentou a mais alta resistência à tensão, após a exposição, dentre as mantas testadas.

As amostras de uma manta de isolamento com fibras bioossolúveis e uma manta de alumina policristalina foram testadas para resistência à vibração, simulada para a reprodução da vibração sofrida em uma aplicação automotiva durante a vida útil da manta. As mantas foram, primeiramente, aquecidas a 700°C, por 10 horas. O protocolo de teste previu falha quando a mudança na frequência de vibração excedesse 10%. A manta de alumina policristalina falhou em cerca de 19 horas, enquanto que a manta de isolamento de fibras bioossolúveis exibiu uma frequência substancialmente constante para a duração do teste de 25 horas.

A manta de isolamento é feita com fibra bioossolúvel como seu principal constituinte. A manta de isolamento possui um custo unitário significativamente menor do que a manta de fibras de alumina policristalinas que são propostas para uso em aplicações automotivas de sistema de exaustão de gases. A manta de isolamento apresenta uma termo retração significativamente menor do que a de mantas preparadas a partir de um material de fibras de sílica lixiviadas. A manta de isolamento também é formulada para conter um menor teor de aglutinante orgânico, de modo que a geração de odor e fumaça é minimizada durante a partida inicial em uma aplicação automotiva.

O aglutinante pode ser adicionado à formulação da manta de isolamento a fim de facilitar o manuseio e a instalação. O aglutinante apresenta uma superfície mais lisa, menos irritante, além de flexibilidade. No entanto,

devido ao processo de agulhagem a úmido, utilizado na produção da manta de isolamento, não há uma dependência exclusiva em um aglutinante orgânico a fim manter a manta unida durante a produção, a instalação e a operação. Mesmo após a queima de qualquer aglutinante orgânico presente, a manta de isolamento ainda é mantida unida pela estrutura de fibras agulhadas da manta. Portanto, a manta de isolamento é resistente à vibração, mesmo em alta temperatura.

Diferentemente dos materiais da manta de montagem de conversores catalíticos, a manta de isolamento é passível de uso sem a necessidade de mantê-la sob qualquer pressão significativa. Em outras palavras, a manta de isolamento não necessita ser comprimida a uma densidade-alvo (densidade a granel da lacuna) para que permaneça intacta durante a operação em condições de temperatura e vibração típicas de um sistema automotivo de exaustão, sobretudo nas aplicações de isolamento de exaustão "hot-end". Todavia, no ambiente operacional típico, a manta de isolamento pode possuir uma cobertura fina, como uma folha fina de metal, a fim de protegê-la do impacto e do ambiente em geral. No entanto, a manta de isolamento não precisa ser selada contra o ambiente externo. Por exemplo, em certas aplicações, as extremidades podem ser expostas ao ar ou à umidade.

A manta de isolamento de fibra biossolúvel não-intumescente apresenta bons valores de isolamento (melhor do que a lacuna de ar), resistência à umidade e sal para durabilidade no ambiente automotivo, resistência à temperatura elevada (até de 1000°C), flexibilidade a fim de facilitar a instalação em torno de formas complexas, e

durabilidade de vibração radial aumentada. A manta de isolamento apresenta uma elevada resistência à tensão, suficiente para permitir que a manta permaneça no local, após a exposição à alta temperatura, e possui um teor baixo de orgânicos (em algumas modalidades, menos de cerca de 3%) para uma baixa queima de aglutinantes durante o aquecimento inicial e uma perda baixa na ignição. As mantas-objeto são menos dispendiosas do que as mantas de conversores de alto desempenho, tais como as mantas de alumina policristalina, e oferecem um desempenho superior.

As mantas de isolamento de fibras biossolúveis são úteis para o isolamento de aplicações de exaustão de automóveis, tais como tubos de escapamento, isolamento múltiplo e silencioso, bem como isolamento de cones de entrada e saída de conversores catalíticos. As mantas de isolamento também são adequadas para o uso como escudos de calor automotivos. As mantas de isolamento também podem ser utilizadas para envolver os elementos geradores de calor dentro de células de combustível.

As mantas de isolamento e os aparelhos ou dispositivos que incorporam a manta de isolamento não se encontram limitados às modalidades ilustrativas acima descritas, mas incluem variações, modificações e modalidades equivalentes, definidas pelas reivindicações a seguir. As modalidades descritas acima não são, necessariamente, a título subsidiário, posto que as diversas modalidades podem ser combinadas para o fornecimento das características desejadas.

REIVINDICAÇÕES

1. Manta de isolamento de fibras inorgânicas biossolúveis substancialmente não expansiva de alta resistência **caracterizada** pelo fato de que compreende
5 fibras de silicato de terra alcalina resistentes a altas temperaturas; ou fibras de silicato de terra alcalina resistente a altas temperaturas e fibras inorgânicas não respiráveis adicionais; onde a manta de isolamento possui
10 uma estrutura de fibras de entrecruzamento parcial e um teor de orgânicos de menos de 20% em peso antes da exposição a temperaturas de ao menos 600 °C.

2. Manta de isolamento, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada** pelo fato de que as referidas fibras biossolúveis compreendem o produto de
15 fiberização de magnésia e sílica.

3. Manta de isolamento, de acordo com a reivindicação 2, **caracterizada** pelo fato de que as fibras biossolúveis compreendem:

(a) o produto de fiberização de cerca de 65 a cerca
20 de 86 % em peso de sílica, cerca de 14 a cerca de 35 % em peso de magnésia, e 5 % em peso ou menos de impurezas; ou,

(b) o produto de fiberização de cerca de 70 a cerca
de 86 % em peso de sílica, cerca de 14 a cerca de 30 % em peso de magnésia, e cerca de 5 % em peso ou menos de
25 impurezas; ou,

(c) o produto de fiberização de cerca de 70 a cerca
de 80 % em peso de sílica, cerca de 18 a cerca de 27 % em peso de magnésia, e de 0 a 4 % em peso de impurezas.

4. Manta de isolamento, de acordo com a
30 reivindicação 1, **caracterizada** pelo fato de que as fibras

biossolúveis compreendem o produto de fiberização de cálcia, magnésia e sílica.

5. Manta de isolamento, de acordo com a reivindicação 4, caracterizada pelo fato de que as fibras
5 biossolúveis compreendem:

(a) o produto de fiberização de cerca de 45 a cerca de 90 % em peso de sílica, mais de 0 a cerca de 45 % em peso de cálcia, e mais de 0 a cerca de 35% em peso de magnésia; ou

10 (b) o produto de fiberização de cerca de 60 a cerca de 70 % em peso de sílica, de cerca de 16 a cerca de 35 % em peso de cálcia, e de cerca de 4 a cerca de 19% em peso de magnésia; ou,

15 (c) o produto de fiberização de cerca de 61 a cerca de 67 % em peso de sílica, de cerca de 27 a cerca de 33 % em peso de cálcia, e de cerca de 2 a cerca de 7% em peso de magnésia.

6. Manta de isolamento, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que a manta de
20 isolamento compreende cerca de 50 a cerca de 100 % em peso das fibras inorgânicas biossolúveis.

7. Manta de isolamento, de acordo com a reivindicação 6, caracterizada pelo fato de que as fibras inorgânicas não respiráveis compreendem ao menos uma de
25 fibras de sílica, fibras de sílica lixiviadas, fibras de vidro-S, fibras de vidro-S2, fibras de vidro-E, fibras de fibra de vidro, fibras minerais contínuas picadas, ou combinações dessas.

8. Manta de isolamento, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que compreende
30

ainda ao menos um aglutinante orgânico, ao menos um aglutinante inorgânico, ou uma combinação desses.

9. Manta de isolamento, de acordo com a reivindicação 8, caracterizada pelo fato de que o aglutinante orgânico compreende ao menos um dos látex de acrílico ou (met)acrílico, copolímeros de estireno e butadieno, vinilpiridina, acrilonitrila, copolímeros de acrilonitrila e estireno, cloreto de vinila, poliuretano, copolímeros de acetato de vinila e etileno, poliamidas, silicones, poliésteres insaturados, resinas epóxi, ésteres de polivinila, acetato de polivinila, butirato de polivinila, fibras de álcool polivinílico, fibras de polietileno, fibras de polipropileno, fibras acrílicas, fibras de poliéster, fibras de acetato de etil vinila, fibras de nylon, ou suas combinações.

10. Manta de isolamento, de acordo com a reivindicação 8, caracterizada pelo fato de que o aglutinante inorgânico compreende ao menos um dentre sílica coloidal, alumina coloidal, zircônia coloidal, ou suas misturas.

11. Manta de isolamento, de acordo com a reivindicação 8, caracterizada pelo fato de que o aglutinante inorgânico compreende argila; opcionalmente, em que a argila compreende atapulgita calcinada e/ou não calcinada, argila bola, bentonita, hectorita, caolininta, cianita, montmorilonita, paligorsquita, saponita, sepiolita, silimanita, ou combinações dessas.

12. Manta de isolamento, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que a manta de

isolamento envolve um tubo de escapamento de um sistema de exaustão automotivo.

13. Manta de isolamento, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que a manta de
5 isolamento compreende um isolamento de cone.

14. Processo para a produção da manta de isolamento conforme definida em qualquer uma das reivindicações 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 e 13, caracterizado pelo
10 fato de que compreende preparação de um papel úmido ou folha compreendendo as fibras resistentes a altas temperaturas; ou as fibras resistentes a altas temperaturas e ao menos um aglutinante orgânico ou aglutinante inorgânico; e o entrelaçamento ou emaranhamento das fibras no papel ou folha úmida antes da secagem.

15 15. Processo, de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de que o entrelaçamento ou emaranhamento compreende ao menos a agulhagem ou hidro emaranhamento do papel ou folha úmida.

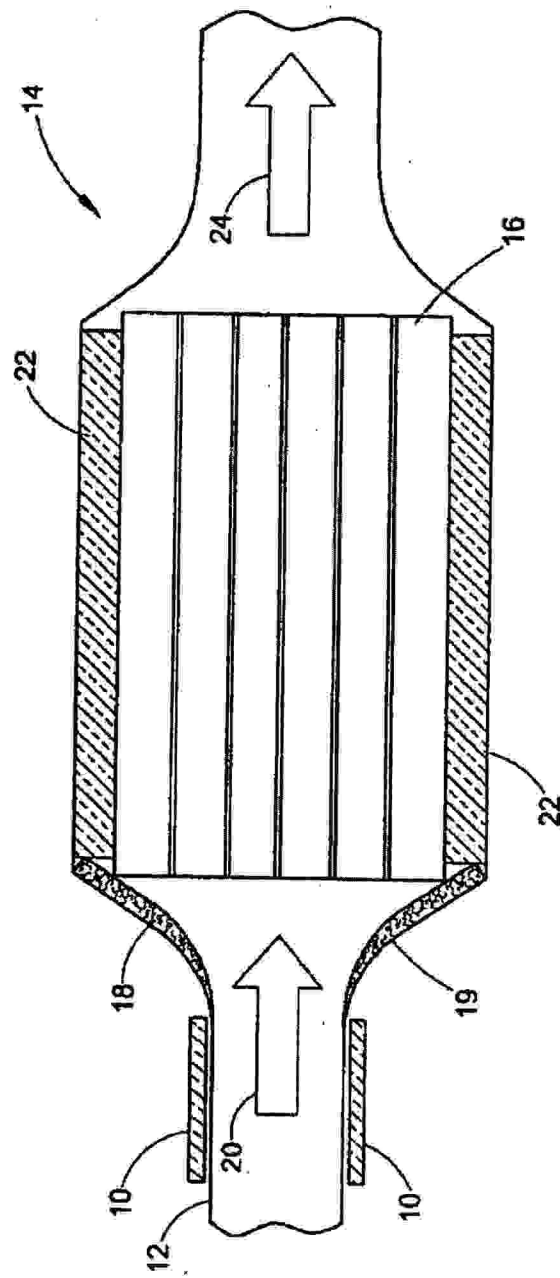


FIG. 1

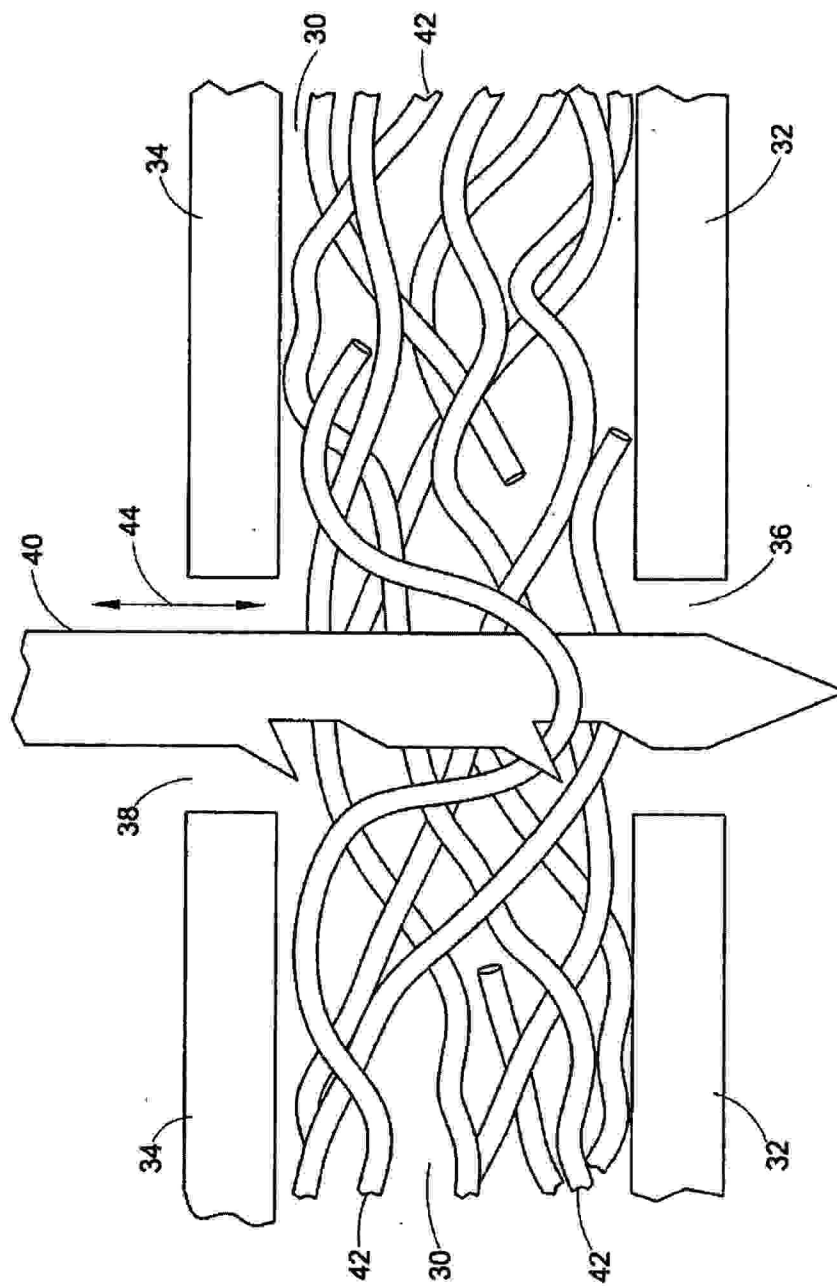


FIG. 2

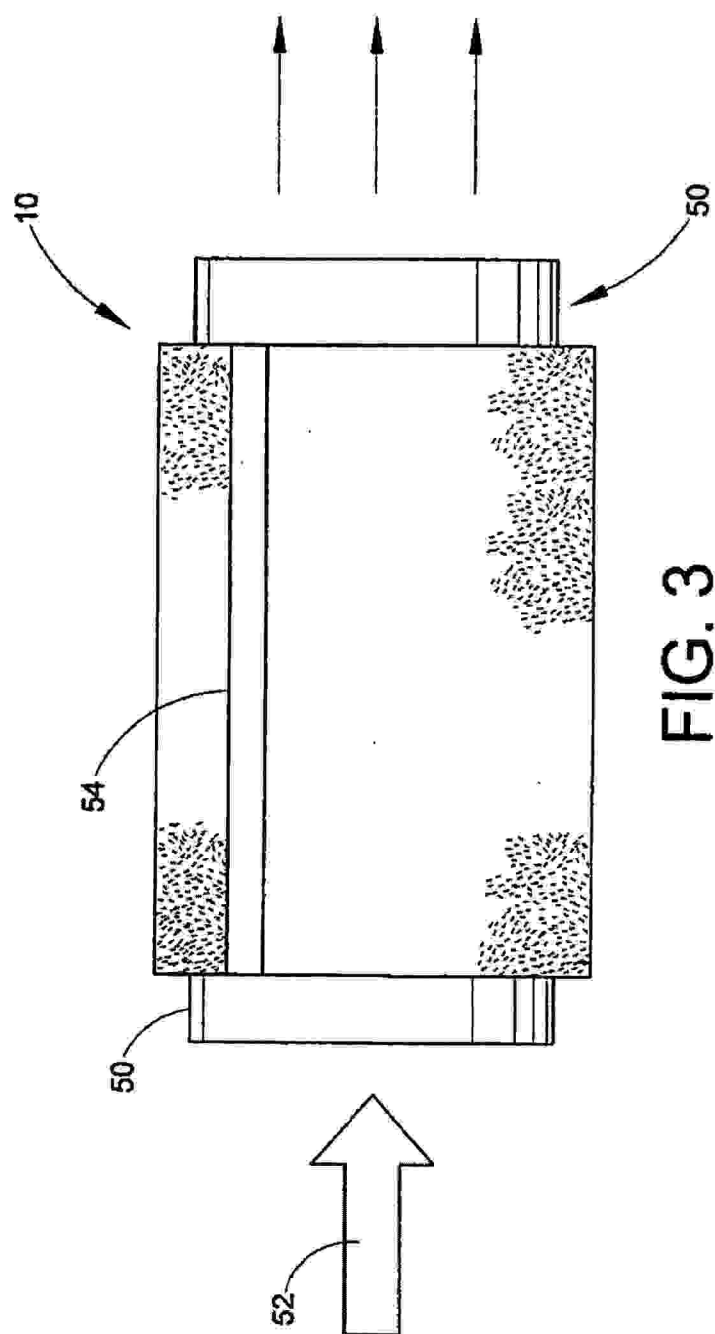


FIG. 3

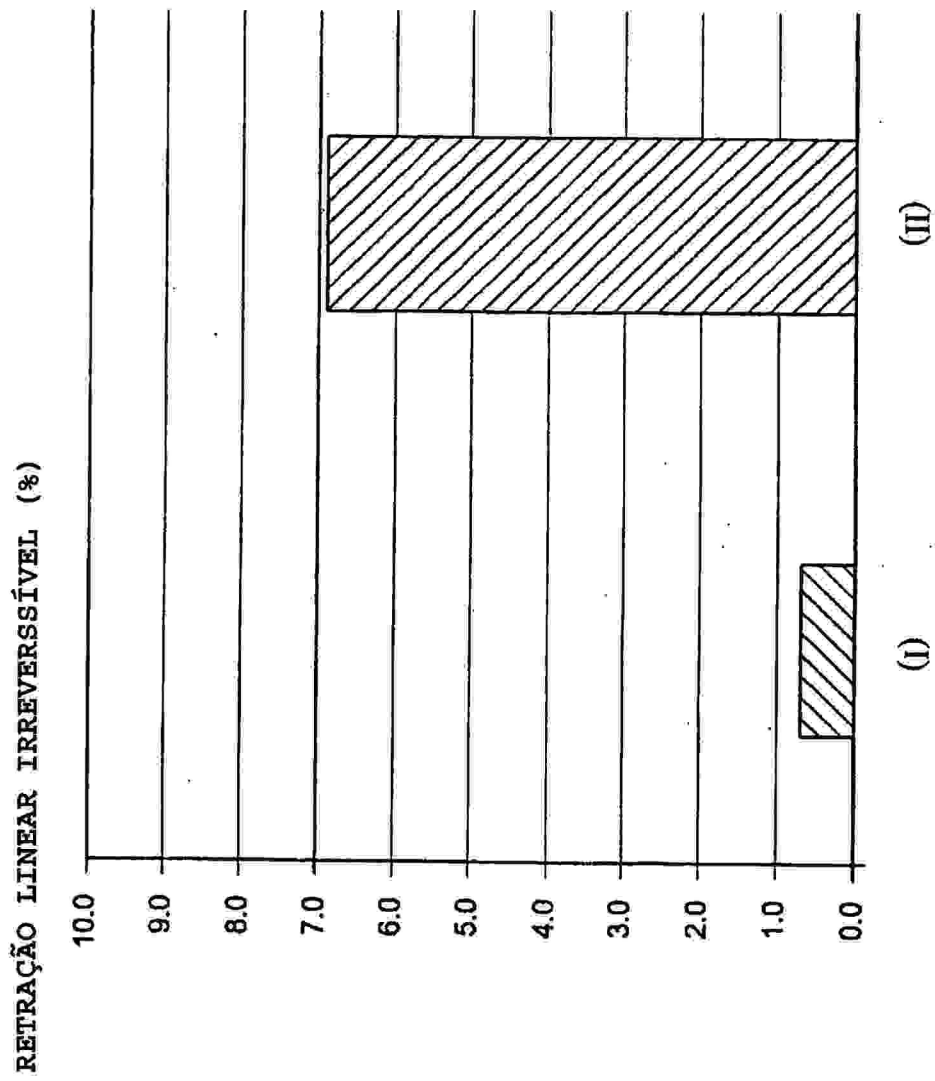


FIG. 4

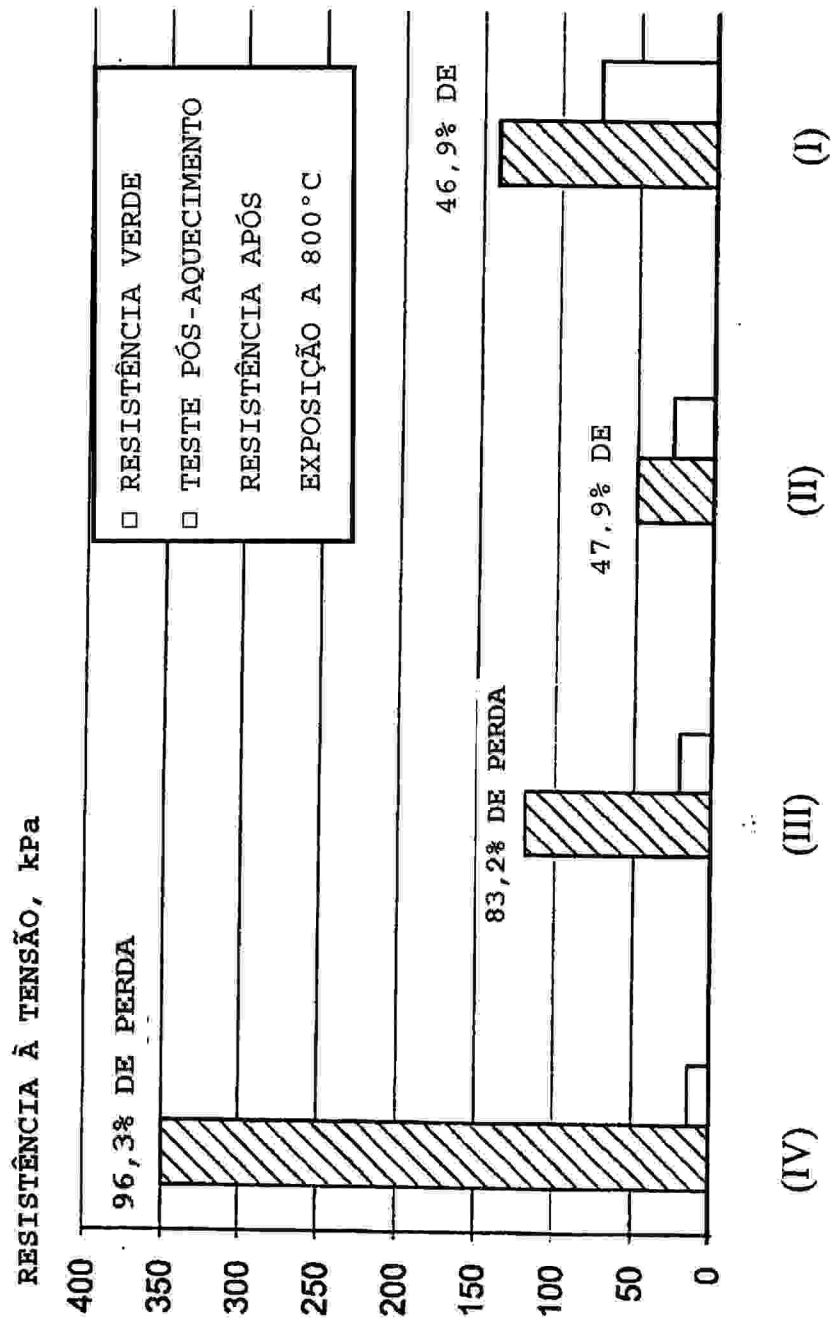


FIG. 5

**MANTA DE ISOLAMENTO DE FIBRAS INORGÂNICAS BIOSSOLÚVEIS
SUBSTANCIALMENTE NÃO EXPANSIVA DE ALTA RESISTÊNCIA**

Uma manta de isolamento com fibras inorgânicas biossolúveis de alta resistência (10) contém fibras de silicato de terra alcalina resistentes a altas temperaturas (42) e, opcionalmente, fibras inorgânicas não-respiráveis adicionais, caracterizada pelo fato de que a manta de isolamento (10) é dotada de uma estrutura de fibras de entrecruzamento parcial (42) e um teor de orgânicos de menos de 20%, em peso, antes da exposição a temperaturas de ao menos 600°C. Um processo para a produção da manta de isolamento (10) inclui a preparação de papel úmido (30) ou folha compreendendo fibras resistentes a altas temperaturas (42) e, opcionalmente, ao menos um aglutinante orgânico ou aglutinante inorgânico; e entrelaçando ou enredando as fibras (42) no papel úmido (30) ou folha, antes da secagem.