

(12) FASCÍCULO DE PATENTE DE INVENÇÃO

(22) Data de pedido: 2005.02.24	(73) Titular(es): LUIGI PEDRINI	
(30) Prioridade(s):	VIA SGARUGA, 19 24060 CAROBBIO DEGLI	
(43) Data de publicação do pedido: 2007.11.14	ANGELI	IT
(45) Data e BPI da concessão: 2008.07.02 197/2008	(72) Inventor(es): LUIGI PEDRINI	IT
	(74) Mandatário: GONÇALO DA CUNHA FERREIRA AV. ENG. DUARTE PACHECO, TORRE 1 - 3º 1070-101 LISBOA	PT

(54) Epígrafe: **MÉTODO PARA A CONSOLIDAÇÃO DE ROCHAS ORNAMENTAIS**

(57) Resumo:

DESCRIÇÃO

MÉTODO PARA A CONSOLIDAÇÃO DE ROCHAS ORNAMENTAIS

A presente invenção relaciona-se com um método para a consolidação de rochas ornamentais, principalmente, mas não exclusivamente, utilizadas em construções tanto para pavimentos como revestimentos, realizado por meio da utilização de soluções aquosas de silicato solúvel. O método é aplicado enquanto se trabalha com rochas ornamentais tanto em produtos semi-acabados como em produtos finais. A invenção também se relaciona com os meios que permitem que o método de consolidação seja implementado.

O tratamento de consolidação é necessário no material rochoso em forma de placas uma vez que o seu primeiro objectivo é vedar as porosidades e as fracturas da rocha e, assim, melhorar as propriedades mecânicas do produto semi-acabado, particularmente a resistência à flexão e os módulos de elasticidade. Além disso, a consolidação permite que sejam obtidos, por exemplo, produtos semi-acabados mais fortes adequados para suportar todos os passos seguintes de trabalho que expõem a rocha a altas tensões mecânicas para obter-se produtos finais com propriedades mecânicas mais elevadas do que produtos semelhantes não tratados. Além disso, o tratamento é dirigido no sentido de melhorar a aparência da rocha ornamental realizando um polimento melhorado, acentuando as cores naturais da rocha.

O estado da técnica anterior compreende vários métodos para consolidar rochas ou materiais rochosos em placas impregnando-os com produtos fluidos ou semelhantes; estes podem ser divididos em duas famílias de métodos; a impregnação de resina e a impregnação de solução aquosa de silicato.

O tratamento do material rochoso por meio de resinas é bem conhecido e habitualmente utilizado. O material a ser impregnado pode ser inserido numa câmara, imerso na resina e, depois, a câmara é posta sob pressão para auxiliar a resina, de um modo geral muito viscosa, a penetrar no material.

A Patente DE 3930281 descreve um método em que a penetração da resina é obtida por meio do aquecimento do material em placa para a sua total desidratação e, depois, aspirando a câmara antes de imergir a placa no fluido de impregnação, o método sendo completado pela catálise da resina numa fornalha.

Outras patentes, uma das mais recentes destas sendo o Pedido de patente US 2004/0076771, descrevem o método de impregnação de placa com uma finalidade de reparação ou estética em que as placas são aproximadas verticalmente com folhas interpostas de material que absorvem a resina e pelo menos uma folha de material plástico não sendo afectado pela acção da resina, tudo isto para a desmontagem seguinte do bloco assim formado depois da impregnação. Esta impregnação ocorre depois do aquecimento das placas a serem trabalhadas, compondo o bloco em equipamento modular que pode ser feito estanque, impregnando com a resina à pressão atmosférica e a uma pressão mais elevada, vedando o referido equipamento e controlando a absorção da resina pelos referidos blocos de placas durante o processo.

No entanto, a utilização de resinas tem uma série de desvantagens, principalmente pelo facto das mesmas serem tóxicas, poluentes, dispendiosas; depois de serem utilizadas num único processo as mesmas não podem ser recicladas e necessitam de dispositivos diferentes e passos de processo subsequentes, principalmente por causa do manchamento da máquina e das

instalações, da necessidade de reduzir a um mínimo a área à volta do material sendo tratado a fim de reduzir a resina sendo utilizada e o custo bem como a necessidade de passos muito complicados para aproximar e separar as placas do bloco de placas a serem tratadas.

Para solucionar estes problemas são utilizadas na técnica soluções de silicato alcalino como um consolidante. São bem conhecidas as propriedades de consolidação do silicato alcalino que provam e melhoram as características mecânicas de moeduras, compostas de pós inorgânicos e materiais rochosos. Composições de solução de silicato alcalino diferentes são descritas na técnica de acordo com a função e tipo do material, bem como a configuração da rocha. Em muitos casos outras substâncias e compostos são adicionados à solução de silicato alcalino, com base na necessidade em controlar parâmetros diferentes de consolidação, tais como a viscosidade da solução, o tempo de endurecimento, as características de impermeabilidade. A impregnação da solução no material ocorre numa pressão mais elevada do que a pressão atmosférica.

De facto, um método é conhecido na técnica, por meio da Patente EP 651842 que descreve uma impregnação de silicato para consolidar placas ou folhas de material rochoso por meio de soluções de silicato alcalino. A impregnação é realizada por meio da aplicação de uma pressão à solução, com valores mínimos de 0,8 Mpa (8 bars) até, e preferencialmente, de 15 Mpa (150 bars).

No entanto, a utilização do referido método com silicatos requer a utilização de quantidades convenientes de aditivos a fim de não obter tempos de endurecimento muito prolongados. Deste modo, as soluções de silicato alcalino sendo utilizadas para impregnação só podem ser utilizadas por tempos limitados, isto é, no máximo um ou dois dias. Além disso, ao contrário do que foi enfatizado na

descrição da patente, a acção da pressão não permite que seja obtida uma solidificação do silicato sem defeitos, uma vez que o gás e o vapor nas fissuras e micro-porosidades da placa a ser trabalhada, devido a alta pressão, são reduzidos a micro cavidades no silicato solidificado tornando menor a sua resistência mecânica e, subsequentemente, a da placa impregnada.

Este estado da técnica anterior está sujeito a muitas melhorias no que diz respeito à possibilidade de realizar um tratamento que permite que as porosidades e fracturas da rocha sejam vedadas e, deste modo, as propriedades mecânicas do produto semi-acabado sejam melhoradas, em particular a resistências à flexão e o módulo de elasticidade, a fim de suportar todos os passos de trabalho que expõem as placas a elevadas tensões mecânicas.

Uma outra melhoria refere-se à obtenção de produtos finais com propriedades mecânicas mais elevadas do que produtos semelhantes não tratados e, com um nível tal que dificilmente podem ser encontrados na natureza. E, não menos importante, a melhoria do tratamento permite que as propriedades estéticas da rocha ornamental sejam melhoradas assegurando um melhor resultado da operação de polimento, bem como acentuando as cores naturais da rocha.

Do mencionado acima, resulta a necessidade de solucionar o problema técnico de realizar um método de tratamento por impregnação da rocha natural ou placas ou lâminas de material rochoso, que permite que a consolidação do mesmo seja obtida de modo a superar as desvantagens dos métodos conhecidos. Além disso, um objectivo principal do presente tratamento é vedar as porosidades e fracturas da rocha e, deste modo, melhorar as propriedades mecânicas do produto semi-acabado de modo a suportar

todos os passos de trabalho seguintes que expõe a rocha a altas tensões mecânicas.

Além disso, um outro objectivo é fazer produtos finais com propriedades mecânicas mais elevadas do que produtos semelhantes não tratados, bem como obter uma aparência de rocha ornamental melhorada.

Além disso, um segundo objectivo, porém não menos importante, é produzir soluções de silicato alcalino para impregnar materiais rochosos em placas ou lâminas tendo uma estabilidade e uma duração média mais alta do que as soluções conhecidas.

Finalmente, por último mas igualmente importante, é um objectivo realizar uma instalação e equipamento específico para implementar o tratamento de consolidação, permitindo que o tratamento seja realizado com uma capacidade de produção industrial suficiente: isto é, tornando os passos do tratamento não apenas possíveis, como também económicos de realizar.

A invenção soluciona o referido problema técnico, adoptando: um método de consolidação de rochas ornamentais em forma de placa, em forma de lâmina ou em forma de elemento modular, compreendendo: a impregnação através da pressão criada no ambiente de tratamento por meio de uma solução de silicato alcalino em que o material a ser tratado é imerso durante um tempo suficiente para a total penetração em fissuras e micro-porosidades da superfície do mesmo; caracterizado por compreender os seguintes passos:

- um tratamento preliminar do material por aspiração;
- uma permanência do passo de tratamento preliminar durante tempo suficiente, até alcançar o valor de vácuo desejado,

- para extrair os gases, vapores e pós existentes nas referidas fissuras e micro-porosidades;
- uma injeção da solução de impregnação na mesma câmara de tratamento preliminar a vácuo, com uma solução de silicato alcalino adequada para o litotipo da rocha a ser tratada e para o objectivo mecânico-estético visado pela impregnação;
 - a manutenção da câmara de tratamento sob vácuo durante a injeção;
 - um passo de impregnação sendo mantido por tempo suficiente para que a solução penetre nas referidas fissuras e micro-porosidades sempre sob vácuo.

Além disso, adoptando, numa forma de realização preferida: depois da impregnação, um passo de secagem do material tratado a uma temperatura ligeiramente excedendo à temperatura ambiente durante pelo menos um dia.

Outras características do método adoptado tornar-se-ão mais evidentes a partir da seguinte descrição e reivindicações.

Adoptando, numa forma de realização preferida: um dispositivo para a manipulação e armazenamento das rochas ornamentais em forma de placa, em forma de lâmina ou em forma de elemento modular, a ser utilizado no método de consolidação, compreendendo: uma armação para suportar e prender um grupo de materiais em forma de placa, em forma de lâmina ou em forma de elemento modular a ser trabalhado; caracterizado por ter, pelo menos uma estrutura fechada a circundar as bordas laterais da superfície dos referidos materiais a serem trabalhados em que formações múltiplas de, pelo menos três ou mais dedos são proporcionadas na parte interna do referido formato fechado, alinhadas e orientadas na direcção do referido formato fechado, para definir uma distância constante e predeterminada, com

base na área de superfície do material a ser tratado, entre duas placas, lâminas ou elementos modulares adjacentes mantidos em posição entre dos dedos do referido dispositivo.

Além disso, adoptando, numa forma de realização preferida: um dispositivo dispondo numa direcção sub-vertical ou vertical as placas, lâminas ou elementos modulares.

Outras características do dispositivo de manipulação e armazenamento adoptado tornar-se-ão mais evidentes a partir da seguinte descrição e reivindicações.

Adoptando, numa forma de realização preferida: instalações para implementar o método para consolidar as rochas ornamentais em forma de placa, em forma de lâmina ou em forma de elemento modular de uma maneira industrial com uma produção e rendimento economicamente lucrativo, caracterizado por compreender:

- uma estação de carga/descarga dos materiais a serem trabalhados compreendendo pelo menos um dispositivo de manipulação para recolher e posicionar sobre um dispositivo de manipulação e armazenamento os referidos materiais; pelo menos uma correia para recolher e manipular o grupo de materiais alojado sobre o dispositivo desde a estação de carga/descarga na direcção de uma estação de tratamento preliminar e de impregnação;
- pelo menos uma câmara de vácuo em que o referido grupo é alojado durante os passos de tratamento; pelo menos um ou mais meios de extracção do ar da câmara de vácuo; pelo menos um ou mais dispositivos para alimentar e extrair a solução de fluido de impregnação na câmara de vácuo.

Além disso, adoptando, numa forma de realização preferida: pelo menos uma estação de secagem equipada com uma ou mais câmaras de temperatura controlada para a completa secagem e endurecimento do agente de impregnação.

Outras características das dependências adoptadas tornar-se-ão mais evidentes na descrição e reivindicações a seguir.

Uma implementação da invenção é ilustrada, por simples meio de exemplo, nos sete desenhos associados em que:

a Figura 1 é a vista esquemática em perspectiva das instalações para o tratamento de consolidação de placas de material rochoso de acordo com a invenção, neste caso dimensionadas para cortes de lâminas de blocos de granito;

a Figura 2 é a vista esquemática em perspectiva da estação de composição da armação de manipulação de lâminas no estado aberto para o carregamento;

a Figura 3 é a vista esquemática em perspectiva da estação de carga da Figura 2 com as lâminas sendo já posicionadas sobre a armação aberta fixa;

a Figura 4 é a vista esquemática de um tipo de armação vazia com os braços de fechamento em forma de "L";

a Figura 5 é a vista esquemática da armação fechada com as lâminas prontas para a manipulação;

a Figura 6 é a vista em perspectiva, ampliada, da estação de carga/descarga das lâminas da instalação da Figura 1;

a Figura 7 é a vista lateral da manipulação de uma armação completa com lâminas;

a Figura 8 é a vista em perspectiva, ampliada, da câmara de tratamento a vácuo da Figura 1;

a Figura 9 é a secção transversal de uma câmara de tratamento a vácuo e impregnação durante o passo de impregnação;

a Figura 10 é a vista em perspectiva, ampliada da câmara de secagem de lâminas impregnadas, cada uma com planos deferentes de armazenamento para a consolidação final da solução de silicato alcalino.

A Figura 1 ilustra as diferentes estações das instalações de tratamento de acordo com a invenção, em que as lâminas 1 chegam da mesa rolante 2 na estação de carga/descarga 3 da instalação. A montante, encontra-se uma câmara de lavagem e secagem 4 na referida mesa rolante antes da estação de carga/descarga. Um manipulador aéreo com ventosa de aspiração 5 cuida de mover as lâminas 1 da mesa rolante 2 para a armação 50 equipada com pentes móveis 51 para separar os lados das lâminas 1 durante o carregamento. O manipulador 5 durante o seu movimento posiciona uma lâmina 1 entre pares de dentes do pente 52 de modo que os mesmos são separados por pares de dedos 53 que equipam a armação sobre a viga de suporte 54 das bordas da lâmina 55; os pentes são operados por cilindros de accionamento 56 em movimento ascendente e descendente. Um camião 6 transporta o grupo 7 de lâminas 1 na câmara de vácuo 8 da estação de impregnação 9; uma porta 10 fecha para aspirar cada câmara. A seguinte estação de secagem 11 tem as câmaras de secagem 12 em que o camião 6 deposita os grupos de lâminas 7 em prateleiras diferentes.

A Figura 4 também ilustra os braços de fechamento superiores 57 em forma de “L” da armação 50 depois do carregamento das lâminas 1. Estes braços são equipados com dedos 58 que se estendem para baixo, isto é, na direcção da borda superior da lâmina 55 depois de fechar a armação, conforme pode ser observado na Figura 5.

Na Figura 7 o camião 6 é equipado com forquilhas 61 que se estendem sobre a metade do comprimento das lâminas 1 para a recolha inferior da armação 50 com o grupo de lâminas 7.

As câmaras de vácuo 8, conforme pode-se observar nas Figuras 8 e 9 da área de impregnação 9 são adjacentes e têm uma conduta superior 20 que aloja uma válvula solenóide de seccionamento 21 para controlar a aspiração a partir do tubo de vácuo principal 22; as armações 50 carregadas com os grupos 7 de lâminas 1 são suportadas por guias 23 longitudinalmente em relação à câmara de vácuo 8. A base da câmara 24 tem uma forma de “V” que recolhe a solução de silicato alcalino durante o esvaziamento, por meio da conduta 25 equipada com um filtro para impurezas 26 e com uma válvula solenóide de seccionamento 27 na direcção de um tubo de refluxo da solução de impregnação 28; a solução é acondicionada num reservatório 29. Durante o tratamento a solução de silicato alcalino é mantida no nível S, imediatamente abaixo da borda superior 55 das lâminas 1. Uma tela 31 com aberturas laterais para evitar a sucção de gotas do fluido ou partículas protege a boca de sucção de vácuo 30. A câmara de vácuo 8 é equipada com tubos 31 para distribuir e pulverizar a água de lavagem.

A estação de secagem 11 das lâminas impregnadas 1 compreende a câmara 12 onde ar quente é soprado na temperatura necessária mesmo diferente entre as duas câmaras ilustradas, o ar sendo produzido pela estação térmica 13; as câmaras são divididas em alojamentos 14 em prateleiras diferentes em que as armações 50 com

os grupos de lâminas 7 são suportadas em guias longitudinais 15. As câmaras de secagem são fechadas por uma tampa simples 16 para cada alojamento a fim de depositar a partir dos alojamentos individuais os respectivos grupos de lâminas 7, individualmente.

O método de tratamento de acordo com a invenção compreende um passo de tratamento preliminar a vácuo do produto fim de obter-se materiais secos e limpos, eliminando pós e gases residuais das porosidades e fracturas, a fim de assegurar a seguinte penetração difusa do agente de consolidação e a directa interacção entre o agente de consolidação e os minerais que compõem a rocha.

O passo de tratamento preliminar consiste num tratamento a vácuo das lâminas 1 posicionadas na câmara de vácuo 8 que pode ser utilizada no passo seguinte como uma câmara de impregnação. A câmara de vácuo tem um reservatório com uma abertura lateral com uma porta 10, sendo ambas, estanque. A câmara 8 é conectada através do tubo 20 e 22 a uma ou mais bombas, não ilustradas, capazes de criar na câmara o nível de vácuo desejado. Com vantagem, os produtos são produtos semi-acabados, isto é, placas, folhas e lâminas inacabadas e são posicionadas sobre um lado na estrutura que as suporta, a armação 50 e os braços 57, a fim de as manter separadas a uma distância relativa mínima auxiliando que a solução de impregnação flua entre elas. A distância é predeterminada no que diz respeito à largura da superfície do produto semi-acabado. As placas, lâminas ou elementos modulares são posicionados na estrutura da armação com as superfícies maiores orientadas de modo a favorecer o fluxo descendente do fluido uma vez terminado o tratamento de impregnação, preferencialmente orientado verticalmente, ou mesmo sub-verticalmente, com uma borda ou lado quase alinhado com a base 24 do referido reservatório.

O método da presente invenção proporciona, no tratamento preliminar, o passo para obter um vácuo inferior a 2 mbar, preferencialmente de 0,2-0,3 mbar. O tempo necessário para alcançar o vácuo requerido (o vácuo pretendido) varia de acordo com o volume e a tipologia da rocha a ser tratada, o grau de humidade da rocha, a limpeza das superfícies do produto semi-acabado e, obviamente, as características do sistema de bombas em utilização; o material em tratamento tem de ser previamente limpo, e, eventualmente, lavado e seco por meio de jactos de ar comprimido na câmara 4, a fim de remover os pós residuais de corte e, tanto quanto possível, seco. O tempo necessário para alcançar o grau de vácuo acima mencionado varia de acordo com o tipo de rocha, sendo compreendido entre 2 e 12 horas.

Uma vez obtido o vácuo requerido no passo de tratamento preliminar, ocorre o passo de impregnação, controlando a sucção das bombas que extraem o ar da câmara de vácuo 8; nas dependências da Figura 12 esta operação é desempenhada pela válvula solenóide 21 que intercepta e interrompe a conexão da câmara ao tubo de vácuo principal 22, sendo operada por um equipamento de controlo lógico para manter o grau de vácuo exigido.

A solução de silicato alcalino é, então, injectada, mantendo baixa a pressão absoluta na câmara de vácuo 8. A entrada da solução é favorecida pelo vácuo interno; o controlo da injeção é realizado operando a válvula solenóide de seccionamento 27 da solução posicionada no tubo de alimentação 25; numa forma de realização preferida da invenção esta válvula solenóide é operada por um equipamento de controlo lógico. O fluido é injectado a partir da base da câmara 24, durante o passo de entrada da solução de silicato alcalino de impregnação; o grau de vácuo na câmara, numa forma de realização preferida do método, é de tal modo a favorecer a ebulição e a subsequente perda de água da solução de silicato

alcalino. O vapor liberado na câmara de vácuo 8 e a pressão exercida pelo fluido de entrada a partir do tubo 25 determina o aumento na pressão absoluta interna. Esta pressão na câmara de vácuo é mantida no valor predeterminado e não excede a 300 mbar.

Deste modo, de acordo com a presente invenção, os materiais em tratamento são impregnados a vácuo, a fim de acelerar e auxiliar o agente de impregnação a penetrar nas porosidades da rocha, a fim de assegurar uma impregnação difusa na espessura das placas, lâminas ou elementos modulares das cavidades e micro-porosidades nas superfícies das mesmas.

Continuando com a aplicação do método, a pressão interna é mantida num valor mais baixo do que o valor atmosférico, portanto, a injeção de solução é, de facto, realizada a vácuo. Preferencialmente, esta operação de entrada de fluido é directamente controlada de acordo com o grau de vácuo na câmara, operando, por exemplo, a um valor de pressão absoluta constante compreendido entre 10 e 100 mbar.

O nível S da solução de impregnação na câmara de vácuo 8 tem de ser tal de modo a não exceder a borda superior 55 das lâminas em tratamento, isto é, alcançar, então, um nível imediatamente abaixo da referida borda superior. Os testes realizados confirmaram que esta é uma manobra que auxilia muito o agente de impregnação a penetrar na rocha contribuindo para uma redução nos tempos de tratamento como um todo.

A câmara de vácuo 8 tem de ser deixada fechada por tempo suficiente de modo que o processo continue por capilaridade e a impregnação ocorra de forma homogénea. Preferencialmente, o nível de vácuo é mantido constante próximo ao nível de pressão do vapor da solução sendo utilizada, no entanto, dentro da gama de 10 e 50

mbar a fim de otimizar os tempos de tratamento. Um intervalo de tempo consideravelmente variando entre 4 e 24 horas foi detectado durante o desempenho dos passos de impregnação.

O tratamento termina com o aumento da pressão absoluta da câmara de vácuo até a pressão atmosfera, esvaziando a solução com um dispositivo de extracção não ilustrado. Numa forma de realização preferida o mesmo dispositivo de injeção é utilizado para extrair o fluido de impregnação, isto é, os tubos 25 e 28, a válvula solenóide 27 e o filtro 26, aprisionando as impurezas. Neste ponto os materiais sendo tratados são extraídos da câmara de vácuo 8.

A câmara de vácuo assim esvaziada é lavada apenas com água, que é pulverizada pelos tubos 32 na câmara 8 sendo esvaziada do grupo de lâminas 7, a fim de permitir que os resíduos de silicato sejam removidos e que o ciclo seguinte seja executado. Primeiro a drenagem da solução e, em seguida, a lavagem com água é realizada por um dispositivo adequado da câmara de vácuo 8, que pode ser diferente da base em forma de "V" 24 ilustrado. A água de lavagem pode ser facilmente descartada, sendo a mesma inerte.

A solução de impregnação pode ser utilizada várias vezes tomando cuidado em verificar as percentagens dos componentes e não a utilizar como aparência de opacidade, uma vez que a mesma indica a separação de uma nova fase.

Numa forma de realização preferida da presente invenção, o método continua com um passo seguinte de secagem realizado por meio de tratamento térmico numa câmara de temperatura controlada, isto é, na câmara de secagem 12 da estação de secagem 11. As temperaturas são mantidas constantes na câmara 12 e, com vantagem, diferentes uma da outra, no entanto, que sejam tais de modo a não expor o material a tensões térmicas, assegurando o calor e a

desidratação do ligante de silicato impregnado na rocha. Preferencialmente, a secagem ocorre a uma temperatura compreendida entre 40 e 60 °C e em condições de humidade relativa controlada, preferencialmente compreendida entre 40-75% de HR. O tempo de secagem é necessário para que o agente de impregnação actue efectivamente aumentando consideravelmente as propriedades mecânicas do material rochoso sendo tratado. Os tempos sendo detectados durante o teste, embora não obrigatórios, variam entre 1 e 7 dias para resultados óptimos. De qualquer modo, verificou-se que tempos de secagem ou de permanência excessivamente longos levam, em algumas rochas ornamentais, a uma ligeira diminuição nos benefícios alcançados.

A presente invenção também compreende a possibilidade de mais aplicações da mesma solução de silicato alcalino ou de soluções de silicato alcalino diferentes no mesmo grupo de produtos ou materiais semi-acabados com objectivos que podem ser diferentes de acordo com a tipologia da rocha ornamental a ser tratada.

Podem ser realizados mais ciclos alternados com passos de secagem formados para os seguintes objectivos:

- a) Actuar de uma maneira dirigida de acordo com o aspecto estrutural, particularmente de acordo com as porosidades e/ou grau de fractura do litotipo;
- b) Acentuar os efeitos cromáticos do tratamento; as seguintes aplicações podem, então, ser realizadas com a mesma formulação de impregnação adequada para o litotipo a ser tratado.

No caso de aplicações múltiplas, seleccionadas de uma forma direccionada de acordo com o aspecto estrutural, as seguintes aplicações podem ser distinguidas:

a1) rocha com pequenas fracturas fechadas sem porosidades ásperas; neste caso, mais aplicações da mesma formulação podem assegurar tanto a impregnação difusa como a consolidação das fracturas existentes;

a2) rocha com fracturas de tamanho médio ou com fracturas de tamanhos variáveis até fracturas abertas e raio de poro inferior a 1 mm; neste caso, sugere-se duas ou mais aplicações com dois objectivos diferentes: em primeiro lugar para consolidar de uma forma difusa a porção da rocha em boa condição, a porção sem fracturas seca com porosidades inferiores a 1 mm; em segundo lugar, vedar as fracturas com um agente de consolidação mais pegajoso e mais viscoso que adere melhor à rocha e, particularmente, à camada de agente de consolidação deixada pela aplicação anterior.

O segundo tratamento adere mais às porosidades tanto por causa das propriedades físicas diferentes da mesma, particularmente a maior viscosidade e pegajosidade como porque tende a aderir à camada de silicato alcalino formada na aplicação anterior criando frisos e pontes nas porosidades. A força de vedação do segundo tratamento é, deste modo, aumentada pelo tratamento anterior.

A segunda aplicação pode ser realizada com soluções muito viscosas e vedantes também produzidas por meio da adição de cargas na suspensão e/ou na solução. Em alguns casos a adição de quantidades adequadas de cargas reduz a uma ou poucas aplicações a vida média da solução mas a adição de carga pode ser necessária para uma aplicação dirigida a rochas fracturadas e/ou porosas. É

possível adicionar cargas em suspensão de calcita ou cimento aluminoso. Os aditivos nas soluções podem ser adicionados em quantidades mais baixas, seleccionados entre os vários agentes de endurecimento que existem para soluções de silicato alcalino, do que um valor limite que varia com a formulação do silicato. Soluções de agente de endurecimento mais concentradas podem ser aplicadas separadamente como tratamento estabilizante e reactivo do agente de impregnação do silicato para acelerar os tempos de endurecimento e aumentar as resistências do agente de impregnação à humidade e água nos poros.

O método acima descrito é aplicado a produtos acabados ou produtos semi-acabados, isto é, peças de rochas obtidas cortando um bloco em qualquer formato que seja funcional para o trabalho seguinte. O tratamento de consolidação pode envolver um ou mais estágios de trabalho que intervêm nos produtos semi-acabados desde em bruto até quase acabados. Por exemplo, produtos semi-acabados tendo cerca de 5-40 mm de espessura podem ser tratados, no passo anterior ao trabalho final da produção de ladrilhos polidos para pavimento. A técnica pode ser aplicada em produtos semi-acabados com uma largura de superfície (mesmo produtos semi-acabados de tamanho grande, tais como placas) e espessura (5-40 mm) diferentes que satisfazem as exigências dos tipos diferentes de trabalho e aplicações finais do produto. Além disso, é possível aplicar o processo várias vezes, mesmo em estágios de trabalho diferentes do produto semi-acabado.

Um outro aspecto da presente invenção relaciona-se com a formulação do agente de impregnação mais adequado para os litotipos diferentes, com a composição química e o aspecto estrutural do mesmo.

A partir de testes levados a cabo, foi detectado que uma formulação adequada para um único tratamento difuso nos casos de rochas em bom estado menos porosas sem fracturas, isto é, do tipo a1), ou adequada para um primeiro tratamento nos casos de rochas fracturada e porosas, isto é, do tipo a2), é particularmente eficaz em rochas de granito de grão fino-médio, como os granitos comercialmente conhecidos como “Branco Sardenha” e “Branco Imperial” ou de grão variável como o migmatito “Multicor”, isto é, com uma composição quartzo-feldspática até composições labradoríticas, é formulada pelos três componentes a seguir:

A) Silicato de sódio (com uma proporção de $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$ compreendida entre 1,8 e 3,8, preferencialmente compreendida entre 3,0 e 3,5 e sólidos compreendidos entre 25 e 50% em peso, preferencialmente compreendidos entre 30 e 40%) na percentagem compreendida entre 40 e 80% em peso;

B) Silicato de potássio (com uma proporção de $\text{SiO}_2/\text{K}_2\text{O}$ compreendida entre 0,6 e 2,2, preferencialmente compreendida entre 0,6 e 1,0 e sólidos compreendidos entre 35 e 50% em peso, preferencialmente compreendidos entre 45 e 50%) na percentagem compreendida entre 20 e 50% em peso;

C) H_2O na percentagem compreendida entre 0 e 25% em peso.

A mistura de silicato mais eficaz em solução de água e o primeiro ou único tratamento de impregnação de rocha do tipo granito é, conforme descrito acima, uma mistura de sódio e potássio com uma concentração mais alta de solução de sódio.

Na ampla variedade de rochas incluídas na categoria comercial de granito, verificou-se que para as rochas com uma composição mais básica, tal como por exemplo, basalto compacto de grão muito fino

tendo uma resistência mecânica inicial alta, como as comercialmente conhecidas como “Negro absoluto” o tratamento mais eficaz é realizado com uma solução mais rica em potássio e muito fluida, compreendendo silicato de potássio (com uma proporção de $\text{SiO}_2/\text{K}_2\text{O}$ compreendida entre 0,6 e 1, preferencialmente de 0,6 e sólidos compreendidos entre 40 e 50% em peso, preferencialmente compreendidos entre 45 e 50%) na percentagem compreendida entre 80 e 100% em peso e água compreendida entre 0 e 20%.

A partir de testes realizados detectou-se que para a aplicação a seguir à primeira, isto é, no caso de aplicações múltiplas que exigem a aplicação de uma solução viscosa (150–500 mps a 20 °C) com um efeito ligeiramente vedante, as soluções com o poder de ligação mais alto são compostas de silicato de sódio (com uma proporção de $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$ compreendida entre 3,2 e 4,0, e sólidos compreendidos entre 30 e 35% em peso) na percentagem de 100% em peso.

A viscosidade e o poder de vedação desta solução podem ser aumentados por meio da adição na suspensão de cargas para aplicações direccionadas a rochas com um alto grau de porosidade e fractura.

As composições mais ricas em silicato de potássio têm um efeito de consolidação mais alto se o endurecimento térmico for realizado a uma temperatura mais alta. As soluções contendo apenas silicato de potássio com a proporção de $\text{SiO}_2/\text{K}_2\text{O}$ compreendida entre 40 e 50% em peso exige temperaturas de endurecimento que excedem 50 °C e, preferencialmente, de 60 °C.

Ao levar a cabo os testes, verificou-se que as soluções de silicato alcalino utilizadas para consolidar profundamente rochas ornamentais, para além de melhorar as suas propriedades mecânicas,

também oferecem benefícios estéticos consideráveis, tais como: mais brilho, mais pureza e definição de cor natural. Este efeito nunca tinha sido descrito antes e sendo absolutamente inesperado é particularmente vantajoso, uma vez que permite que duas características significativas de rocha ornamental sejam melhoradas num único tratamento: a sua resistência mecânica, de modo a realizar placas de revestimento fino e a sua aparência com uma considerável melhoria dos valores estéticos da superfície.

A partir de testes realizados, a penetração do silicato de impregnação resultou em cerca de 5-6 mm de espessura de uma placa de 30 mm de espessura.

O funcionamento das instalações conforme descrito e representado nas figuras é já evidente a partir da descrição acima do método. Deve ainda ser especificado que os dedos 53, 58 que equipam a armação 50 e os braços de fechamento em forma de "L" durante toda a duração do método, suportam o grupo 7 de lâminas 1. Estes dedos são posicionados para manter as lâminas separadas a uma distância mínima, mas suficiente para a impregnação do fluido de modo que o mesmo possa penetrar entre as superfícies opostas e actuar sob o efeito das pressões aplicadas. A referida distância é também calculada com base na viscosidade do fluido no final da impregnação a fim de deixar que o fluido goteje, isto é, que o excesso de água da solução de silicato alcalino libertando as lâminas 1 a serem tratadas. Os braços em forma de "L" são conectados à armação por meio de juntas mecânicas dissolúveis conhecidas, não ilustradas a título de simplicidade, os mesmos são fixados à composição do grupo de lâminas 7 e são abertos no final do método de extracção de lâmina.

As vantagens obtidas por esta invenção são: o método de tratamento permite que as porosidades e as fracturas da rocha sejam vedadas e, então, o produto final e, com vantagem, as propriedades mecânicas do produto semi-acabado sejam melhoradas, particularmente melhorando a resistência à flexão e o módulo de elasticidade. A consolidação que pode ser obtida permite que sejam feitos, por exemplo, produtos semi-acabados mais resistente, isto é, adequados para suportar todos os passos de trabalho seguintes que, muitas vezes, expõem a rocha a altas tensões mecânicas.

A repetição dos passos de impregnação, com os mesmos objectivos ou com objectivos diferentes nos passos diferentes, permite que as características mecânicas sejam gradualmente melhoradas mesmo por mais do dobro das características mecânicas da rocha inicial.

Os produtos finais assim realizados apresentam propriedades mecânicas mais altas do que os produtos semelhantes não tratados.

Além disso, o tratamento de consolidação permite que as propriedades estéticas da rocha ornamental sejam melhoradas assegurando um melhor resultado para a operação de polimento, acentuando as cores naturais da rocha e para o aspecto de superfície diferente uma vez que as porosidades e as fissuras são vedadas, assim como é também possível adicionar algum pigmento à solução ou material com carga de cor com a finalidade de embelezamento.

A presente invenção, deste modo, liga às vantagens de consolidação da rocha um evidente efeito de embelezamento da rocha sendo trabalhada.

Na presente invenção as vantagens principais são alcançadas, em relação ao estado da técnica anterior, porque o processo de aspiração, que representa o dispositivo que favorece a infiltração de fluido natural por capilaridade é realizado com valores de vácuo muito elevados num passo de tratamento preliminar diferente, exigindo a aplicação de uma pressão negativa inferior aos valores de impregnação predeterminados. Neste tratamento preliminar é conseguida uma certa remoção de pós, de gases absorvidos e de excesso de humidade nas porosidades, ao contrário do estado da técnica anterior descrito na patente EP 651842, em que as referidas inclusões são comprimidas e incorporadas em micro-cavidades no material de silicato consolidado. A solução de impregnação à base de soluções de silicato alcalino também pode ser utilizada para algumas centenas de impregnações, apenas controlando previamente, de forma visual, a transparência e a concentração do componente.

Uma outra vantagem em relação ao estado da técnica anterior é o facto de também compreender um passo de secagem dos materiais semi-acabados impregnados, a ser implementado de acordo com o tipo de agente de consolidação e das características químicas, físicas e morfológicas do material a ser tratado, isto é, o litotipo. De facto, verificou-se que a secagem permite que as propriedades mecânicas sejam consideravelmente aumentadas em relação ao produto semi-acabado só impregnado.

A partir de testes levados a cabo, foi detectada uma melhoria no rendimento da produção, com uma redução em 60% de refugos resultantes de roturas.

Na implementação prática, os materiais, tamanhos, pormenores de execução poderiam ser diferentes daqueles indicados, mas tecnicamente semelhantes a estes, sem afastamento do âmbito

jurídico da presente invenção conforme definida pelas reivindicações.

Lisboa, 29 de Setembro de 2008.

REFERÊNCIAS CITADAS NA DESCRIÇÃO

Esta lista de referências citadas pelo requerente é apenas para a conveniência do leitor. A mesma não faz parte do documento de Patente Europeia. Embora muito cuidado tenha sido tomado na compilação das referências, erros e omissões não podem ser excluídos e o EPO nega qualquer responsabilidade neste sentido.

Documentos de Patente citados na descrição

- DE 3930281 [0004]
- US 20040076771 A [0004]
- EP 651842 A [0005] [0032]

REIVINDICAÇÕES

1. Método para consolidar rochas ornamentais em forma de placas, em forma de lâminas ou em forma de elementos modular compreendendo: a impregnação por meio da pressão criada no ambiente de tratamento com uma solução de silicato alcalino em que o material a ser tratado é imerso durante um tempo suficiente para a uma penetração completa nas fissuras e micro-porosidades da superfície do mesmo; **caracterizado por** ter as seguintes passos:
 - um tratamento preliminar do material por aspiração;
 - uma permanência do passo de tratamento preliminar durante tempo suficiente, até alcançar o valor de vácuo desejado, para extrair os gases, vapores e pós existentes nas referidas fissuras e micro-porosidades;
 - uma injeção da solução de impregnação na mesma câmara de tratamento preliminar a vácuo, com uma solução de silicato alcalino adequada para o litotipo da rocha a ser tratada e para o objectivo mecânico-estético visado pela impregnação;
 - a manutenção da câmara de tratamento sob vácuo durante a injeção;
 - um passo de impregnação sendo mantido por tempo suficiente para que a solução penetre nas referidas fissuras e micro-porosidades sempre sob vácuo.
2. Método de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado por** o passo de tratamento preliminar ter lugar com uma pressão absoluta inferior a 2 mbar, preferencialmente inferior a 0,2-0,3 mbar.

3. Método de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado por** o passo da injeção ter lugar com uma pressão absoluta inferior a 300 mbar.
4. Método de acordo com a reivindicação 3, **caracterizado por** o passo da injeção ter lugar com uma pressão absoluta compreendida entre 10 e 100 mbar.
5. Método de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado por** o passo de impregnação ter lugar a uma pressão absoluta próxima ao nível de pressão de vapor da solução de impregnação utilizada, no entanto compreendida entre 10 e 50 mbar.
6. Método de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado por** depois da impregnação ser proporcionado um passo de secagem do material tratado a uma temperatura que excede ligeiramente a temperatura ambiente durante o período de pelo menos um dia.
7. Método de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado por** o nível de solução de impregnação ser mantido na câmara de impregnação imediatamente abaixo da borda superior do material tratado.
8. Método de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado por** proporcionar impregnações múltiplas consecutivas ou intercaladas em passos diferentes de trabalho dos materiais rochosos em forma de placa, em forma de lâmina ou em forma de elemento modular.
9. Método de acordo com a reivindicação 8, **caracterizado por** serem efectuadas impregnações múltiplas para diferentes objectivos de consolidação ou embelezamento estético utilizando soluções de silicato alcalino com diferentes composições nas diferentes impregnações.

10. Método de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado por** a solução de silicato alcalino para a aplicação como fluido de impregnação compreender:

A) Silicato de sódio (com uma proporção de $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$ compreendida entre 1,8 e 3,8, preferencialmente compreendida entre 3,0 e 3,5 e sólidos compreendidos entre 25 e 50% em peso, preferencialmente compreendidos entre 30 e 40%) na percentagem compreendida entre 40 e 80% em peso;

B) Silicato de potássio (com uma proporção de $\text{SiO}_2/\text{K}_2\text{O}$ compreendida entre 0,6 e 2,2, preferencialmente compreendida entre 0,6 e 1,0 e sólidos compreendidos entre 35 e 50% em peso, preferencialmente compreendidos entre 45 e 50%) na percentagem compreendida entre 20 e 50% em peso;

C) H_2O na percentagem compreendida entre 0 e 25% em peso.

11. Método de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado por** a solução de silicato alcalino, para aplicação como fluido de impregnação compreender: silicato de potássio (com uma proporção de $\text{SiO}_2/\text{K}_2\text{O}$ compreendida entre 0,6 e 1, preferencialmente de 0,6, e sólidos compreendidos entre 40 e 50% em peso, preferencialmente compreendidos entre 45 e 50%) na percentagem compreendida entre 80 e 100% em peso e água compreendida entre 0 e 20%.

12. Método de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado por** a solução de silicato alcalino, para aplicação como fluido de impregnação compreender: silicato de sódio (com uma proporção de $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$ compreendida entre 3,2 e 4,0, e

sólidos compreendidos entre 30 e 35% em peso) na percentagem de 100% em peso.

13. Método de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado por** a solução de silicato alcalino, para aplicação como fluido de impregnação compreender: silicato de potássio (com uma proporção de $\text{SiO}_2/\text{K}_2\text{O}$ compreendida entre 0,6 e 1, preferencialmente de 0,6 e sólidos compreendidos entre 40 e 50% em peso.
14. Instalação para a aplicação do método para a consolidação de rochas ornamentais em forma de placas, em forma de lâminas (1) ou em forma de elementos modulares, de acordo com as reivindicações 1 a 13 de uma maneira industrial com uma produção e rendimento economicamente rentáveis, **caracterizada por** compreender:
 - uma estação de carga/descarga (3) dos materiais a serem trabalhados compreendendo pelo menos um dispositivo de manipulação (5) para recolher e posicionar sobre um dispositivo de manipulação e armazenamento (50) os referidos materiais; pelo menos uma correia (6) para recolher e manipular o grupo de materiais (7) alojado sobre o dispositivo desde a estação de carga/descarga na direcção de uma estação de tratamento preliminar e de impregnação (9);
 - pelo menos uma câmara de vácuo (8) em que o referido grupo (7) é alojado durante os passos de tratamento; pelo menos um ou mais meios de extracção do ar da câmara de vácuo; pelo menos um ou mais dispositivos para alimentar e extrair a solução de fluido de impregnação na câmara de vácuo.

15. Instalação de acordo com a reivindicação 14, **caracterizada por** compreender pelo menos uma estação de secagem equipada com uma ou mais câmaras de temperatura controlada para a secagem e endurecimento completos do agente de impregnação.
16. Instalação de acordo com a reivindicação 14, **caracterizada por** a correia (6) ser dotada de longas forquilhas (61) para agarrar o dispositivo na direcção do comprimento dos referidos materiais (1).
17. Instalação de acordo com a reivindicação 14, **caracterizada por** a estação de carga/descarga (3) ser precedida por uma câmara de lavagem e/ou secagem (4) do material (1) a ser tratado.
18. Instalação de acordo com a reivindicação 14, **caracterizada por** a câmara de vácuo (8) ter uma configuração de paralelepípedo e a carga/descarga numa base lateral inferior; esta base é fechada por uma tampa (10) durante o tratamento.
19. Instalação de acordo com a reivindicação 14, **caracterizada por** a câmara de vácuo (8) ser conectada com o equipamento de vácuo na parte superior.
20. Instalação de acordo com a reivindicação 14, **caracterizada por** a câmara de vácuo (8) ser conectada com o equipamento de injeção da solução de fluido de impregnação a partir da base.
21. Instalação de acordo com a reivindicação 14, **caracterizada por** o tubo de conexão (20) do equipamento de vácuo ser interceptado por uma válvula solenóide de seccionamento (21), a fim de verificar e controlar a alimentação do vácuo.

22. Instalação de acordo com a reivindicação 14, **caracterizada por** o tubo de conexão (25) do equipamento de injeção de impregnação ser interceptado por uma válvula solenóide de seccionamento, a fim de verificar e controlar a referida alimentação de fluido de impregnação.
23. Instalação de acordo com a reivindicação 14, **caracterizada por** a câmara de vácuo (8) ser equipada com um dispositivo de drenagem de fluido de impregnação no fim da impregnação.
24. Instalação de acordo com a reivindicação 14, **caracterizada por** a base (24) da câmara de vácuo ser em forma de "V".
25. Instalação de acordo com a reivindicação 14, **caracterizada por** os dispositivos de alimentação e de extracção de solução de fluido de impregnação na câmara de vácuo compreenderem pelo menos um dispositivo de filtragem (26) para as impurezas da solução de impregnação.
26. Instalação de acordo com a reivindicação 14, **caracterizada por** a câmara de vácuo (8) ter um dispositivo de lavagem no fim do passo de impregnação dos resíduos da solução do fluido de impregnação.
27. Instalação de acordo com a reivindicação 26, **caracterizada por** o dispositivo de lavagem ser composto de tubos (32) para transportar e pulverizar a água de lavagem na câmara de vácuo (8).
28. Instalação de acordo com a reivindicação 14, **caracterizada por** os dispositivos para a alimentação e extracção da solução de fluido de impregnação na câmara de vácuo compreender pelo menos um reservatório (29) de armazenamento de solução.

29. Instalação de acordo com a reivindicação 21, **caracterizada por** a referida válvula solenóide de seccionamento (21) sobre o tubo de vácuo (20) ser controlada por um equipamento de controlo lógico para manter o grau de vácuo necessário.
30. Instalação de acordo com a reivindicação 22, **caracterizada por** a referida válvula solenóide de seccionamento (27) sobre o tubo do tubo de entrada de impregnação (25) ser controlada por um equipamento de controlo lógico.
31. Instalação de acordo com a reivindicação 15, **caracterizada por** a câmara de secagem ser equipada com guias longitudinais (15) para alojar o dispositivo com grupos de materiais em forma de placa, em forma de lâmina ou em forma de elemento modular posicionados sobre mais planos.
32. Instalação de acordo com a reivindicação 14, **caracterizada por** se encontrar um dispositivo pelo menos para a manipulação e armazenamento de rochas ornamentais em forma de placas, em forma de lâminas ou em forma de elementos modulares, compreendendo: uma armação (50) para suportar e apreender um grupo de materiais em forma de placas, em forma de lâminas ou em forma de elementos modulares para serem trabalhados; caracterizada por ser dotada de pelo menos uma estrutura fechada (50, 54, 57) que circunda as bordas laterais da superfície (55) dos referidos materiais a serem trabalhados em que formações múltiplas de pelo menos três ou mais dedos (53, 58) são proporcionadas no lado interno do referido formato fechado, alinhadas e orientadas na direcção do referido formato fechado, para definir uma distância constante e predeterminada, em função da área de superfície do material a ser tratado, entre dois elementos em placas, lâminas (1) ou modulares mantidos em posição entre os dedos sobre o referido dispositivo.

33. Instalação de acordo com a reivindicação 32, **caracterizada por** a disposição dos elementos em placa, em lâminas ou modulares no dispositivo estão numa direcção sub-vertical ou vertical.
34. Instalação de acordo com a reivindicação 33, **caracterizada por** a referida estrutura fechada do dispositivo ser composta de pelo menos um braço superior (57) com dedos (58) alinhados com dedos correspondentes (53) nas traves da armação (50) para a apreensão e manipulação do dispositivo.
35. Instalação de acordo com a reivindicação 33, **caracterizada por** a manipulação de carga/descarga do dispositivo ser realizada numa estação (3) de manipulação de materiais e que é dotada de um dispositivo (51, 52) de afastamento dos referidos materiais interpostos durante os passos de carga/descarga com o dispositivo aberto.
36. Instalação de acordo com a reivindicação 35, **caracterizada por** o dispositivo de afastamento ser composto por uma pluralidade de dentes (52) e o mesmo é accionado por um meio de accionamento (56) por meio de um único pente (51) ou mesmo por meio de um meio de accionamento de um dente ou pares de dentes.
37. Instalação de acordo com a reivindicação 33, **caracterizada por** a armação (50) do dispositivo de manipulação e de armazenamento ter aberturas inferiores para a passagem de recolha por forquilhas (61) de uma correia (6) em ambos os lados.

Lisboa, 29 de Setembro de 2008.

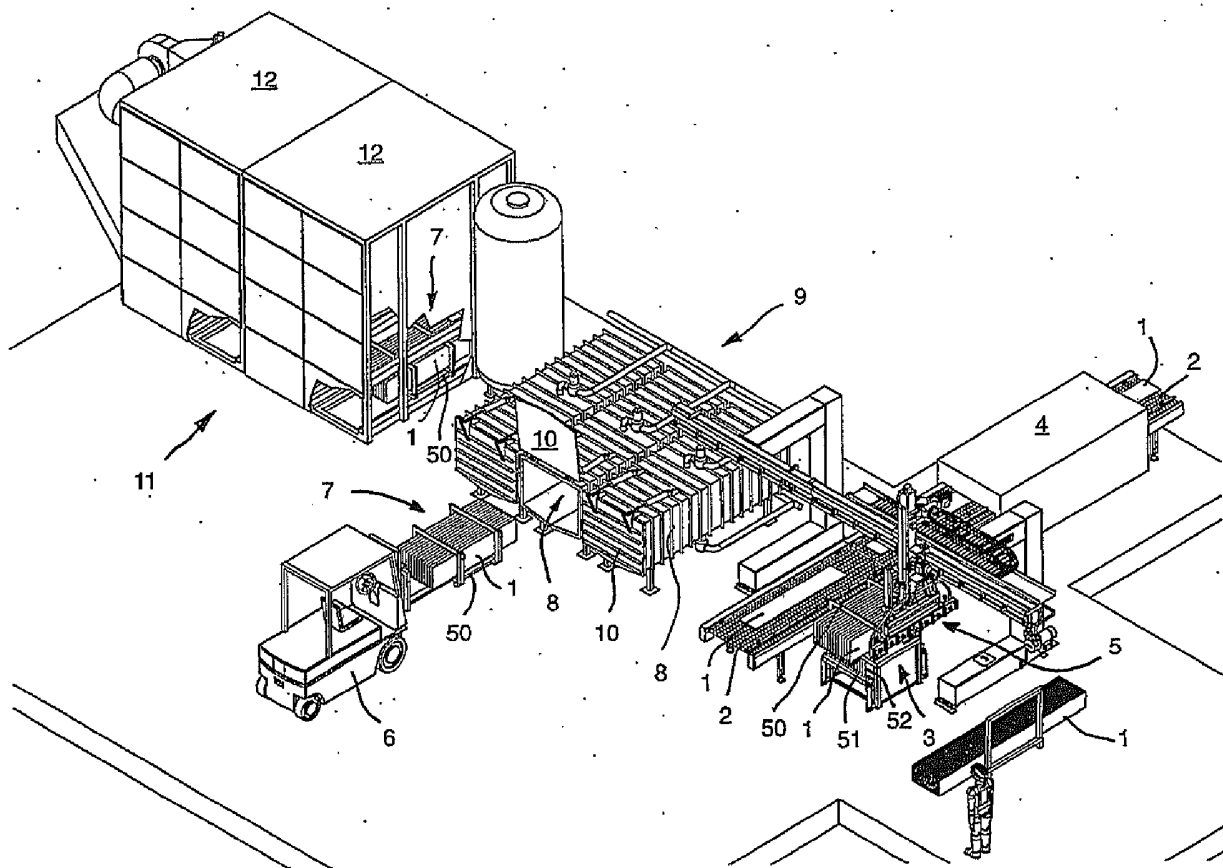


FIG. 1

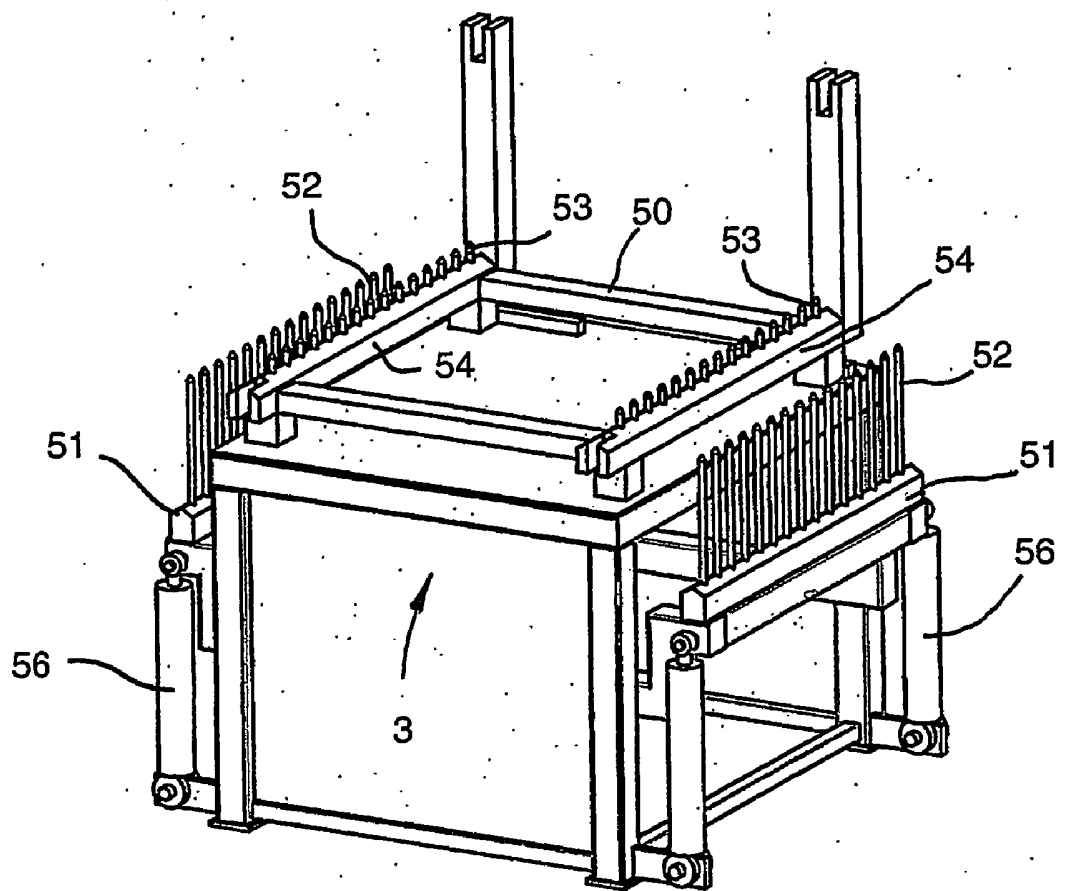


FIG. 2

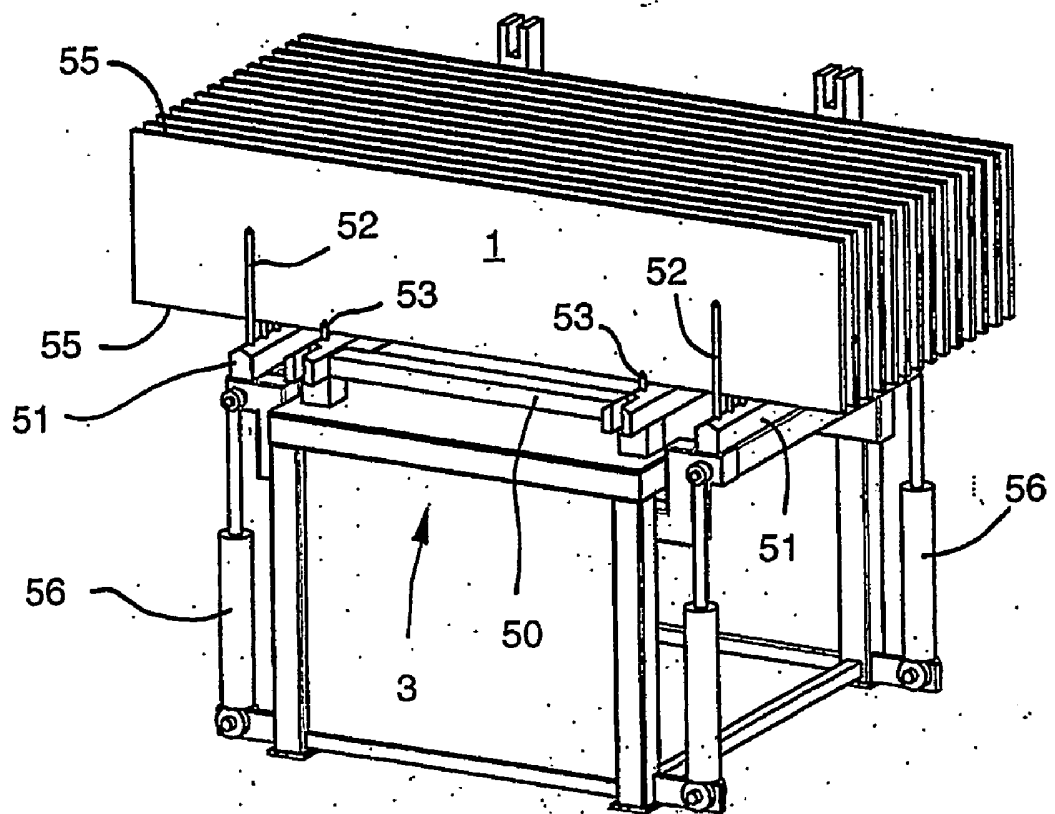


FIG. 3

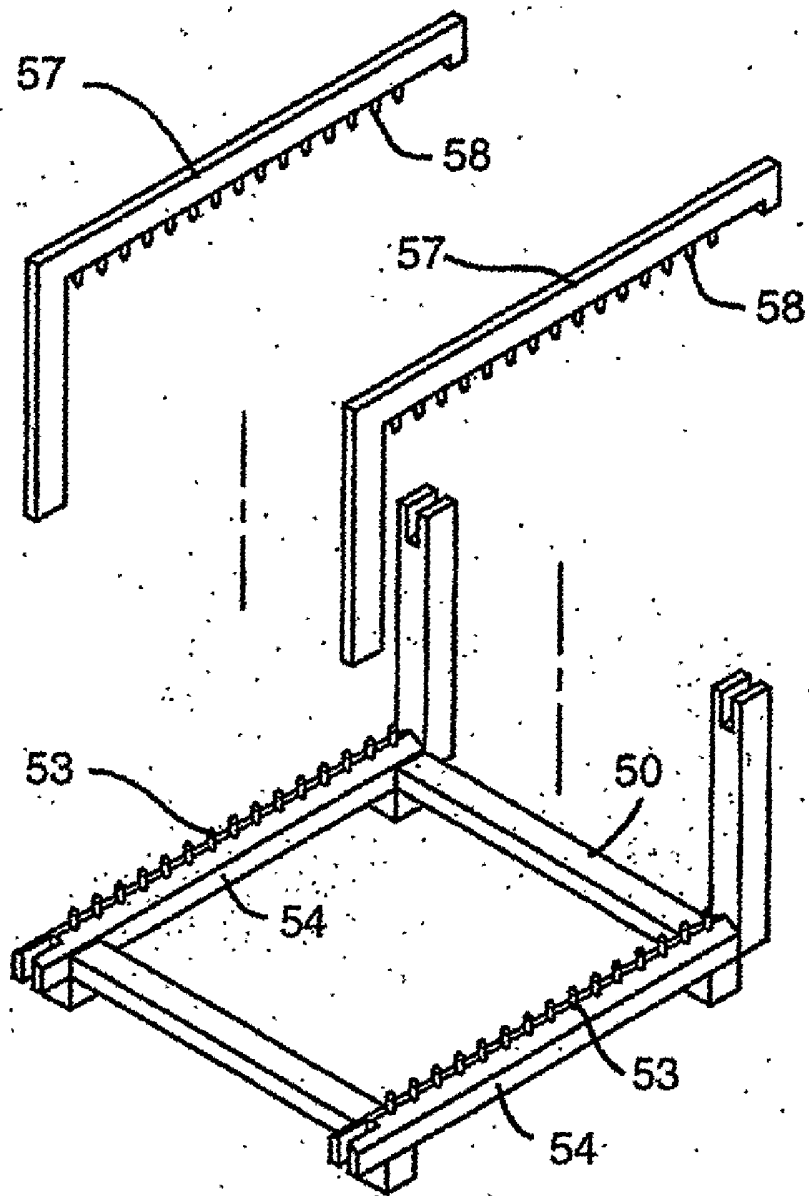


FIG. 4

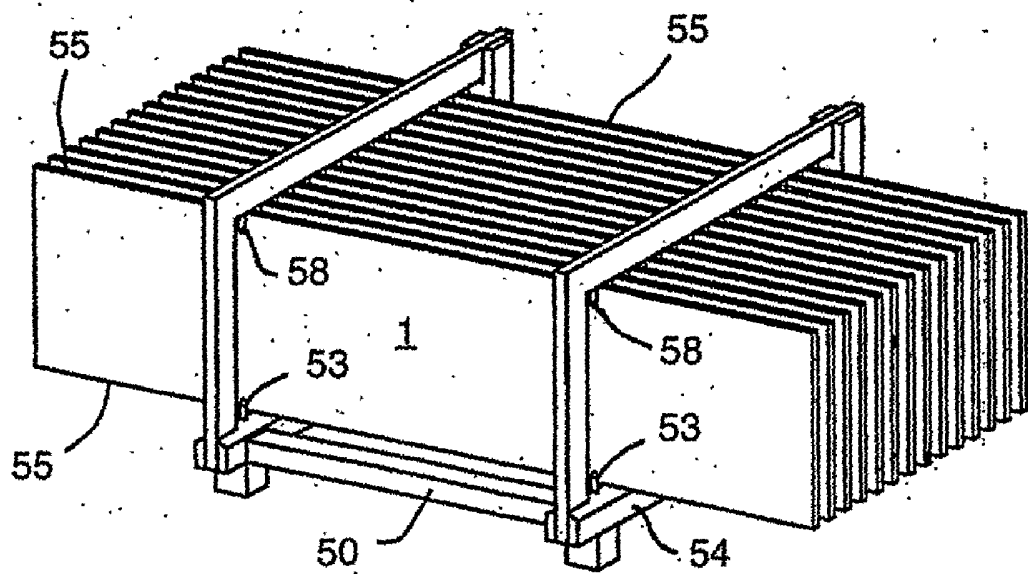


FIG. 5

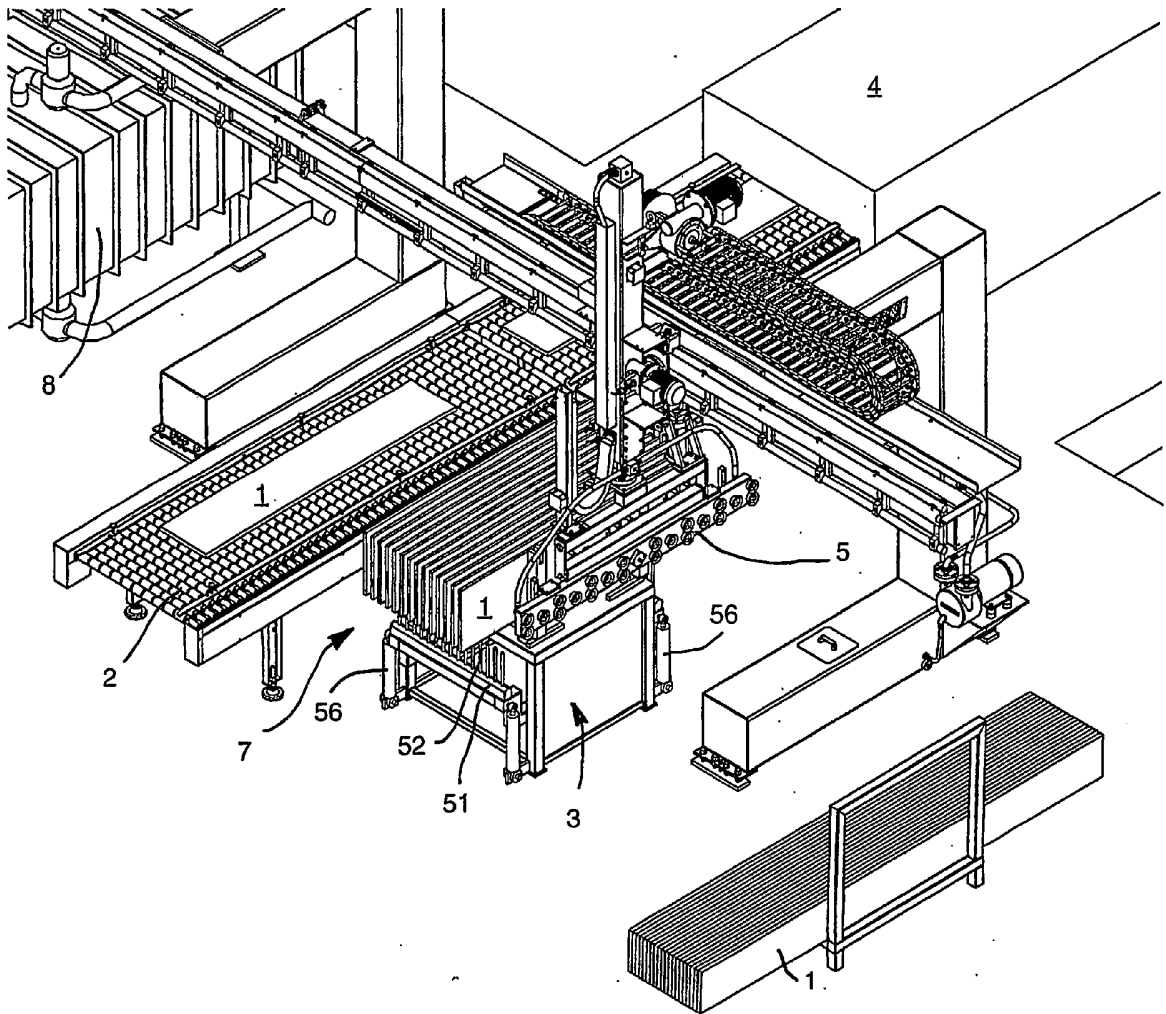


FIG. 6

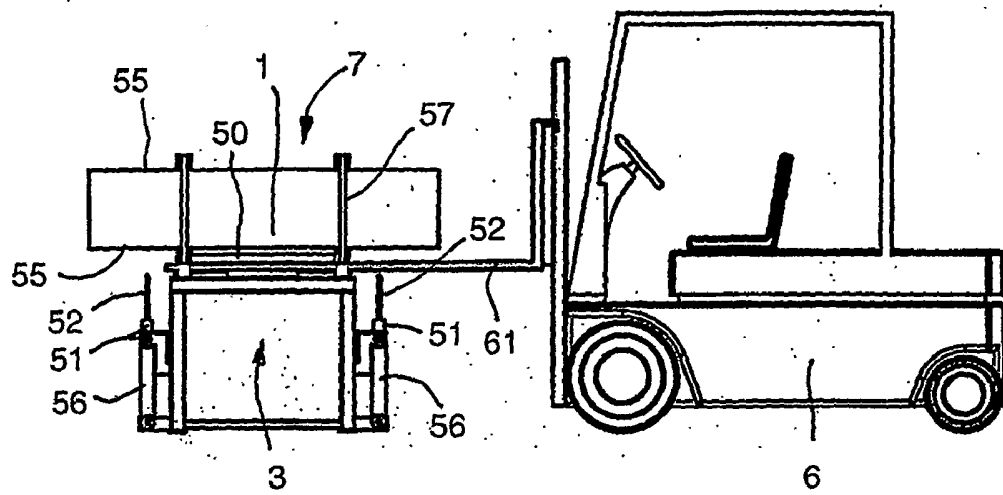


FIG. 7

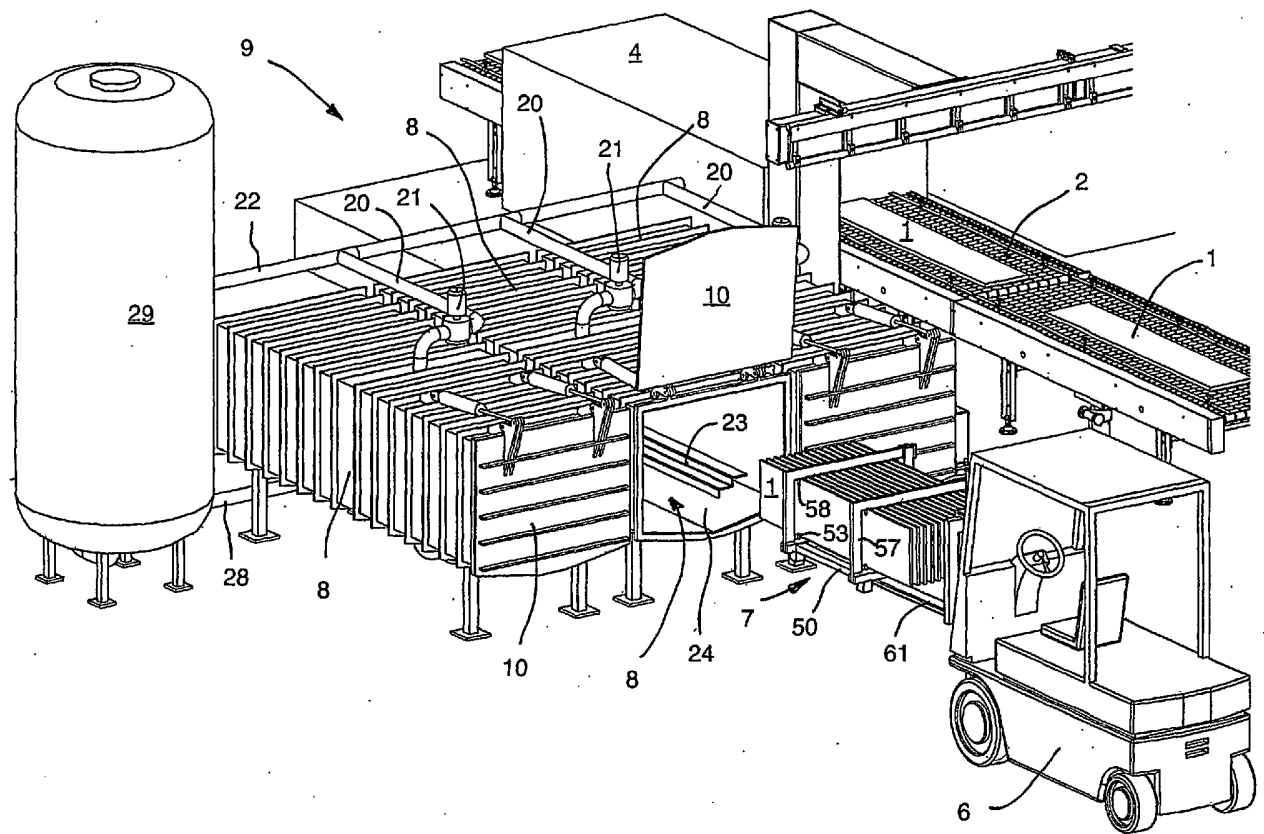


FIG. 8

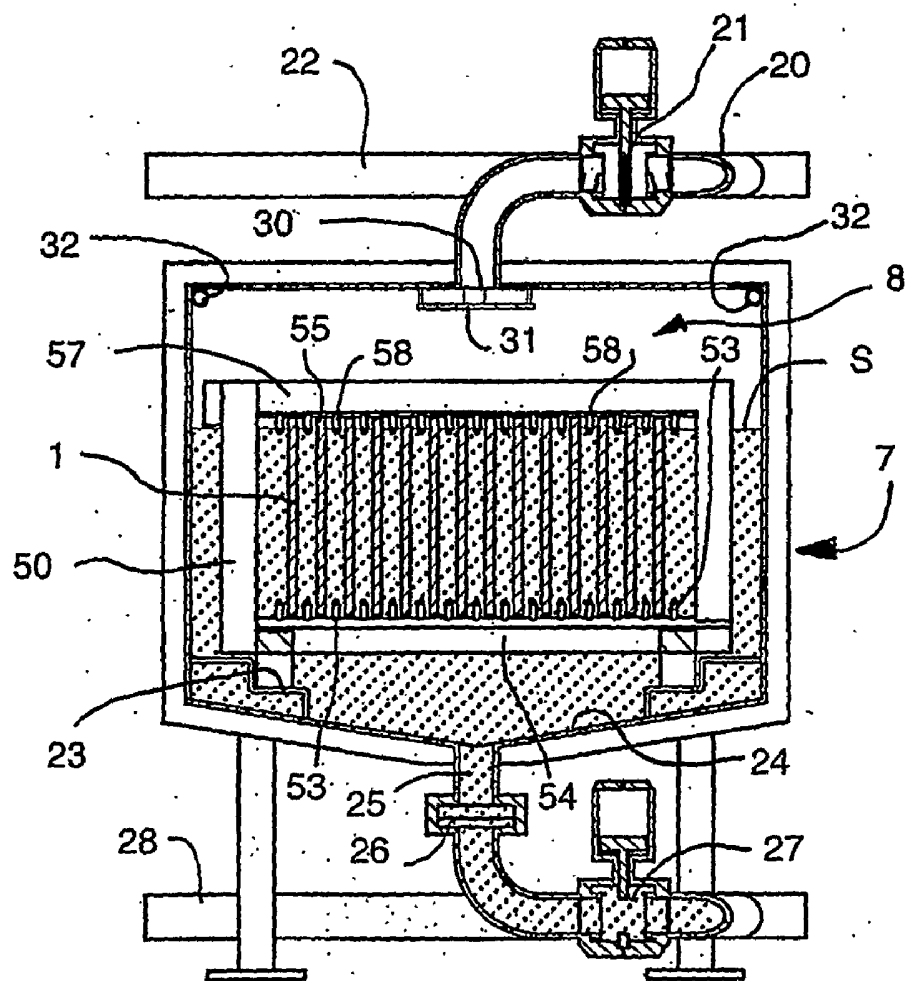


FIG. 9

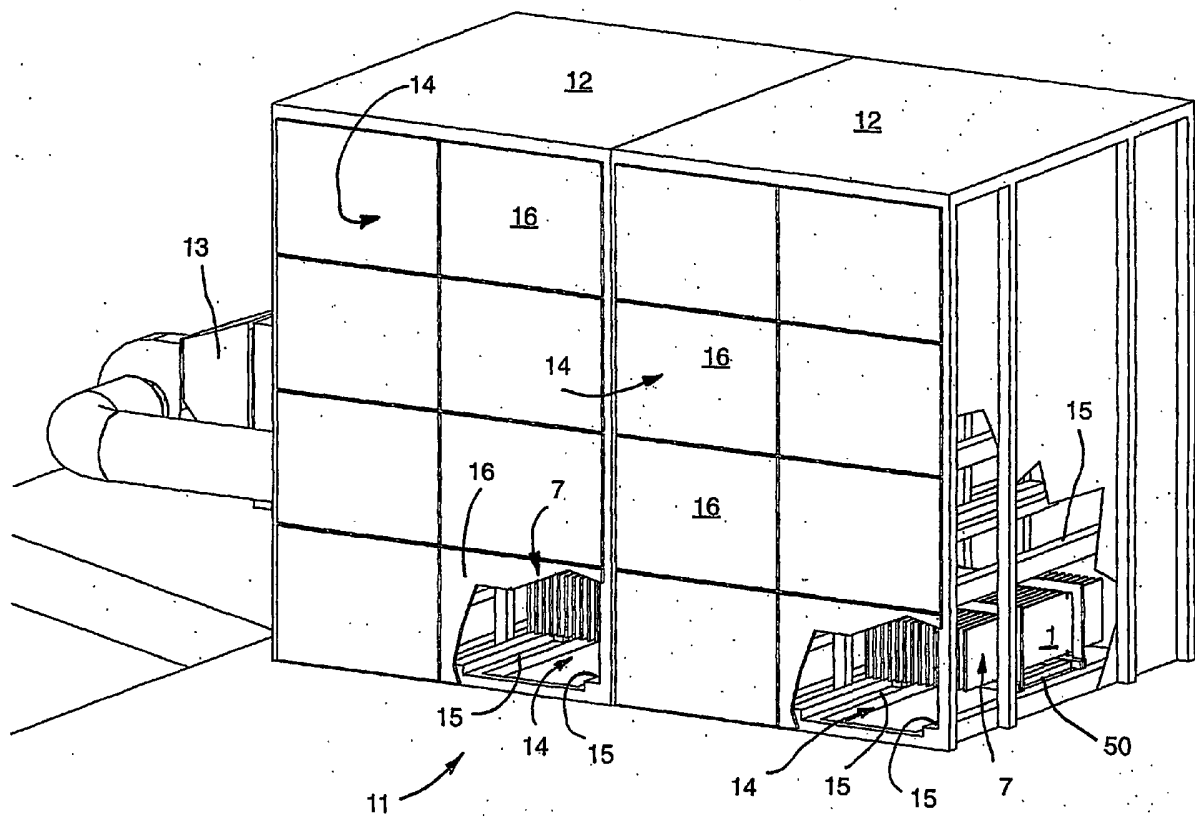


FIG. 10