

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

(21) **PI0607377-8 A2**

(22) Data de Depósito: 24/02/2006

(43) Data da Publicação: 23/03/2010
(RPI 2046)



* B R P I 0 6 0 7 3 7 7 A 2 *

(51) *Int.Cl.:*

C04B 14/48 (2010.01)
C04B 16/00 (2010.01)
C04B 22/04 (2010.01)
C04B 14/38 (2010.01)
C04B 14/00 (2010.01)
C04B 24/00 (2010.01)
B32B 3/00 (2010.01)
B32B 15/01 (2010.01)
B32B 15/20 (2010.01)

(54) Título: **COMPOSIÇÃO DE CIMENTO DE BAIXO PESO, LEITO DE ESTRADA, ARTIGO DE CONSTRUÇÃO PAINEL COMPOSITO, ESTRUTURA DE CONCRETO ISOLADA, MÉTODO DE FABRICAR UM ARTIGO DE COMPOSIÇÃO DE CIMENTO DE BAIXO PESO, ARTIGO DE CONCRETO DE BAIXO PESO E UNIDADE ESTRUTURAL DE BAIXO PESO**

(30) Prioridade Unionista: 25/02/2005 US 60/656,596, 22/03/2005 US 60/664,120, 22/03/2005 US 60/664,230, 02/06/2005 US 60/686,858, 21/10/2005 US 60/728,839, 25/02/2005 US 60/656,596, 22/03/2005 US 60/664,120, 22/03/2005 US 60/664,230, 22/03/2005 US 60/664,120, 02/06/2005 US 60/686,858, 25/02/2005 US 60/656,596, 22/03/2005 US 60/664,120, 02/06/2005 US 60/686,858, 21/10/2005 US 60/728,839, 22/03/2005 US 60/664,230, 25/02/2005 US 60/656,596, 22/03/2005 US 60/664,120

(73) Titular(es): Nova Chemicals INC.

(72) Inventor(es): David A. Cowan, Jay Bowman, John K. Madish, Kolapo Adewale, Michael T. Williams, Roger Moore (falecido), Tricia Guevara

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

(86) Pedido Internacional: PCT US2006006727 de 24/02/2006

(87) Publicação Internacional: WO 2006/091882 de 31/08/2006

(57) Resumo: COMPOSIÇÃO DE CIMENTO DE BAIXO PESO, LEITO DE ESTRADA, ARTIGO DE CONSTRUÇÃO PAINEL COMPOSITO, ESTRUTURA DE CONCRETO ISOLADA, MÉTODO DE FABRICAR UM ARTIGO DE COMPOSIÇÃO DE CIMENTO DE BAIXO PESO, ARTIGO DE CONCRETO DE BAIXO PESO E UNIDADE ESTRUTURAL DE BAIXO PESO. É descrita uma composição de cimento de baixo peso contendo de 22 a 90 por cento em volume de uma composição de cimento e de 10 a 78 por cento em volume de partículas com um diâmetro de partícula médio de 0,2 mm a 8 mm, uma densidade aparente de 0,03 g/cm³ a 0,64 g/cm³, uma razão de aspecto de 1 para 3, onde, depois de a composição de cimento de baixo peso ser fixada, ela tem uma resistência compressiva de pelo menos 1.700 psi (81,4 kPa), testada de acordo com ASTM C39. A composição de cimento pode ser usada para fabricar unidades de maçonaria de concreto, painéis de construção, leitos de rodovias e outros artigos, e pode ser incluída como uma camada em painéis de parede e painéis de pavimentação, e pode ser usada em fôrmas de concreto isoladas. Aspectos da composição de cimento de baixo peso podem ser usados para fabricar unidades estruturais de baixo peso.



“COMPOSIÇÃO DE CIMENTO DE BAIXO PESO, LEITO DE ESTRADA, ARTIGO DE CONSTRUÇÃO PAINEL COMPÓSITO, ESTRUTURA DE CONCRETO ISOLADA, MÉTODO DE FABRICAR UM ARTIGO DE COMPOSIÇÃO DE CIMENTO DE BAIXO PESO, ARTIGO DE CONCRETO DE BAIXO PESO E UNIDADE ESTRUTURAL DE BAIXO PESO”

FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

1. Campo da Invenção

A presente invenção diz respeito a composições, materiais, métodos de seu uso e métodos de sua fabricação inéditos que são no geral usados como agentes na construção e construções civis. Mais especificamente, os compósitos da presente invenção podem ser usados em aplicações de construção e edificação que se beneficiam de um material relativamente leve, extensível, moldável, escoável que tem alta resistência e geralmente melhores propriedades de isolamento.

2. Descrição da Tecnologia Anterior

No campo de preparação e uso de materiais de cimento de baixo peso, tais como o assim chamado concreto de baixo peso, os materiais que eram disponíveis para os construtores no geral exigiam a adição de vários constituintes para se conseguir uma massa de concreto de baixo peso, porém resistente, que tem uma alta homogeneidade de constituintes e que é uniformemente ligada em toda a massa.

As Patentes U.S. 3.214.393, 3.257.338 e 3.272.765 revelam misturas de concreto que contêm cimento, um agregado primário, polímero de estireno expandido particulado e um agente de homogeneização e/ou superfície ativa.

A Patente U.S. 3.021.291 revela um método de fabricar concreto celular pela incorporação na mistura de concreto, antes do lançamento da mistura, de um material polimérico que se expande pela ação

do calor durante a cura. A forma e tamanho das partículas poliméricas não são críticas.

A Patente U.S. 5.580.378 revela um produto de cimento de baixo peso constituído de uma mistura de cimento aquosa que pode incluir cinza volante, cimento Portland, areia, calcário e, como um componente de redução de peso, partículas de poliestireno micronizadas com tamanhos de partículas na faixa de 50 a 2.000 μm e uma densidade de cerca de 1 lb/ft^3 (16,02 kg/m^3). A mistura pode ser lançada nos produtos moldados tais como paredes da fundação, telhas do telhado, tijolos e similares. O produto pode também ser usado como uma argamassa de pedreiro, uma argamassa, um gesso ou uma textura.

JP 9 071 449 revela um concreto de baixo peso que inclui cimento Portland e um agregado de baixo peso tais como poliestireno expandido, perlita ou vermiculita como uma parte ou todas as partes do agregado. O poliestireno expandido tem um diâmetro de grão de 0,1-10 mm e um peso específico de 0,01-0,08.

As Patentes U.S. 5.580.378, 5.622.556 e 5.725.652 revelam produtos de cimento de baixo peso constituídos de uma mistura de cimento aquosa que inclui cimento e cascalho expandido, argila, ardósia, cinza volante e/ou calcário, e um componente de redução de peso, que são partículas de poliestireno micronizadas com tamanhos de partículas na faixa de 50 a 2.000 μm , e caracterizados por ter teores de água na faixa de cerca de 0,5% a 50% v/v.

A Patente U.S. 4.265.964 revela composições de baixo peso para unidades estruturais tais como painéis de material acartonado e similares, que contêm grânulos termoplásticos expansíveis de baixa densidade; um material base de cimento, tal como gesso; um agente tensoativo; um aditivo que age como um agente de espumação para incorporar uma quantidade apropriada de ar na mistura; a componente de formação de filme; e um amido.

Os grânulos termoplásticos expansíveis são expandidos ao máximo possível.

WO 98 02 397 revela telhas de telhado de concreto de baixo peso feitas moldando uma composição ligante hidráulica contendo espumas de resinas sintéticas como o agregado e tendo um peso específico de cerca de
5 1,6 a 2.

WO 00/61519 revela um concreto de baixo peso que inclui uma blenda de cerca de 40 % a 99 % de material polimérico orgânico e de 1 % a cerca de 60 % de uma agente de aprisionamento de ar. A blenda é usada para preparar concreto de baixo peso que usa agregado de poliestireno. A
10 blenda tem que dispersar o agregado de poliestireno e melhorar a ligação entre o agregado de poliestireno e o ligante de cimento em volta.

WO 01/66485 revela uma mistura de cimento de baixo peso contendo em volume: 5 a 80 % de cimento, 10 a 65 % de partículas de poliestireno expandido, 10 a 90 % de partículas minerais expandidas e água
15 suficiente para fazer uma pasta com uma distribuição de poliestireno expandido substancialmente uniforme depois da devida mistura.

A Patente U.S. 6.851.235 revela um bloco de construção que inclui um mistura de água, cimento e contas expandidas de poliestireno expandido (EPS) que tem um diâmetro de 3,18 mm (118 polegadas) a 9,53
20 mm (318 polegadas) nas proporções de 68 para 95 litros (18 para 25 galões) água; de 150 a 190 kg (325 a 425 lb) de cimento; e de 850 a 1.400 litros (30 a 50 pés cúbicos) de contas Prepuff.

No geral, a tecnologia anterior reconhece a utilidade de usar polímeros expandidos, de alguma forma, em composições de concreto para
25 reduzir o peso geral das composições. Os polímeros expandidos são basicamente adicionados para ocupar o espaço e criar vazios no concreto, e a quantidade de "espaço de ar" no polímero expandido é tipicamente maximizada para se atingir este objetivo. No geral, a tecnologia anterior considera que partículas de polímero expandido reduzirão a resistência e/ou

integridade estrutural de composições de concreto de baixo peso. Adicionalmente, artigos de concreto feitos de composições de concreto de baixo peso da tecnologia anterior têm na melhor das hipóteses propriedades físicas inconsistentes, tais como módulo de Young, condutividade térmica e
5 resistência compressiva, e tipicamente demonstram propriedades físicas aquém das desejáveis

Paredes de concreto na construção de edifícios são quase sempre produzidas primeiramente levantando duas paredes de fôrma paralelas e lançando concreto no espaço entre as fôrmas. Depois que o concreto
10 endurece, o construtor então remove as fôrmas, deixando a parede de concreto curada.

Esta técnica da tecnologia anterior apresenta inconvenientes. A formação das paredes de concreto é ineficiente em virtude do tempo exigido para montar as fôrmas, esperar até o concreto curar e remover as fôrmas. Esta
15 técnica da tecnologia anterior, portanto, é um processo caro e de alta mão-de-obra.

Dessa maneira, têm sido desenvolvidas técnicas para formar paredes de concreto modulares, que usam um material isolante de espuma. As paredes de fôrma modular são montadas paralelas uma à outra e componentes
20 de conexão mantêm as duas paredes da fôrma no lugar, uma em relação à outra, enquanto concreto é lançado entre elas. As paredes da fôrma, entretanto, permanecem no lugar depois que o concreto cura. Ou seja, as paredes da fôrma, que são construídas de material isolante de espuma, são uma parte permanente do edifício depois que o concreto cura. As paredes de
25 concreto feitas usando esta técnica podem ser empilhadas umas sobre as outras em muitos andares de altura para formar todas as paredes de um edifício. Além da eficiência obtida restando-se as paredes da fôrma como parte da estrutura permanente, os materiais das paredes da fôrma geralmente proporcionam isolamentos adequados para o edifício.

Embora a tecnologia anterior incluía muitas variações propostas para conseguir melhorias com esta técnica, ainda existem inconvenientes para cada projeto. Os componentes de conexão usados na tecnologia anterior para manter as paredes são construídos de (1) espuma de plástico, (2) plástico de alta densidade, ou (3) uma ponte metálica, que é um suporte não estrutural, isto é, uma vez que o concreto cura, os componentes de conexão ficam sem função. Ainda assim, esses elementos proporcionam funções de isolamento térmico e acústico e têm sido há muito aceitos pela engenharia civil.

Assim, a tecnologia de fôrma de concreto isolada atual exige o uso de pequenos blocos de espuma moldados, normalmente de 12 a 24 polegadas (101,6 milímetros) (609,6 milímetros) (308,4 a 609,6 milímetros) de altura, com a comprimento padrão de quatro pés (1,22 metros). A grande quantidade de juntas horizontais e verticais que exigem fixação para posicionar corretamente os blocos durante um lançamento de concreto restringe seu uso a menores comprimentos de parede e alturas de parede inferiores. Penetrações de parede, tais como janelas e portas, exigem formação altamente especializada e de engenharia para suportar as pressões exercidas nela durante a colocação do concreto. O pessoal de acabamento de argamassa tem dificuldade de pendurar parede de gesso em tais sistemas por causa do problema de localização das tiras de forração moldadas. As tiras de forração de metal ou plástico nos projetos atuais são de natureza não contínua e são normalmente embutidas com faces de espuma. As presentes características em sistemas de formação de blocos atuais exibem mão-de-obra especializada, grandes tempos de assentamento, engenharia de bloqueamento e escora e especializações de acabamento não tradicionais. Isto resulta em uma parede mais cara, ou seja, não adequada para aplicações de construção de paredes maiores. A força-tarefa altamente especializada que é necessária para colocar, bloquear, escorar e aplicar acabamentos em um sistema de blocos

restringe seriamente o uso de tais sistemas, comparado com técnicas de construção de concreto tradicionais.

Uma abordagem para solucionar o problema de paredes retas e verdadeiras em leiautes maiores tem sido projetar blocos maiores. A tecnologia de fabricação existente atual tem limitado este aumento em 24 polegadas (101,6 milímetros) (609,6 milímetros) de altura e oito pés (2,44 metros) de comprimento. Outros sistemas criam corte de arame quente oposto a painéis de plástico expandido ligados mecanicamente uns nos outros em uma operação secundária utilizando conectores de metal ou plástico. Esses painéis têm normalmente 48 polegadas (1.219,2 milímetros) de largura e 8 pés (2,44 metros) de altura, e não contêm tiras de forração contínuas.

Entretanto, nenhuma das abordagens supradescritas aborda adequadamente os problemas de formar estouro a maiores alturas de parede por causa da pressão exercida pelo concreto lançado, rapidez e facilidade de construção com uma força-tarefa não especializada, e facilidade de acabamento das paredes com pontos de anexação facilmente determinados.

Portanto, existe uma necessidade na tecnologia de composições de concreto de baixo peso que proporcionam artigos de concreto de baixo peso com propriedades físicas previsíveis e desejáveis, bem como painéis de construção pré-formados compósitos e fôrmas de concreto isoladas com elementos de bloqueio e cintamento internos que superem os problemas supradescritos.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

A presente invenção fornece uma composição de cimento de baixo peso contendo de 22 a 90 por cento em volume de uma composição de cimento e de 10 a 78 por cento em volume de partículas com um diâmetro de partícula médio de 0,2 mm a 8 mm, uma densidade aparente de 0,03 g/cm³ a 0,64 g/cm³, uma razão de aspecto de 1 para 3, em que, depois que a composição de cimento de baixo peso é fixada, ela tem uma resistência

compressiva de pelo menos 1.700 psi (81,4 kPa) testada de acordo com ASTM C39.

A presente invenção também fornece a composição de cimento de baixo peso supradescrita posta na fôrma de unidades de maçonaria de concreto (CMUs), artigos de construção, artigos de construção pré-vazados/protendidos, painéis de construção ou leitos de rodovias.

A presente invenção fornece adicionalmente um método de fabricar um artigo de concreto de baixo peso otimizado que inclui:

identificar as propriedades de densidade e resistência desejadas de uma composição de concreto de baixo peso fixada;

determinar o tipo, tamanho e densidade das contas de polímero a ser usadas na composição de concreto de baixo peso;

determinar o tamanho e densidade o polímero contas a ser expandidas;

opcionalmente expandir as contas de polímero para formar contas de polímero expandidas;

dispersar as contas de polímero em uma mistura de cimento para formar a composição de concreto de baixo peso; e

deixar que a composição de concreto de baixo peso fixe em uma fôrma.

A presente invenção fornece adicionalmente um painel de construção compósito que inclui:

um corpo central, de forma substancialmente paralelepípedica, que compreende uma matriz de polímero expandido, tendo faces opostas, uma superfície superior e uma superfície inferior oposta;

pelo menos um caibro estrutural embutido que se estende longitudinalmente através do corpo central entre as ditas faces opostas, tendo uma primeira extremidade embutida na matriz de polímero expandido, uma segunda extremidade que se estende para fora da superfície inferior do corpo

central, e um ou mais furos de expansão localizados no caibro embutido entre a primeira extremidade do caibro embutido e a superfície inferior do corpo central, em que o corpo central compreende a matriz de polímero que se expande através dos furos de expansão; e

5 a camada de concreto contendo a composição de cimento de baixo peso supradescrita que cobre pelo menos uma porção da superfície superior e/ou superfície inferior.

A presente invenção também fornece um painel de pavimentação compósito que inclui:

10 um corpo central, de forma substancialmente paralelepípedica, contendo uma matriz de polímero expandido, tendo faces opostas, uma superfície superior e uma superfície inferior oposta; e

dois ou mais barrotes de sustentação dos pisos embutidos que se estendem longitudinalmente através do corpo central entre as ditas faces opostas, tendo uma primeira extremidade embutida na matriz de polímero expandido que tem um primeiro elemento transversal que se estende da primeira extremidade no geral fazendo contato ou estendendo-se acima da superfície superior, uma segunda extremidade que se estende para fora da superfície inferior do corpo central que tem um segundo elemento transversal que se estende da segunda extremidade, e um ou mais furos de expansão localizados nos barrotes embutidos entre a primeira extremidade dos barrotes embutidos e a superfície inferior do corpo central;

15

20

em que o corpo central inclui um matriz de polímero que se expande através dos furos de expansão;

25 em que Os barrotes embutidos incluem um ou mais furos de utilidade localizados nos barrotes embutidos entre a superfície inferior do corpo central e a segunda extremidade dos barrotes embutidos e o espaço definido pela superfície inferior do corpo central e as segundas extremidades dos barrotes embutidos é adaptado para acomodar linhas de utilidades;

em que a camada de concreto contendo a composição de cimento de baixo peso supradescrita cobre pelo menos uma porção da superfície superior e/ou superfície inferior; e

5 em que o painel de pavimentação compósito é posicionado no geral perpendicular a uma parede estrutural e/ou fundação.

A presente invenção fornece adicionalmente uma estrutura de concreto isolada que inclui:

um primeiro corpo, de forma substancialmente paralelepipedica, contendo uma matriz de polímero expandido, tendo faces
10 opostas, uma primeira superfície e uma segunda superfície oposta;

um segundo corpo, de forma substancialmente paralelepipedica, contendo uma matriz de polímero expandido, tendo faces opostas, uma primeira superfície, uma segunda superfície oposta; e

um ou mais caibros embutidos de reforço que se estendem
15 longitudinalmente através do primeiro corpo e do segundo corpo entre as primeiras superfícies de cada corpo, tendo uma primeira extremidade embutida na matriz de polímero expandido do primeiro corpo, e uma segunda extremidade embutida na matriz de polímero expandido do segundo corpo,
um ou mais furos de expansão localizados na porção dos caibros embutidos
20 embutida no primeiro corpo e no segundo corpo;

em que, o primeiro corpo e o segundo corpo incluem uma matriz de polímero que se expande através dos furos de expansão; e

o espaço definido entre as primeiras superfícies do primeiro corpo e do segundo corpo é capaz de aceitar concreto lançado nele; e

25 em que a camada de concreto contendo a composição de cimento de baixo peso supradescrita preenche pelo menos uma porção de um espaço entre a primeira superfície do primeiro corpo e a primeira superfície do segundo corpo.

A presente invenção fornece adicionalmente a unidade

estrutural de baixo peso que inclui:

um núcleo, tendo uma primeira face principal e uma segunda face principal, o núcleo contendo uma composição de cimento de baixo peso fixada sólida que inclui 22 a 90 por cento em volume de uma composição de cimento e de 10 a 78 por cento em volume de partículas com um diâmetro de partícula médio de 0,2 mm a 8 mm, uma densidade aparente de 0,03 g/cm³ a 0,64 g/cm³, uma razão de aspecto de 1 para 3;

uma primeira face de cobertura aplicada sobre pelo menos uma porção da primeira face principal; e

uma segunda face de cobertura aplicada sobre pelo menos uma porção do segunda face principal.

DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

A figura 1 mostra uma vista plana de topo de uma fôrma de concreto isolada pré-formada de acordo com a invenção;

A figura 2 mostra uma vista plana de topo de uma fôrma de concreto isolada pré-formada de acordo com a invenção;

A figura 3 mostra uma vista seccional transversal de uma fôrma de concreto isolada pré-formada de acordo com a invenção;

A figura 4 mostra uma vista em perspectiva parcial de um caibro usado na invenção;

A figura 5 mostra uma vista em perspectiva de uma fôrma de concreto isolada pré-formada de acordo com a invenção;

A figura 6 mostra uma vista em perspectiva da porção de concreto e barrote de uma fôrma de concreto isolada de acordo com a invenção;

A figura 7 mostra uma vista em perspectiva do porção de concreto e barrote de uma fôrma de concreto isolada de acordo com a invenção;

A figura 8 mostra uma vista em perspectiva parcial de um

caibro usado na invenção;

A figura 9 mostra uma vista plana de um sistema da fôrma de concreto isolado de acordo com a invenção;

5 A figura 10 mostra uma unidade de quina da fôrma de concreto isolada de acordo com a invenção;

A figura 11 mostra uma vista seccional transversal de um painel isolado para ser levantado pré-formado compósito de concreto de acordo com a invenção;

10 A figura 12 mostra uma vista seccional transversal de um painel isolado para ser levantado pré-formado compósito de concreto de acordo com a invenção;

A figura 13 mostra uma vista seccional transversal de um corpo reforçado para uso na fabricação do painel isolado para ser levantado pré-formado compósito de concreto das figuras 11 e 12;

15 A figura 14 mostra uma vista em perspectiva de um caibro de metal embutido para uso na fabricação do corpo reforçado na figura 13 e dos painéis isolados basculantes pré-formados compósitos das figuras 11 e 12;

20 A figura 15 mostra uma vista seccional transversal de um painel isolado para ser levantado pré-formado compósito de concreto de acordo com a invenção;

A figura 16 mostra uma vista seccional transversal de um corpo reforçado para uso na fabricação do painel isolado para ser levantado pré-formado compósito de concreto na figura 15;

25 A figura 17 mostra uma vista seccional transversal de um painel isolado para ser levantado pré-formado compósito de concreto de acordo com a invenção; e

A figura 18 mostra uma vista em perspectiva de um caibro de metal embutido para uso na fabricação do corpo reforçado na figura 16 e os painéis isolados basculantes pré-formados compósitos de concreto das figuras

13 e 15;

A figura 19 mostra uma vista seccional transversal de um painel de construção pré-formado 5 de acordo com a invenção;

5 A figura 20 mostra uma vista seccional transversal de um painel de construção pré-formado de acordo com a invenção;

A figura 21 mostra uma vista seccional transversal de um painel de construção pré-formado de acordo com a invenção;

10 A figura 22 mostra uma vista seccional transversal de um sistema do painel de construção pré-formado composto de concreto de acordo com a invenção;

A figura 23 mostra uma vista em perspectiva de um sistema de pavimentação de acordo com a invenção;

A figura 24 mostra uma vista em perspectiva de um sistema de pavimentação de acordo com a invenção;

15 A figura 25 mostra uma vista em perspectiva de um método de construção de acordo com a invenção;

A figura 26 mostra uma vista em perspectiva parcial de uma pista de nível de acordo com a invenção;

20 A figura 27 é uma micrografia eletrônica de varredura de uma superfície de uma conta prepuff usada na invenção;

A figura 28 é uma micrografia eletrônica de varredura de o interior de uma conta prepuff usada na invenção;

A figura 29 é uma micrografia eletrônica de varredura de uma superfície de uma conta prepuff usada na invenção;

25 A figura 30 é uma micrografia eletrônica de varredura do interior de uma conta prepuff usada na invenção;

A figura 31 é uma micrografia eletrônica de varredura de uma superfície de uma conta prepuff usada na invenção; e

A figura 32 é uma micrografia eletrônica de varredura do

interior de uma conta prepuff usada na invenção.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

Além dos exemplos operacionais ou onde de outra forma indicada, todos os números ou expressões referindo-se a quantidades de
5 ingredientes, condições de reação, etc. usados na especificação e reivindicações devem ser entendidas modificadas em todos os casos pelo termo "cerca de". Dessa maneira, a menos que indicado ao contrário, o parâmetros numéricos apresentados na especificação seguinte e reivindicações anexas são aproximações que podem variar, dependendo das
10 propriedades desejadas que a presente invenção deseja obter. No mínimo, e não como uma tentativa de limitar a aplicação da doutrina de equivalentes ao escopo das reivindicações, cada parâmetro numérico deve ser pelo menos interpretado sob a luz do número de dígitos significativos reportados e pela aplicação das técnicas de arredondamento ordinárias.

15 Sem se importa com que as faixas numéricas e parâmetros que apresentam o escopo amplo são aproximações, os valores numéricos apresentados nos exemplos específicos são reportados o mais precisamente possível. Qualquer valor numérico, entretanto, contém inerentemente erros necessariamente resultantes do desvio padrão encontrado nas suas respectivas
20 medições de teste.

Também, deve-se entender que qualquer faixa numérica aqui citada deve incluir todas subfaixas subtotalizadas nela. Por exemplo, uma faixa de "1 a 10" deve incluir todas subfaixas intermediárias e incluindo o valor mínimo citado de 1 e o valor máximo citado de 10; ou seja, tendo um
25 valor mínimo igual ou maior que 1 e um valor máximo igual ou menor que 10. Em virtude de as faixas numéricas reveladas serem contínuas, elas incluem cada valor entre o valores mínimo e máximo. A menos que expressamente indicado de outra forma, as várias faixas numéricas especificadas neste pedido são aproximações.

Na forma aqui usada o termo "material conformável" refere-se a qualquer material na forma líquida, semi-sólida, viscoelástica e/ou outras fôrmas adequadas que podem ser manipuladas e colocadas em um espaço confinado de forma e/ou dimensões predeterminadas onde ele torna-se sólido tanto pelo resfriamento, cura e/ou fixação.

Na forma aqui usada, o termo "partículas contendo espaços vazios" refere-se a partículas de polímero expandido, partículas de prepuff, e outras partículas que incluem câmaras celulares e/ou tipo colméia, pelo menos algumas das quais são completamente encerradas, que contêm ar ou um gás específico ou combinação de gases, como um exemplo não limitante, partículas de prepuff aqui descritas.

Na forma aqui usada, os termos "cimento" e "de cimento" referem-se a materiais que ligam um concreto ou outro produto monolítico, não o próprio produto final. Em particular, cimento hidráulico refere-se a um material que fixa e endurece ao passar por uma reação de hidratação na presença de uma quantidade suficiente de água para produzir um produto final endurecido.

Na forma aqui usada, o termo "mistura de cimento" refere-se a uma composição que inclui um material de cimento, e uma ou mais cargas, adjuvantes, ou outros materiais conhecidos na tecnologia que formam uma lama que endurece mediante cura. Materiais de cimento incluem, mas sem limitações, cimento hidráulico, gesso, composições de gesso, calcário e similares e podem ou não incluir água. Adjuvantes e cargas incluem, mas sem limitações, areia, argila, cinza volante, agregado, agentes de aprisionamento de ar, colorantes, água redutores/superplastificantes e similares.

Na forma aqui usada, o termo "concreto" refere-se a um material de construção duro e resistente feito misturando-se uma mistura de cimento com água suficiente para fazer com que a mistura de cimento fixar e ligar toda a massa.

Na forma aqui usada, o termos "(meta)acrílico" e "(meta)acrilato" devem incluir tanto ácido acrílico como derivados metacrílico, tais como os ésteres de alquila correspondentes geralmente referidos como acrilatos e (meta)acrilatos, que o termo "(meta)acrilato" deve
5 abranger.

Na forma aqui usada, o termo "polímero" deve abranger, sem limitações, homopolímeros, copolímeros, copolímeros de enxerto, e blendas e suas combinações.

No seu contexto mais abrangente, a presente invenção fornece
10 um método de controlar o aprisionamento de ar em um artigo formado. O artigo formado pode ser feito de qualquer material conformável, onde partículas contendo espaços vazios são usadas para aprisionar ar de uma maneira estruturalmente suportada. Qualquer material conformável adequado pode ser usado, desde que as partículas contendo espaços vazios não sejam
15 danificadas durante um processo de formação. Como tal, quando são usadas partículas adequadas, o material conformável pode ser uma composição de cimento, um metal, uma cerâmica, um plástico, uma borracha, ou um material compósito.

Metais que podem ser usados na invenção incluem, mas sem
20 limitações, alumínio, ferro, titânio, molibdênio, níquel, cobre, suas combinações e suas ligas. Cerâmicas adequadas incluem materiais inorgânicos tais como cerâmica, esmaltes e refratários e incluem, mas sem limitações, silicatos metálicos, óxidos metálicos, nitretos metálicos e suas combinações. Plásticos adequados incluem, mas sem limitações, poliolefinas,
25 homopolímeros de monômeros aromáticos de vinila; copolímeros de monômeros aromáticos de vinila, poli(meta)acrilatos, policarbonatos, poliésteres, poliamidas e suas combinações. Borrachas adequadas incluem borrachas naturais, borrachas sintéticas e suas combinações.

Na forma aqui usada, o termo "material compósito" refere-se a

um material sólido que inclui duas ou mais substâncias tendo diferentes características físicas e em que cada substância retém sua identidade, contribuindo ao mesmo tempo para as propriedades desejáveis como um todo. Como um exemplo não limitante, materiais compósitos podem incluir um material estrutural feito de plástico no qual um material fibroso, tais como carboneto de silício, fibras de vidro, fibras de aramida e similares, é embutido.

As partículas são selecionados de maneira tal que elas não se fundam ou de outra forma fiquem danificadas durante a processo de formação. Por exemplo, uma partícula de polímero tipicamente não seria usada em uma operação de formação de metal. Materiais adequados dos quais as partículas contendo vazios podem ser selecionadas incluem polímeros, plásticos, cerâmicas e similares. Quando polímeros e/ou plásticos são usados, eles podem ser materiais expandidos da maneira descrita a seguir. Quando cerâmicas são usadas, elas são formadas com vazios nelas. Como um exemplo não limitante, uma cerâmica pode ser formada pela incorporação de um polímero nela, que é subsequente queimado, deixando espaços vazios na cerâmica. A cerâmica com espaços vazios pode então ser usada no metal para fornecer uma parte metálica formada de baixo peso.

Assim, a presente invenção diz respeito um métodos de controlar o aprisionamento de ar onde um artigo é formado pela combinação de um material conformável e partículas contendo espaços vazios para fornecer uma mistura e pela colocação da mistura em uma fôrma.

Embora o sua aplicação revele com detalhes misturas de cimento com partículas de polímero, o conceitos e modalidades aqui descritas podem ser aplicados pelos versados na técnica a outras aplicações supradescritas.

Modalidades da presente invenção são voltadas para uma composição de concreto de baixo peso (LWC) que inclui uma mistura de cimento e partículas de polímero. Surpreendentemente, observou-se que o

tamanho, composição, estrutura, e propriedades físicas das partículas de polímero expandido e, em algumas ocorrências, seus precursores de conta de resina, podem afetar bastante as propriedades físicas de artigos LWC feitos das composições LWC da invenção. De particular nota é o relacionamento entre tamanho da conta e densidade da partícula de polímero expandido nas propriedades físicas dos artigos LWC resultantes.

Em uma modalidade da invenção, a mistura de cimento pode ser uma mistura de cimento aquosa.

As partículas de polímero, que podem opcionalmente ser partículas de polímero expandido, são presentes na composição LWC a um nível de pelo menos 10, em algumas ocorrências pelo menos 15, em outras ocorrências pelo menos 20, em situações particulares até 25, em alguns casos pelo menos 30, e em outros casos pelo menos 35 por cento em volume e até 78, em algumas ocorrências até 75, em outras circunstâncias até 65, em instâncias particulares até 60, em alguns casos até 50, e em outros casos até 40 por cento em volume com base no volume total da composição LWC. A quantidade de polímero irá variar dependendo das propriedades físicas particulares desejadas em um artigo LWC acabado. A quantidade de partículas de polímero na composição LWC pode ser qualquer valor, ou pode variar entre quaisquer dos valores supracitados.

As partículas de polímero podem incluir quaisquer partículas derivadas de qualquer material termoplástico expansível adequado. As verdadeiras partículas de polímero são selecionadas com base nas propriedades físicas particulares desejadas em um artigo LWC acabado. Como um exemplo não limitante, as partículas de polímero, que podem opcionalmente ser partículas de polímero expandido, podem incluir um ou mais polímeros selecionados de homopolímeros de monômeros aromáticos de vinila; copolímeros de pelo menos um monômero aromático de vinila com um ou mais de divinilbenzeno, dienos conjugados, metacrilatos de alquila,

acrilatos de alquila, acrilonitrila e/ou anidrido maleico; poliolefinas; policarbonatos; poliésteres; poliamidas; borrachas naturais; borrachas sintéticas e suas combinações.

Em uma modalidade da invenção, as partículas de polímero
5 incluem homopolímeros ou copolímeros termoplásticos selecionados de homopolímeros derivados de monômeros aromáticos de vinila incluindo estireno, isopropilestireno, alfa-metilestireno, metilestirenos nucleares, cloroestireno, terc-butilestireno e similares, bem como copolímeros preparados pela copolimerização de pelo menos um monômero aromático de
10 vinila supradescrito com um ou mais outros monômeros, exemplos não limitantes sendo divinilbenzeno, dienos conjugados (exemplos não limitantes sendo butadieno, isopreno, 1, 3- e 2,4- hexadieno), metacrilatos de alquila, acrilatos de alquila, acrilonitrila, e anidrido maleico, em que o monômero aromático de vinila está presente em pelo menos 50% em peso do copolímero.
15 Na modalidade da invenção, polímeros estirênicos são usados, particularmente poliestireno. Entretanto, outros polímeros adequados podem ser usados, tais como poliolefinas (por exemplo, polietileno, polipropileno), policarbonatos, óxidos de polifenileno e suas misturas.

Em uma modalidade particular da invenção, as partículas de
20 polímero são partículas de poliestireno expansível (EPS). Essas partículas podem ser na fôrma de contas, grânulos, ou outras partículas convenientes para as operações de expansão e moldagem.

Na presente invenção, partículas polimerizadas em um processo de suspensão, que são essencialmente contas de resinas esféricas,
25 são usadas como partículas de polímero ou para produzir partículas de polímero expandido. Entretanto, polímeros derivados de técnicas de polimerização em solução e em massa que são extrudados e cortados em seções de contas de resina no tamanho de partícula podem também ser usados.

Em uma modalidade da invenção, contas de resinas (não expandidas) contendo quaisquer dos polímeros ou composições de polímeros aqui descritas têm um tamanho de partícula de pelo menos 0,2, em algumas situações pelo menos 0,33, em alguns casos pelo menos 0,35, em outros casos pelo menos 0,4, em algumas ocorrências pelo menos 0,45 e em outras ocorrências pelo menos 0,5 mm. Também, as contas de resinas podem ter um tamanho de partícula de até 3, em algumas ocorrências até 2, em outras ocorrências até 2,5, em alguns casos até 2,25, em outros casos até 2, em algumas situações até 1,5 e em outras situações até 1 mm. Nesta modalidade, as propriedades físicas de artigos LWC feitos de acordo com a invenção têm propriedades físicas inconsistentes ou indesejáveis quando são usadas contas de resinas com tamanhos de partículas fora das faixas descritas para fazer as partículas de polímero expandido. As contas de resinas usadas nesta modalidade podem ser qualquer valor ou podem variar entre quaisquer dos valores supracitados.

As partículas termoplásticas expansíveis ou contas de resina podem opcionalmente ser impregnadas usando qualquer método convencional com um agente de sopro adequado. Como um exemplo não limitante, a impregnação pode ser alcançada pela adição do agente de sopro à suspensão aquosa durante a polimerização do polímero ou, alternativamente, pela re-suspensão das partículas de polímero em um meio aquoso e em seguida pela incorporação do agente de sopro da maneira preceituada em Patente U.S. 2.983.692. Qualquer material gasoso ou material que produza gases mediante aquecimento pode ser usado como o agente de sopro. Agentes de sopro convencionais incluem hidrocarbonetos alifáticos contendo 4 a 6 átomos de carbono na molécula, tais como butanos, pentanos, hexanos e os hidrocarbonetos halogenados, por exemplo, CFC's e HCFC'S, que fervem a uma temperatura abaixo do ponto de amolecimento do polímero escolhido. Misturas desses agentes de sopro de hidrocarbonetos alifáticos também

podem ser usadas.

Alternativamente, água pode ser misturada com esses agentes de sopro de hidrocarbonetos alifáticos, ou água pode ser usada como o único agente de sopro da maneira preceituada nas Patentes U.S. 6.127.439, 6.160.027 e 6.242.540. Nessas patentes, agentes de retenção de água são usados. A porcentagem em peso de água para uso como o agente de sopro pode variar de 1 a 20%. O textos das Patentes U.S. 6.127.439, 6.160.027 e 6.242.540 estão aqui incorporados pela referência.

As partículas de polímero ou contas de resina impregnadas são opcionalmente expandidas a uma densidade aparente de pelo menos 0,5 lb/ft³ (0,008 g/cm³), em alguns casos pelo menos 1,25 lb/ft³ (0,02 g/cm³), em outros casos pelo menos 1,5 lb/ft³ (0,024 g/cm³), em algumas situações pelo menos 1,75 lb/ft³ (0,028 g/cm³), em algumas circunstâncias pelo menos 2 lb/ft³ (3,2 g/cm³) (0,032 g/cm³) em outras circunstâncias pelo menos 3 lb/ft³ (0,048 g/cm³) e in particular circunstâncias pelo menos 3,25 lb/ft³ (0,052 g/cm³) ou 3,5 lb/ft³ (0,056 g/cm³). Quando contas de resina não expandidas são usadas, contas de maior densidade aparente podem ser usadas. Como tal, a densidade aparente pode ser até 40 lb/ft³ (0,64 g/cm³). A densidade aparente das partículas de polímero pode ser qualquer valor, ou pode variar entre quaisquer dos valores supracitados.

O etapa de expansão é convencionalmente realizada pelo aquecimento das contas impregnadas por qualquer meio de aquecimento convencional, tais como vapor, ar quente, água quente ou calor radiante. Um método geralmente aceito para se obter a pré-expansão de partículas termoplásticas impregnadas está preceituado na Patente U.S. 3.023.175.

As partículas de polímero impregnadas podem ser partículas de polímero celular expandido da maneira preceituada no pedido de Patente U.S. de série 10/021.716, cujos preceitos estão aqui incorporados pela referência. As partículas celulares expandidas podem ser poliestireno que são

expandidas e contêm um agente de sopro volátil a um nível de menos de 14 % em peso, em algumas situações menos de 6 % em peso, em alguns casos variando de cerca de 2 % em peso a cerca de 5 % em peso, e em outros casos 20 variando de cerca de 2,5 % em peso a cerca de 3,5 % em peso com base no peso do polímero.

Um interpolímero de uma poliolefina e monômeros aromáticos de vinila polimerizados in situ que pode ser incluído na resina termoplástica ou partículas de polímero expandidas de acordo com a invenção está revelado nas Patentes U.S. 4.303.756 e 4.303.757 e publicação do pedido U.S. 2004/0152795, cujas partes relevantes estão aqui incorporadas pela referência.

As partículas de polímero podem incluir ingredientes e aditivos costumeiros, tais como retardantes de chama, pigmentos, corantes, colorantes, plastificantes, agentes de liberação do molde, estabilizantes, absorvedores de luz ultravioleta, agentes de prevenção do molde, antioxidantes, venenos contra roedores, repelentes de insetos e assim por diante. Pigmentos típicos incluem, sem limitações, pigmentos inorgânicos tais como negro-de-fumo, grafita, grafita expansível, óxido de zinco, dióxido de titânio, e óxido de ferro, bem como pigmentos orgânicos tais como vermelhos e violetas de quinacridona e azuis e verdes de cobre ftalocianina.

Na modalidade particular da invenção, o pigmento é negro-de-fumo, um exemplo não limitante de um material como esse sendo EPS SILVER[®], disponíveis pela NOVA Chemicals Inc.

Em uma outra modalidade particular da invenção, o pigmento é grafite, um exemplo não limitante de um material como esse sendo NEOPOR[®], disponível pela BASF Aktiengesellschaft Corp., Ludwigshafen am Rhein, Alemanha.

Quando materiais tais como negro-de-fumo e/ou grafite são incluídos nas partículas de polímero, melhores propriedades de isolamento, exemplificadas por maiores valores de R para materiais contendo negro-de-

fumo ou grafite (determinado usando ASTM - C578), são providas. Como tal, o valor R das partículas de polímero expandido contendo negro-de-fumo e/ou grafite ou materiais feitos de tais partículas de polímero é pelo menos 5% maior do que os observados para partículas ou artigos resultantes que não
5 contêm negro-de-fumo e/ou grafite.

As partículas de polímero expandido podem ter um tamanho de partícula médio de pelo menos 0,2, em algumas circunstâncias pelo menos 0,3, em outras circunstâncias pelo menos 0,5, em alguns casos pelo menos 0,75, em outros casos pelo menos 0,9 e em algumas ocorrências pelo menos 1
10 mm e pode ser até 8, em algumas circunstâncias até 6, em outras circunstâncias até 5, em alguns casos até 4, em outros casos até 3, e em algumas ocorrências até 2,5 mm. Quando o tamanho das partículas de polímero expandido é muito pequeno ou muito grande, as propriedades físicas de artigos LWC feitos usando a presente composição LWC podem ser
15 indesejáveis. O tamanho de partícula médio das partículas de polímero expandido pode ser qualquer valor e pode variar entre quaisquer dos valores supracitados. O tamanho de partícula médio das partículas de polímero expandido pode ser determinado usando técnicas de difração laser ou pela seleção de acordo com o tamanho de malha usando métodos de separação
20 mecânica bem conhecidos na tecnologia.

Na modalidade da invenção, as partículas de polímero ou partículas de polímero expandido têm a espessura de parede de célula média mínima, que ajuda fornecer propriedades físicas desejáveis aos artigos LWC feitos usando a presente composição LWC. A espessura de parede de célula
25 média e dimensões celulares internas pode ser determinadas usando técnicas de microscopia eletrônica de varredura conhecidas na tecnologia. As partículas de polímero expandido podem ter uma espessura de parede de célula média de pelo menos 0,15 μm , em alguns casos pelo menos 0,2 μm e em outros casos pelo menos 0,25 μm . Sem querer ficar ligado a nenhuma

teoria particular, acredita-se que uma espessura de parede de célula média desejável resulte quando contas de resina com as dimensões supradescritas são expandidas nas densidades supradescritas.

Nas modalidade da invenção, as contas de polímero são
5 opcionalmente expandidas para formar as partículas de polímero expandido de maneira tal que uma espessura de parede de célula desejável supradescrita seja conseguida. Embora muitas variáveis possam causar impacto na espessura de parede, é desejável, nesta modalidade, limitar a expansão da
10 conta de polímero de maneira a se conseguir uma espessura de parede desejada e a resistência de partícula de polímero expandido. A otimização das etapas de processamento e agente de sopros podem expandir as contas de polímero a um mínimo de $0,5 \text{ lb/ft}^3$ ($8,01 \text{ kg/m}^3$). Esta propriedade do polímero expandido, densidade aparente, pode ser descrita por pcf ou lb/ft^3 ($0,015 \text{ g/cm}^3$) ou por um fator de expansão (cm^3/g).

15 Na forma aqui usada, o termo "fator de expansão" refere-se ao volume que um dado peso de polímero expandido conta ocupa, tipicamente expresso como $20 \text{ cm}^3/\text{g}$.

A fim de fornecer partículas de polímero expandido com espessura de parede de célula e resistência desejáveis, as partículas de
20 polímero expandido não são expandidas até seu fator de expansão máximo; como tal, uma extrema expansão leva a partículas com paredes de célula indesejavelmente finas e resistência insuficiente. Como tal, as contas de polímero podem ser expandida pelo menos 5%, em alguns casos pelo menos 10%, e em outros casos pelo menos 15% de seu fator de expansão máximo.
25 Entretanto, de maneira a não fazer com que a espessura de parede de célula seja muito pequena, as contas de polímero são expandidas até 80%, em alguns casos até 75%, em outros casos até 70%, em algumas ocorrências até 65%, em outras ocorrências até 60%, em algumas circunstâncias até 55%, e em outras circunstâncias até 50% de seu fator de expansão máximo. As contas de

polímero podem ser expandidas em qualquer grau indicado anteriormente, ou a expansão pode variar entre quaisquer dos valores supracitados. Tipicamente, as contas de polímero ou contas prepuff não se expandem adicionalmente quando formuladas nas presentes composições de cimento e não se expandem adicionalmente enquanto as composições de cimento fixam, curam e/ou endurecem.

Na forma aqui usada, o termo "prepuff" refere-se a uma partícula, resina e/ou conta expansível que foi expandida, mas que não foi expandida até o seu fator de expansão máximo.

O partículas prepuff ou de polímero expandido tipicamente têm a estrutura celular ou porção interior tipo colméia e uma superfície polimérica no geral lisa contínua como uma superfície externa, isto é, uma camada externa substancialmente contínua. A superfície contínua lisa pode ser observada usando técnicas de microscópio eletrônico de varredura (SEM) com aumento de 1.000X. Observações SEM não indicam a presença de furos em uma superfície externa de partículas prepuff ou de polímero expandido. As seções de corte das partículas prepuff ou de polímero expandido e observações SEM revela a estrutura geral tipo colméia do interior das partículas prepuff ou do polímero expandido.

As partículas de polímero ou partículas de polímero expandido podem ter qualquer forma seccional transversal que permite prover propriedades físicas desejáveis em artigos LWC. Na modalidade da invenção, as partículas de polímero expandido têm uma fôrma na seção transversal circular, oval ou elíptica. Em modalidades da invenção, as partículas prepuff ou de polímero expandido têm uma razão de aspecto de 1, em alguns casos pelo menos 1 e a razão de aspecto pode ser até 3, em alguns casos até 2 e em outros casos até 1,5. A razão de aspecto das partículas prepuff ou de polímero expandido podem ter qualquer valor, ou pode variar entre quaisquer dos valores supracitados.

A mistura de cimento está presente na composição LWC a um nível de pelo menos 22, em alguns casos pelo menos 40 e em outros casos pelo menos 50 por cento em volume e pode estar presente a um nível de até 90, em algumas circunstâncias até 85, em outras circunstâncias até 80, em casos particulares até 75, em alguns casos até 70, em outros casos até 65, e em algumas ocorrências até 60 por cento em volume da composição LWC. A mistura de cimento pode estar presente na composição LWC em qualquer nível supraestabelecido e pode variar entre quaisquer dos níveis supraestabelecido.

Na modalidade da invenção, a mistura de cimento inclui um composição de cimento hidráulico. A composição de cimento hidráulico pode estar presente a um nível de pelo menos, em certas situações pelo menos 5, em alguns casos pelo menos 7,5, e em outros casos pelo menos 9 por cento em volume e pode estar presente a níveis até 40, em alguns casos até 35, em outros casos até 32,5, e em algumas ocorrências até 30 por cento em volume da mistura de cimento. A mistura de cimento pode incluir o composição de cimento hidráulico a qualquer dos níveis supraestabelecidos, ou em níveis variando entre quaisquer dos níveis supraestabelecidos.

Na modalidade particular da invenção, a composição de cimento hidráulico pode ser um ou mais materiais selecionados de cimentos Portland, cimentos pozolana, cimentos de gesso, cimentos aluminosos, cimentos de magnésia, cimentos de sílica e cimentos de escória.

Em uma modalidade da invenção, a mistura de cimento pode opcionalmente incluir outros agregados e adjuvantes conhecidos na tecnologia, incluindo, mas sem limitações, areia, agregado adicional, plastificantes e/ou fibras. Fibras adequadas incluem, mas sem limitações, fibras de vidro, carboneto de silício, fibras de aramida, poliéster, fibras de carbono, fibras compósitas, fibra de vidro e suas combinações bem como tecido contendo as fibras supramencionadas, e tecido contendo combinações

das fibras supramencionadas.

Exemplos não limitantes de fibras que podem ser usadas na invenção incluem MeC-GRID® e C-GRID® disponíveis pela TechFab, LLC, Anderson, SC, KEVLAR® disponíveis pela E.I. du Pont de Nemours e Company, Wilmington DE, TWARON® disponíveis pela Teijin Twaron B.V., Arnheim, Holanda, SPECTRA® disponíveis pela Honeywell International Inc., Morristown, NJ, DACRON® disponíveis pela Invista North America S.A.R.L. Corp. Willmington, DE, e VECTRAN® disponíveis pela Hoechst Cellanese Corp., New York, NY. As fibras podem ser usadas em uma estrutura de malha, entrelaçada, tecida entrelaçada, e orientada em qualquer direção desejada.

Adicionalmente a esta modalidade, o agregado adicional pode incluir, mas sem limitações, um ou mais materiais selecionados de agregados comuns, tais como areia, pedra e cascalho. Agregados comuns de baixo peso podem incluir escória de alto-forno granulada redonda, cinza volante, vidro, sílica, ardósia e argila expandida; agregados isolantes tais como pedra-pome, perlita, vermiculita, escória e diatomita; agregado LWC tais como cascalho expandido, ardósia expandida, argila expandida, escória expandida, sílica pirogênica, agregado pelletizado, cinza volante extrudada, tufa e macrolita; e agregado de maçonaria tais como cascalho expandido, argila, ardósia, escória de alto-forno expandida, cinza volante sinterizada, cinzas de carvão, pedra-pome, escória e agregado pelletizado.

Quando incluídos, os outros agregados e adjuvantes são presentes na mistura de cimento a um nível de pelo menos 0,5, em alguns casos pelo menos 1, em outros casos pelo menos 2,5, em algumas ocorrências pelo menos 5 e em outras ocorrências pelo menos 10 por cento em volume da mistura de cimento. Também, os outros agregados e adjuvantes podem estar presentes a um nível de até 95, em alguns casos até 90, em outros casos até 85, em algumas ocorrências até 65 e em outras ocorrências até 60 por cento

em volume da mistura de cimento. os outros agregados e adjuvantes podem estar presentes na mistura de cimento em qualquer dos níveis supraindicados ou podem variar entre quaisquer dos níveis supraindicados.

5 A mistura de cimento, partículas de polímero expandido e quaisquer outros agregados e adjuvantes são misturados usando métodos bem conhecidos na tecnologia. Na modalidade da invenção, um líquido, em algumas ocorrências água, é também misturado nos outros ingredientes.

10 Em uma modalidade da invenção, a composição de concreto é uma dispersão onde a mistura de cimento fornece, pelo menos em parte, uma fase contínua e as partículas de polímero e/ou partículas de polímero expandido existem como um fase dispersa de partículas discretas na fase contínua.

15 Como uma modalidade particular e não limitante da invenção, a composição de concreto é substancialmente livre de agentes umectantes ou agentes dispersantes usados para estabilizar a dispersão.

20 Como uma modalidade não limitante da invenção e sem querer ficar limitado a nenhuma única teoria, alguns fatores chaves que podem afetar o desempenho da presente composição LWC podem incluir a fração volumétrica da conta de resina expandida, o tamanho da conta expandida médio e a microestrutura criada pelo espaçamento inter contas no concreto. Nesta modalidade, o espaçamento inter contas pode ser estimado usando um modelo bidimensional. Para simplificação de descrição, o espaçamento inter contas pode ser limitado ao raio da conta. Além do mais, e significar limitar a invenção de nenhuma maneira, considera-se nesta modalidade que as contas
25 são arranjadas em um reticulado cúbico, a distribuição do tamanho da conta na composição LWC não é considerado e a distribuição de área de conta expandida na seção transversal não é considerada. A fim de calcular o número de contas por amostra, é considerado um cilindro de teste tridimensional.

Quanto menor o tamanho da conta expandida, tanto maior o

número de contas expandidas necessárias para manter a mesma fração volumétrica de conta expandida descrita pela equação 1 a seguir. À medida que o número de contas expandidas aumenta exponencialmente, o espaçamento entre as contas expandidas diminui.

$$N_b = K/B^3 \quad (1)$$

5 N_b representa o número de contas expandidas.

Um corpo de prova LWC com diâmetro D e altura H (normalmente 2" x 4" (50,8 x 101,6 mm) ou 6" x 12" (152,4 x 304,8 mm)), contendo contas de polímero expandidas dispersas de diâmetro de conta expandida médio B , e uma dada fração volumétrica V_d contém uma
10 quantidade de contas de polímero expandidas N_b dada pela equação 1.

Note que N_b é inversamente proporcional ao cubo do diâmetro de conta do polímero expandido. A constante de proporcionalidade, $K = 1,5 V_d H D^2$, é um número que depende somente do tamanho da amostra e da fração volumétrica das contas de polímero expandidas. Assim, para um dado
15 tamanho de amostra, e fração volumétrica de contas de polímero expandidas, o número de contas aumenta com uma terceira potência à medida que o diâmetro de conta diminui.

Como um exemplo não limitante, para um corpo de prova LWC de 2" x 4" (50,8 x 101,6 mm), a 90 pcf (lb/ft³) (correspondente a 43%
20 de fração volumétrica de conta de polímero expandida com densidade aparente de pre-puff de 1,25 pcf ou 0,02 g/cm³), o número de contas aumenta quatro vezes e sete vezes movendo de uma conta de 0,65 mm para contas de 0,4 mm e 0,33 mm, respectivamente. A 2,08 pcf (0,033 g/cm³), o aumento no número de contas é seis vezes ou sete vezes para contas de 0,4 mm e 0,33
25 mm, respectivamente. A 5 pcf (0,08g/cm³), os aumentos são duas vezes e três vezes, respectivamente. Assim, as densidade está correlacionada com o tamanho da conta. Conforme mostrado a seguir, a densidade também afeta a espessura de parede da célula. A resistência da matriz de concreto povoada

pelas contas expandidas é tipicamente afetada pela rigidez e espessura da parede celular.

Na modalidade da invenção, onde são consideradas células esféricas não dispersas, pode-se mostrar que o diâmetro de célula médio d está relacionado com a espessura de parede média δ pela equação 2:

$$d = \delta / \left(\frac{1}{\sqrt{1 - \rho/\rho_s}} - 1 \right) \quad (2)$$

onde ρ é a densidade da espuma e ρ_s é a densidade da conta de polímero sólido.

Assim, para um dado polímero, dependendo do processo de expansão particular usado, pode-se obter a mesma espessura de parede de célula (a um dado tamanho de célula) ou o mesmo tamanho de célula em vários valores de δ . A densidade é controlada não somente pelo tamanho de célula, mas também variando-se a espessura da parede celular.

A tabela a seguir exemplifica a variação de densidade de conta de polímero expandido com o tamanho da conta para três classes de contas.

Tamanho da conta, microns	Densidade (pcf = 0,016 g/cm ³)	Tamanho de Partícula da espuma (mm)	Fator de expansão (cm ³ /g)	Número de contas médio para 43% de fração volumétrica
650	2,00	1,764	31	96.768
650	3,00	1,541	21	145.152
650	4,00	1,400	16	193.536
400	2,00	1,086	31	415.233
400	3,00	0,949	21	622.849
400	4,00	0,862	16	830.466
330	2,00	0,896	31	739.486
330	3,00	0,783	21	1.109.229
330	4,00	0,711	16	1.478.972

Microestruturas e/ou morfologias desejáveis podem se enquadrar em distintas classes. A primeira é uma compósita bicontínua ou co-contínua com interfaces especiais e a segunda compreende inclusões especiais na matriz conectada. As propriedades efetivas tanto da microestrutura bicontínua como microestruturas simplesmente conectadas estão descritas por ligações de propriedades cruzadas ideais.

Em muitos casos, quanto menores as contas, tanto maior o

número de contas necessário para manter a mesma fração volumétrica de conta de polímero expandido descrita pela equação 1. À medida que o número de contas aumenta exponencialmente, o espaçamento entre o contas diminui.

5 As ligações ideais podem ser descritas por inúmeras relações que representa os números ou limites críticos. Como um exemplo não limitante, para uma dada fração volumétrica, geralmente existe um tamanho de conta crítico correspondente a um número crítico de contas que podem ser dispersas para fornecer uma morfologia desejada, de maneira tal que todas as contas fiquem isoladas e o concreto seja simplesmente conectado. É também
10 possível formar uma morfologia onde todas as contas não ficam isoladas, mas em contato.

Análise de elementos finitos de uma seção transversal bidimensional foi realizada usando ANSYS® (um programa de análise de elementos finitos disponível pela ANSYS Inc., Canonsburg, PA). Na malha
15 de elementos finitos da seção transversal, as contas são modeladas como círculos sem contato ou isolados em uma matriz de concreto simplesmente conectada.

Os resultados demonstram que, mediante carregamento, as tensões acumulam-se em uma direção perpendicular ao eixo da carga. As
20 máximas concentrações de tensão são no limite horizontal entre as contas de polímero expandidas, que tende se deformar de uma fôrma circular para uma fôrma elíptica.

Em uma modalidade particular da invenção, a composição de concreto contém pelo menos algumas das partículas de polímero expandido
25 arranjadas em um reticulado cúbico ou hexagonal.

Em uma modalidade da invenção, a presente composição LWC é substancialmente livre de agentes de aprisionamento de ar, que são tipicamente adicionados para criar células de ar ou vazios em um banho de concreto.

Em uma outra modalidade da invenção, a composição LWC pode incluir fibras de reforço. Tais fibras agem como componentes de reforço, tendo uma grande razão de aspecto, ou seja, sua razão do comprimento/diâmetro é alta, para que uma carga seja transferida através de pontos potenciais da fratura. Exemplos não limitantes de fibras adequadas incluem fios de fibra de vidro de aproximadamente um a um e três quartos de polegada de comprimento, embora qualquer material possa ser usado que tenha um maior módulo de Young que a matriz da mistura de cimento, fibra de polipropileno e outras fibras supradescritas.

As composições LWC de acordo com a invenção podem ser fixas e/ou endurecidas para formar artigos de concreto finais usando métodos bem conhecidos na tecnologia.

A densidade dos artigos de concreto finais fixo e/ou endurecidos contendo a composição LWC da invenção pode ser pelo menos 40 lb/ft³ (0,64 g/cm³), em alguns casos pelo menos 45 lb/ft³ (0,72 g/cm³) e em outros casos pelo menos 50 lb/ft³ (0,8 g/cm³) lb/ft³ e a densidade pode ser até 130 lb/ft³ (2,1 g/cm³), em alguns casos 120 lb/ft³ (1,9 g/cm³), em outros casos até 115 lb/ft³ (1,8 g/cm³), em algumas circunstâncias até 110 lb/ft³ (1,75 g/cm³), em outras circunstâncias até 105 lb/ft³ (1,7 g/cm³), em algumas ocorrências até 100 lb/ft³ (1,6 g/cm³), e em outras ocorrências até 95 lb/ft³ (1,5 g/cm³). A densidade dos presentes artigos de concreto pode ser qualquer valor e pode variar entre quaisquer dos valores supracitados.

As composições LWC podem ser usadas na maioria, se não todas, de suas aplicações onde formulações de concreto tradicionais são usadas. Como exemplos não limitantes, as presentes composições LWC podem ser usadas aplicações estruturais e arquitetônicas, exemplos não limitantes sendo paredes divisórias, estruturas ICF ou SIP, recipientes de água para pássaros, bancos, placas de escritórios, desvio lateral, parede de gesso, placa de cimento, pilares decorativos ou arcadas para edifícios, etc.,

aplicações de móveis ou utilidades domésticas tais como bancadas, sistemas de aquecimento radiante no piso, pisos (primário e secundário), paredes basculantes, painéis de parede prensados, como um revestimento de gesso, aplicações de segurança de estrada e aeroporto tais como paredes de detenção, Barreiras Jersey, barreiras e paredes acústicas, paredes de retenção, sistema de detenção de pista de decolagem, concreto com ar aprisionado, rampas de caminhão de pista de decolagem, reposição de escavações escoáveis e aplicações de construção de estradas tais como material de leito de estrada e material de tabuleiro de ponte.

10 Além do mais, artigos LWC de acordo com a invenção aceitam facilmente anexação direta de parafusos, como um exemplo não limitante, parafusos e pregos de parede de gesso, que podem ser anexados por dispositivos tradicionais, pneumáticos ou mecânicos. Isto permite a fácil anexação de materiais tais como compensado, parede de gesso, caibros e
15 outros materiais normalmente usados na indústria de construção, que não pode ser feita usando formulações de concreto tradicionais.

Quando as composições LWC da invenção são usadas em construção de leito de estrada, as partículas de polímero podem ajudar prevenir ou minimizar a propagação de trincas, especialmente quando há
20 envolvimento de degelo de água congelada.

Em uma modalidade da invenção, as composições LWC fixas e/ou endurecidas de acordo com a invenção são usadas em aplicações estruturais e podem ter uma resistência compressiva mínima aplicações estruturais de maçonaria de sustentação de carga de pelo menos 1.500 psi (105,5 kgf/cm²), em alguns casos pelo menos 1.700 psi (81,4 kPa) (119,5 kgf/cm²), em outros casos pelo menos 1.800 psi (126,5 kgf/cm²), em algumas
25 ocorrências pelo menos 1.900 psi, e em outras ocorrências pelo menos 2.000 psi (140,6 kgf/cm²). Para concreto estrutural de baixo peso, as composições podem ter uma resistência compressiva mínima de pelo menos 2.500 psi

(175,8 kgf/cm²). Resistência compressivas são determinadas de acordo com ASTM C39.

As composições da invenção são bem adequadas para fabricação de artigos e materiais de construção moldados, exemplos não limitantes de tais incluem painéis de parede incluindo painéis de parede inclinados para cima, vigas T, vigas duplo T, telhas de telhados, painéis de telhados, painéis de teto, painéis de pavimentação, vigas I, paredes de fundação e similares. As composições apresentam maior resistência do que composições LWC da tecnologia anterior.

Em uma modalidade da invenção, os artigos e materiais de construção moldados podem ser pre-fundidos e/ou protendidos.

Uma vantagem particular que a presente invenção fornece é a composição de concreto e/ou artigos de construção moldados fixada formada de tais composições pode ser facilmente cortada e/ou seccionada usando método convencionais, oposto a ter que usar lâminas e/ou serras de corte especiais para concreto ou com ponta de diamante. Isto fornece economias substanciais de tempo e dinheiro durante a individualização de artigos de concreto.

As composições podem ser facilmente vazadas em moldes de acordo com métodos bem conhecidos pelos versados na tecnologia telhas de telhado virtualmente em qualquer configuração tridimensional desejada, incluindo configurações com certas texturas típicas tais como a aparência de placas de madeira, placas de ardósia ou cerâmicas de face lisa. Uma placa típica pode ter dimensões aproximadas de dez polegadas de largura por dezessete polegadas de comprimento por um e três quartos de polegada de espessura. Na moldagem de materiais de telhado, a adição de um agente de aprisionamento de ar torna o final produto mais impermeável in termos de resistência a degradação pelo congelamento/descongelamento.

Quando paredes da fundação são vazadas usando o

composições LWC da invenção, as paredes podem tem um grau acima por causa do menor peso. Ordinariamente, a parte inferior da parede da fundação tem uma tendência de arquear para fora pelo peso da guinada da mistura de concreto, mas o menor peso das composições da invenção tendem reduzir as chances de isto acontecer. As paredes da fundação preparadas usando as presentes composições LWC podem receber facilmente prendedores convencionais usados construção de parede de fundação convencional.

Modalidades da presente invenção proporcionam um sistema de confecção de fôrma de concreto isolante fixo, ou seja, de natureza contínua com o comprimento sendo regulado somente pelas limitações de transporte e manuseio, onde a presente composição de concreto de baixo peso é lançado e deixado fixar no sistema de confecção de fôrma de concreto isolante. O presente sistema de confecção de fôrma de concreto isolante inclui duas faces de plástico expandido opostas, contendo uma matriz de polímero expandido, conectadas internamente e espaçados entre si por elementos estruturais metálicos perfurados. As faces de plástico expandido e elementos de espaçamento metálicos são alinhados com a fôrma para posicionar devidamente a fôrma vertical e horizontalmente o aço de reforço de concreto, permitindo ao mesmo tempo o devido escoamento de concreto e anexações funcionais de acabamento. Os elementos estruturais de aço moldados agem como braçadeira interna, mantendo as fôrmas retas e alinhadas durante a colocação do concreto, eliminando a necessidade da maior parte do bloqueio externo.

Adicionalmente, a presente invenção fornece fôrmas de concreto isoladas pré-formadas, nas quais a presente composição de concreto de baixo peso pode ser formada, que incluem um ou mais elementos estruturais ou barras de reforço que ficam dispostas longitudinalmente, em cujas extremidades são embutidas pelo menos parcialmente corpos de polímero expandido voltados um para o outro. O restante do(s) elemento(s)

estrutural(s) de reforço, a porção entre os corpos de polímero expandido, é pelo menos parcialmente exposto. As porções das extremidades que são encapsuladas na matriz de polímero expandido pode fornecer um disjuntor térmico do ambiente externo. Os elementos estruturais de reforço podem ser flangeados no sentido do comprimento em qualquer lado para fornecer pontos de anexação para objetos externos ao painel.

Perfurações nos elementos estruturais de reforço nas porções de extremidade que são encapsuladas na matriz de polímero expandido permitem fusão das partículas de polímero expansível perpendicularmente.

Perfurações nas porções expostas do elemento estrutural de reforço proporcionam pontos de anexação para fixação lateral e/ou barra de reforço e permitem fluxo de concreto uniforme quando concreto é lançado na presente fôrma de concreto isolada. O ponto de conexão de macho e fêmea ou de sobreposição fornece apoio do painel, mantendo ao mesmo tempo a integridade da fôrma de concreto. Furos longitudinais podem ficar dispostos na matriz de polímero expandido e podem ser de diâmetro e localização variável para fornecer áreas para colocação de utilidades, tornando mais leve a estrutura e canais para ventilação de gases. A fabricação do painel se dá pelo uso de um processo de moldagem semicontínuo ou contínuo que permite variados comprimentos do painel.

Os caibros de armação embutidos ou barrotes de pavimentação usados na invenção podem ser feitos de qualquer material adequado. Materiais adequados são os que aumentam resistência, estabilidade e integridade estrutural dos painéis de construção pré-formados. Tais materiais proporcionam caibros de armação embutidos que atendem as exigências de métodos de teste aplicáveis conhecidos na tecnologia, como exemplos não limitantes ASTM A 36/A 36M-05, ASTM A 1011/A 1011M-05a, ASTM A 1008/A 1008M-05b, e ASTM A 1003/A 1003M-05 para vários tipos de aço.

Materiais adequados incluem, mas sem se limitar a metais,

plástico de grau construção, materiais compósitos, cerâmicas, suas combinações e similares. Metais adequados incluem, mas sem limitações, alumínio, aço, aço inoxidável, tungstênio, molibdênio, ferro e ligas e combinações de tais metais. Na modalidade particular da invenção, as barras, caibros, barrote e/ou elementos metálicos são feitos de um metal de pequena espessura.

Plásticos de grau construção adequados incluem, mas sem limitações, termoplásticos reforçados, resinas de termocura e resinas de termocura reforçadas. Termoplásticos incluem polímeros e espumas de polímeros constituídas de materiais que podem ser repetidamente amolecidos pelo aquecimento e endurecidos novamente mediante resfriamento. Polímeros termoplásticos adequados incluem, mas sem limitações, homopolímeros e copolímeros de estireno, homopolímeros e copolímeros de olefinas C_2 a C_{20} , dienos C_4 a C_{20} , poliésteres, poliamidas, homopolímeros e copolímeros de ésteres de (meta)acrilato C_2 a C_{20} , polieterimidas, policarbonatos, polifenileteres, poli(cloreto de vinila), poliuretanos e suas combinações.

Resinas de termocura adequadas são resinas que, quando aquecidas até seu ponto de cura, passam por uma reação de reticulação química, fazendo com que elas se solidifiquem e mantenham suas formas rigidamente, mesmo a elevadas temperaturas. Resinas de termocura adequadas incluem, mas sem limitações, resinas de alquida, resinas de epóxi, resinas de dialil ftalato, resinas de melamina, resinas fenólicas, resinas de poliéster, resinas de uretano e uréia, que podem ser reticuladas pela reação, como exemplos não limitantes, com dióis, trióis, polióis e/ou formaldeído.

Materiais de reforço e/ou cargas que podem ser incorporados nos termoplásticos e/ou resinas de termocura incluem, mas sem limitações, fibras de carbono, fibras de aramida, fibras de vidro, fibras de metal, tecido estruturado ou estruturas das fibras mencionadas, fibra de vidro, negro-de-fumo, grafite, argilas, carbonato de cálcio, dióxido de titânio, tecido

estruturado ou estruturas das fibras supra-referidas e suas combinações.

Um exemplo não limitante de plástico de grau construção são sistemas de poliéster ou éster vinílico de termocura de resinas reforçados com fibra de vidro que atendem as exigências dos métodos de teste exigidos conhecidos na tecnologia, exemplos não limitantes sendo ASTM D790, ASTM D695, ASTM D3039 e ASTM D638.

Os termoplásticos e resinas de termocura podem opcionalmente incluir outros aditivos, como um exemplo não limitante estabilizantes ultravioleta (UV), estabilizantes térmicos, retardantes de chama, reforços estruturais, biocidas e suas combinações.

Em uma modalidade particular da invenção, os caibros de armação embutidos ou barrotes de sustentação dos pisos embutidos são feitos de um metal de pequena espessura.

Os caibros embutidos ou barrotes de sustentação dos pisos embutidos aqui descritas podem ter uma espessura de pelo menos 0,4 mm, em alguns casos pelo menos 0,5 mm, em outros casos pelo menos 0,75 mm, em algumas ocorrências pelo menos 1 mm, em outras ocorrências pelo menos 1,25 mm e em algumas circunstâncias pelo menos 1,5 mm e podem ter uma espessura de pelo menos 10 mm, em alguns casos pelo menos 8 mm, em outros casos pelo menos 6 mm, em algumas ocorrências pelo menos 4 mm e em outros casos pelo menos 2 mm. A espessura dos caibros embutidos ou barrotes de sustentação dos pisos embutidos dependerá do uso pretendido do painel de construção pré-formado.

Em uma modalidade da invenção, os caibros de armação embutidos ou barrotes de sustentação dos pisos embutidos têm furos ou aberturas ao longo de seu comprimento para facilitar fusão do material plástico expandido e reduzir qualquer efeito de ligação térmica nas barras, caibros, barrotes e/ou elementos de reforço.

Na presente invenção, as faces de plástico expandido podem

ser moldada de qualquer plástico material expansível adequado, conforme descrito anteriormente, em uma máquina de moldagem capaz de inserir os elementos metálicos e formar dois painéis de faces opostas, mantendo ao mesmo tempo os materiais compósitos nas suas posições relativas em um processo contínuo ou semicontínuo.

A matriz de polímero expandido constitui o corpo de polímero expandido descrito aqui a seguir. A matriz de polímero expandido é tipicamente moldada de partículas termoplásticas expansíveis. Esses painéis expansíveis termoplásticos são feitos de qualquer homopolímero ou copolímero termoplástico adequado. Particularmente adequados para uso são homopolímeros derivados de monômeros aromáticos de vinila incluindo estireno, isopropilestireno, alfa-metilestireno, metilestirenos nucleares, cloroestireno, terc-butilestireno e similares, bem como copolímeros preparados pela copolimerização de pelo menos um monômero aromático de vinila supradescritos com um ou mais outros monômeros, exemplos não limitantes sendo divinilbenzeno, dienos conjugados (exemplos não limitantes sendo butadieno, isopreno, 1, 3- e 2,4- hexadieno), metacrilatos de alquila, acrilatos de alquila, acrilonitrila, e anidrido maleico, em que o monômero aromático de vinila está presente em pelo menos 50% em peso do copolímero, na modalidade da invenção, polímeros estirênicos são usados, particularmente poliestireno. Entretanto, outros polímeros adequados podem ser usados, tais como poliolefinas (por exemplo, polietileno, polipropileno), policarbonatos, óxidos de polifenileno e suas misturas.

Em uma modalidade particular da invenção, as partículas termoplásticas expansíveis são partículas de poliestireno expansível (EPS). Essas partículas podem ser na forma de contas, grânulos, ou outras partículas convenientes para as operações de expansão e moldagem. Partículas polimerizadas em um processo de suspensão aquosa são essencialmente esféricas e são usadas para moldagem do corpo de polímero expandido

descrito aqui a seguir. Essas partículas podem ser selecionadas para que seus tamanhos variem de cerca de 0,008 polegada (0,2 mm) a cerca de 0,1 polegada (2,5 mm).

As partículas termoplásticas expansíveis podem ser
5 impregnadas usando qualquer método convencional com um agente de sopro adequado. Como um exemplo não limitante, a impregnação pode ser alcançada pela adição do agente de sopro à suspensão aquosa durante a polimerização do polímero ou, alternativamente, pela ré-suspensão das partículas de polímero em um meio aquoso e em seguida pela incorporação do
10 agente de sopro da maneira preceituada em Patente U.S. 2.983.692. Qualquer material gasoso ou material que produza gases mediante aquecimento pode ser usado como o agente de sopro. Agentes de sopro convencionais incluem hidrocarbonetos alifáticos contendo 4 a 6 átomos de carbono na molécula, tais como butanos, pentanos, hexanos, e os hidrocarbonetos halogenados, por
15 exemplo, CFC's e HCFC'S, que fervem a uma temperatura abaixo do ponto de amolecimento do polímero escolhido. Misturas desses agentes de sopro de hidrocarbonetos alifáticos também podem ser usadas.

Alternativamente, água pode ser misturada com esses agentes de sopros de hidrocarbonetos alifáticos ou água pode ser usada como o único
20 agente de sopro da maneira preceituada nas Patentes U.S. 6.127.439, 6.160.027 e 6.242.540. Nessas patentes, são usados agentes de retenção de água. A porcentagem em peso de água para uso como o agente de sopro podem variar de 1 a 20%. O textos de Patentes U.S. 6.127.439, 6.160.027 e 6.242.540 estão aqui incorporados pela referência.

25 As partículas termoplásticas impregnadas são no geral pré-expandidos com uma densidade de pelo menos 0,5 lb/ft³ (0,008 g/cm³), em alguns casos pelo menos 1 lb/ft³ (0,016 g/cm³), em outros casos pelo menos 1,25 lb/ft³ (0,02 g/cm³), em algumas situações pelo menos 1,5 lb/ft³ (0,024 g/cm³), em outras situações pelo menos 2 lb/ft³ (3,2 g/cm³) (0,032 g/cm³), e

em algumas ocorrências pelo menos cerca de 3 lb/ft³ (0,048 g/cm³). Também, uma densidade das partículas pré-expandidas impregnadas pode ser até 35 lb/ft³ (0,56 g/cm³), em alguns casos até 30 lb/ft³ (0,48 g/cm³), e em outros casos até 25 lb/ft³ (0,4 g/cm³). Uma densidade das partículas pré-expandidas impregnadas pode ser qualquer valor, ou pode variar entre quaisquer dos valores supracitados. A etapa de pré-expansão é convencionalmente realizada pelo aquecimento das contas impregnadas por qualquer meio de aquecimento convencional, tais como vapor, ar quente, água quente ou calor radiante. Um método geralmente aceito para se obter a pré-expansão de partículas termoplásticas impregnadas está preceituado na Patente U.S. 3.023.175.

As partículas termoplásticas impregnadas podem ser partículas de polímero celular expandido da maneira preceituada no pedido de Patente U.S. de série 101021,716, cujos preceitos estão aqui incorporados pela referência. As partículas celulares expandidas podem ser poliestireno que são pré-expandidas e contêm um agente de sopro volátil a um nível de menos de 6,0 por cento em peso, em alguns casos variando de cerca de 2,0 % em peso a cerca de 5,0 % em peso, e em outros casos variando de cerca de 2,5 % em peso a cerca de 3,5 % em peso com base no peso do polímero.

Um interpolímero de uma poliolefina e monômeros aromáticos de vinila polimerizados in situ que podem ser incluídos na resina termoplástica expansível de acordo com a invenção está revelado nas Patentes U.S. 4.303.756 e 4.303.757 e U.S. e publicação da patente 200410152795, cujas partes relevantes estão aqui incorporadas pela referência. Um exemplo não limitante de interpolímeros que podem ser usado na presente invenção incluem aqueles disponíveis com o nome comercial ARCEL[®], disponíveis pela NOVA Chemicals inc., Pittsburgh, PA e PIOCELAN[®], disponíveis pela Sekisui Plásticos Co., Ltd., Tóquio, Japão.

A matriz de polímero expandido pode incluir ingredientes e aditivos costumeiros, tais como pigmentos, corantes, colorantes,

plastificantes, agentes de liberação do molde, estabilizantes, absorvedores de luz ultravioleta, agentes de prevenção do molde, antioxidantes e assim por diante. Pigmentos típicos incluem, sem limitações, pigmentos inorgânicos tais como negro-de-fumo, grafite, grafite expansível, óxido de zinco, dióxido de titânio, e óxido de ferro, bem como pigmentos orgânicos tais como vermelhos e violetas de quinacridona e azuis e verdes de cobre ftalocianina.

Na modalidade particular da invenção o pigmento é negro-de-fumo, um exemplo não limitante de um material como esse sendo EPS SILVER[®], disponíveis pela NOVA Chemicals Inc.

Em uma outra modalidade particular da invenção o pigmento é grafite, um exemplo não limitante de um material como esse sendo NEOPOR[®] disponível pela BASF Aktiengesellschaft Corp., Ludwigshafen am Rhein, Alemanha.

As partículas pré-expandidas ou "pre-puff" são aquecidas em um molde fechado no processo de moldagem semicontínuo ou contínuo descrito a seguir para formar os painéis de construção pré-formados de acordo com a invenção.

Os painéis de construção pré-formados usado na presente invenção pode ser feitos usando técnicas de moldagem de fôrma em lotes. Entretanto, esta abordagem pode levar a inconsistências e pode ser muito demorada e cara.

Alternativamente, as faces de plástico expandido podem ser moldada de qualquer plástico material expansível adequado, conforme descrito anteriormente, em uma máquina de moldagem capaz de inserir os elementos metálicos e formar dois painéis de faces opostas, mantendo ao mesmo tempo os materiais compósitos nas suas posições relativas em um processo contínuo ou semicontínuo.

Os painéis de construção pré-formados usado para produzir as unidades de ICF e outros painéis de construção aqui descritos podem ser

feitos usando um aparelho para moldar um elemento de plástico expandido semicontínuo ou contínuo que inclui:

a) Um ou mais moldes que incluem:

5 i) uma parede inferior, um par de paredes laterais opostas e uma tampa;

ii) uma sede de moldagem, tendo a forma que casa com a do elemento, definida no molde entre as paredes laterais, a parede inferior e uma tampa;

10 b) meios para deslocar a tampa e as paredes laterais dos moldes a favor e contra a parede inferior para fechar longitudinalmente e respectivamente abrir o molde; e

15 c) primeiros meios para posicionar de uma maneira ajustável a dita tampa a favor e contra a dita parede inferior do molde para controlar de uma maneira ajustável e substancialmente contínua a altura da sede de moldagem.

O aparelho é configurado para incluir os caibros de armação embutidos ou barrotes de sustentação dos pisos embutidos configurado aqui discutidos. Como um exemplo não limitante, os métodos e aparelho revelados na Patente U.S. 5.792.481 podem ser adaptados para fazer as unidades de ICF da presente invenção. As partes relevantes da Patente U.S. 5.792.481 estão aqui incorporadas pela referência.

25 Mais particularmente, a presente fôrma de concreto isolada inclui um primeiro corpo, de forma substancialmente paralelepipedica, contendo uma matriz de polímero expandido, tendo faces opostas, uma primeira superfície e uma segunda superfície oposta; um segundo corpo, de forma substancialmente paralelepipedica, contendo uma matriz de polímero expandido, tendo faces opostas, uma primeira superfície, uma segunda superfície oposta; e um ou mais caibros embutidos que se estendem longitudinalmente através do primeiro corpo e do segundo corpo entre as

primeiras superfícies de cada corpo, tendo uma primeira extremidade embutida na matriz de polímero expandido do primeiro corpo, e uma segunda extremidade embutida na matriz de polímero expandido do segundo corpo. Um ou mais furos de expansão são providos na porção do caibro embutido embutida no primeiro corpo e no segundo corpo. O primeiro corpo e o segundo corpo incluem uma matriz de polímero que se expande através dos furos de expansão. O espaço definido entre as primeiras superfícies do primeiro corpo e do segundo corpo é capaz de aceitar concreto lançado nele.

Uma modalidade da presente invenção fornece fôrmas de concreto isoladas (ICF) e sistemas ICF. Conforme mostrado na figura 1, ICF 510 inclui primeiro corpo de polímero expandido 511 e segundo corpo de polímero expandido 512, caibros de metal embutidos voltados para a esquerda 514, e caibros de metal embutidos voltados para a direita 516 (barras embutidas de reforço). Os caibros de metal embutidos 514 e 516 têm extremidades embutidas 520 e 522 respectivamente que não tocam a superfície externa 524 de primeiro corpo de polímero expandido 511. Caibros de metal embutidos 514 e 516 têm as extremidades embutidas 521 e 523 respectivamente que são adjacentes à superfície externa 525 do segundo corpo de polímero expandido 512. O espaço 505 é definido como um espaço entre a superfície interna 530 de primeiro corpo de polímero expandido 511 e a superfície interna 531 do segundo corpo de polímero expandido 512 para a altura da ICF 510.

Corpos de polímero expandido 511 e 512 podem ter uma espessura, medida como a distância da superfície interna 530 ou 531 respectivamente até a superfície externa 524 ou 525,, respectivamente, de pelo menos 2, em alguns casos pelo menos 2,5, e em outros casos pelo menos 3 cm e pode ser até 10, em alguns casos até 8, e em outros casos até 6 cm da superfície interna 30 do corpo de polímero expandido 512. A espessura de corpos de polímero expandido 511 e 512 pode ser independentemente

qualquer dimensão, ou pode variar entre quaisquer das dimensões supracitadas.

Extremidades embutidas 520 e 522 se estendem pelo menos 1, em alguns casos pelo menos 2, e em outros casos pelo menos 3 cm ao interior do corpo de polímero expandido 512 para fora da superfície interna 530. Também, as extremidades embutidas 520 e 522 podem estender-se até, em alguns casos até 8, e em outros casos até 6 cm para fora da superfície interna 530 ao interior do primeiro corpo de polímero expandido 511. Extremidades embutidas 526 e 528 qualquer das distâncias, ou podem variar entre quaisquer das distâncias supracitadas da superfície interna 530 ao interior do corpo do polímero 511.

Em uma outra modalidade da invenção, as extremidades embutidas 520 e 522 podem estender-se de $1/10$ a $9/10$, em alguns casos $1/3$ to $2/3$ e em outros casos $1/4$ a $3/4$ da espessura de primeiro corpo de polímero expandido 511 ao interior do corpo de polímero expandido 511.

A orientação dos caibros de metal embutidos 514 e 516 é referenciada pela direção das extremidades 520, 521, 522 e 523. As extremidades podem ser orientadas em qualquer direção que se adeque à resistência, objetivos de anexação ou estabilidade da fôrma de concreto isolada.

O espaçamento entre cada um caibros de metal embutidos 514 e 516 é tipicamente adaptado para ser consistente com códigos ou métodos de construção locais, mas pode ser modificado de forma a adequar-se a necessidades especiais. Como tal, o espaçamento entre os caibros de metal pode ser pelo menos 10, em algumas ocorrências pelo menos 25 e em alguns casos pelo menos 30 cm e pode ser até 110, em alguns casos até 100, em outros casos até 75, e em algumas ocorrências até 60 cm. O espaçamento entre caibros de metal embutidos 514 e 516 pode ser qualquer distância, ou pode variar entre quaisquer das distâncias supracitadas.

ICF 510 pode estender-se por uma distância com caibros de metal embutidos alternados 514 e 516 colocados nele. O comprimento da ICF 510 pode ser qualquer comprimento que permita o manuseio seguro e mínimo dano na ICF 510. O comprimento da ICF 510 pode ser tipicamente pelo menos 1, em alguns casos pelo menos 1,5, e em outros casos pelo menos 2 m e pode ser até 25, em alguns casos até 20, em outros casos até 15, em algumas ocorrências até 10 e em outras ocorrências até 5 m. O comprimento da ICF 510 pode ser qualquer valor, ou pode variar entre quaisquer dos valores supracitados. Em algumas modalidades da invenção, cada extremidade da ICF 510 termina com um caibro de metal embutido.

A altura da ICF 510 pode ser qualquer altura que permita o manuseio seguro, dano mínimo e que possa suportar a pressão do concreto lançado dentro da ICF 510. A altura da ICF 510 pode ser pelo menos 1 e em alguns casos pelo menos 1,25 m e pode ser até 3 m e em alguns casos até 2,5 m. Em algumas ocorrências, a fim de aumentar a estabilidade da unidade ICF 510, travessas de reforço ou barra de reforço (não mostradas) podem ser anexadas nos caibros de metal embutidos 514 e 516. A altura da ICF 10 pode ser qualquer valor, ou pode variar entre quaisquer dos valores supracitados.

O espaço 505, o espaço entre a superfície interna 530 e a superfície interna 531 para a altura da ICF 510, pode ser qualquer volume e/ou dimensões adequados. O volume e/ou dimensões adequados são aqueles onde o peso do concreto de baixo peso lançado no espaço 505 não é tão alto como um que faça que qualquer parte da ICF 50 falhe, isto é, que permite que o concreto rompa através da ICF 510 de maneira tal que o volume de concreto não seja contido no espaço 505, mas grande o bastante para que o concreto lançado e fixada possa suportar o que quer que seja a ser construído na parede de concreto ICF resultante. Assim, a distância entre a superfície interna 530 e a superfície interna 531 tomada com o altura supradefinida pode ser pelo menos 5 em alguns casos pelo menos 10 e em outros casos pelo menos 12 cm

e pode ser até 180, em alguns casos até 150 cm e em outros casos até 120 cm. Em algumas ocorrências, a fim de aumentar a estabilidade da unidade ICF 510, travessas de reforço ou barra de reforço (não mostradas) podem ser anexadas nos caibros de metal embutidos 514 e 516. O distância entre a superfície interna 530 e a superfície interna 531 pode ser qualquer valor, ou
5 pode variar entre quaisquer dos valores supracitados.

Em uma modalidade particular da invenção, ICF 510 pode ser usado como uma parede de tempestade. Nesta modalidade, o espaço 505 é cheio com a presente composição de concreto de baixo peso da maneira aqui
10 descrita, e a distância da superfície interna 530 até a superfície interna 531 pode ser pelo menos 2, em alguns casos pelo menos 5 e em outros casos pelo menos 10 cm, e pode ser até 16, em alguns casos até 14 cm e em outros casos até 12 cm. nesta modalidade de parede de tempestade, a distância entre a superfície interna 530 e a superfície interna 531 pode ser qualquer valor, ou
15 pode variar entre quaisquer dos valores supracitados.

Paredes de tempestade feitas de acordo com a presente invenção podem ser usadas como qualquer dos outros painéis de parede e paredes pré-moldadas levantadas aqui descritas.

Conforme mostrado na figura 1, ICF 510 tem um comprimento
20 finito, e o primeiro corpo 511 e segundo corpo 512 têm um término da virola interna 517 e um término da virola externa 518. Tipicamente, comprimentos de ICF 510 são interconectados inserindo-se um término da virola interna 517 de uma ICF 510 adjacente a um término da virola externa 518 de um outro ICF 510 para formar uma ICF contínua. Assim, um maior ICF contendo
25 qualquer quantidade de unidades de ICF 510 pode ser montada e/ou arranjada.

Uma modalidade alternativa da invenção está mostrada na figura 2, onde ICF 508 é similar à ICF 510 exceto que a superfície interna 530 de corpo 511 e a superfície interna 531 de corpo 512 incluem seções arqueadas internas opostas 532 e 534. respectivamente. Seções arqueadas

internas 532 e 534 proporcionam espaço não linear dentro da ICF 508, de maneira tal que concreto de baixo peso lançado na ICF 508 tenha seções que têm maior largura seccional transversal e seções que têm uma menor largura seccional transversal.

5 Em uma outra modalidade da invenção mostrada na figura 3, ICF 509 tem extremidades expostas 536 e 538, em vez das extremidades embutidas 521 e 523. Extremidades expostas 536 e 538 se estendem pelo menos 1, em alguns casos pelo menos 2, e em outros casos pelo menos 3 cm para fora da superfície externa 525 do segundo corpo de polímero expandido
10 512. As extremidades expostas 536 e 538 pode ser usadas para anexar superfícies de acabamento, tais como parede de gesso, compensado, panelização, etc. da maneira aqui descrita na ICF 509. Também, as extremidades expostas 536 e 538 podem estender-se até 60, em alguns casos até 40, e em outros casos até 20 cm para fora da superfície externa 525 do
15 corpo de polímero expandido 512. As extremidades expostas 536 e 538 podem estender-se a qualquer das distâncias, ou podem variar entre quaisquer das distâncias supracitadas da superfície externa 525.

Referindo-se à figura 3 caibros de metal embutidos 514 e 516 podem ter furos de utilidade (da maneira descrita a seguir) espaçados ao longo
20 de seu comprimento entre a superfície externa 525 e extremidades expostas 536 e 538. Os furos de utilidade (não mostrados aqui, mas descritos e ilustrados a seguir) são usados para acomodar utilidades tais como fiação para eletricidade, telefone, televisão a cabo, auto-falantes e outros dispositivos eletrônicos, linhas de gás e linhas hidráulicas. Os furos de utilidade podem ter
25 várias formas seccionais transversais, exemplos não limitantes sendo redonda, oval, elíptica, quadrada, retangular, triangular, hexagonal ou octogonal. As áreas seccionais transversais dos furos de utilidade podem também variar independentemente umas das outras, ou elas podem ser uniformes. As áreas seccionais transversais dos furos de utilidade é limitada pelas dimensões dos

caibros de metal embutidos 514 e 516, as Os furos de utilidade se enquadrarão nas suas dimensões e não prejudicarão significativamente sua integridade estrutural e resistência. As áreas seccionais transversais dos furos de utilidade pode ser independentemente pelo menos 1, em alguns casos pelo menos 2, e em outros casos pelo menos 5 cm² e pode ser até 30, em alguns casos até 25, em outros casos até 20 cm². As áreas seccionais transversais dos furos de utilidade pode ser independentemente qualquer valor, ou pode variar entre quaisquer dos valores supracitados.

Em uma modalidade da invenção, os furos de utilidade podem ter a flangeados e em muitos casos, uma superfície de flange laminada para fornecer maior resistência aos caibros de metal embutidos.

As figuras 4 e 5 mostram recursos da presente ICF e painéis de tempestade relacionados à ICF 508 (A figura 2). Um recurso dos caibros de metal embutidos 514 e 516 é que eles podem incluir furos de expansão 540 e furos de derramamento 542. Como tal, furos de derramamento 544 podem ser um furo puncionado estendendo-se ao longo do eixo vertical dos caibros de metal embutidos 514 e/ou 516 que é posicionado para permitir o livre escoamento do concreto de baixo peso e para fixar e posicionar reforços de concreto horizontais. Similarmente, furos de expansão 540 podem ser um furo puncionado de diâmetro suficiente ou fenda de área de vazio suficiente para permitir a fusão e escoamento da matriz de polímero através do painel de plástico formado.

Os elementos estruturais de metal de baixa espessura moldados, caibros de metal embutidos 514 e 516, contínua ou semicontinuamente formados para criar um painel compósito de comprimento ilimitado. Os elementos estruturais metálicos são estrategicamente puncionados ao longo do eixo vertical externo para fornecer furos de expansão 540, que permitem o fluxo e fusão dos materiais de plástico expansível através dos elementos metálicos. O eixo vertical central do

elemento metálico é puncionado para fornecer furos de derramamento 542, que permitem o livre fluxo de concreto normal e permitir a fixação e colocação de materiais de reforço de concreto horizontais. As figuras 6 e 7 mostram o concreto de baixo peso 550 formado e fixado em relação aos caibros de metal embutidos 514.

As extremidades embutidas 521 e 523 tiras de cobertura contínuas que são dispostas verticalmente em centros predeterminados para ajudar na conexão direta de materiais de acabamento, pistas estruturais de topo e base, penetrações de parede e pontos de conexão de telhado e piso, tal como a pista de nível aqui descrita.

Materiais de plástico expansível no compósito de painel agem como um painel de formação quando concreto de baixo peso é colocado na fôrma e podem também fornecer isolamento e amortecimento acústico. Adicionalmente, a face dos materiais de plástico expansível do painel compósito age como um painel de formação quando concreto é colocado na fôrma e também fornece isolamento e amortecimento acústico.

O desenho da presente ICF fornece caminhos de concreto horizontal e vertical criados pelos dois painéis opostos fixos pelos elementos estruturais de baixa espessura.

Quando concreto de baixo peso é lançado no espaço 505 da presente ICF, um montante de concreto interno é formado pelos dois painéis opostos na configuração de parede de montante vertical do desenho do painel, set concreto de baixo peso 550. O núcleo de concreto criado na fôrma age como braçadeira horizontal para os elementos estruturais metálicos de baixa espessura na presente ICF. No desenho de painel de parede de montante vertical o núcleo de concreto permite reforço horizontal ao longo do eixo do montante vertical criado entre os painéis de face da fôrma.

Na presente ICF, as extremidades do painel de travamento formadas por virola interna 517 e virola externa 518 autoalinhadas, auto-

seladas e conectam seguramente um terminação lateral do painel no outro ponto da terminação lateral do painel, formando uma fôrma de colocação de concreto horizontal contínua, bem como vertical contínua.

5 A figura 8 mostra uma modalidade da invenção onde, a superfície do elemento de aço 560, que pode ser usada como caibros de metal embutidos 514 e/ou 516 na presente ICF têm orifícios 565 em direções opostas, criando uma superfície que aumenta a adesão do concreto e impede o trincamento do concreto em contato com o elemento de aço 560. O efeito da formação do orifício na superfície do elemento aumenta a resistência ao
10 cisalhamento do aço e composição de concreto.

A formação de orifícios da superfície do aço cria uma conexão mais forte entre a espuma, e o elemento de aço da espuma de plástico fica voltado para o painel quando moldado como uma estrutura compósita.

A figura 9 mostra uma modalidade de um sistema da fôrma de
15 concreto isolado 575 para fornecer uma fundação que inclui uma pluralidade de ICF's 508 conectados extremidade uma extremidade para formar o sistema ICF 575. A unidade de quina 552 é usada para interconectar linhas ICF paralelas 554 e linhas ICF perpendiculares 556. Concreto de baixo peso 25 é lançado no espaço 505 de sistema ICF de parede 575 e deixado fixar para
20 formar o sistema de parede de concreto isolado completo.

A unidade de quina 552, mostrada na figura 10, essencialmente inclui uma primeira ICF 508A e uma segunda ICF 508B (recursos iguais são enumerados como anteriormente) orientadas em um ângulo com a primeira ICF 508A, onde seção de quina 552 é moldado to
25 incluem primeira ICF 508A e segunda ICF 508B para formar um primeiro corpo contínuo 590 e um segundo corpo contínuo 592 e prover um espaço contínuo 505 entre eles.

Referindo-se à figura 3, as vantagens particulares da ICF 509 incluem a capacidade de passar facilmente utilidades antes da anexação de

uma superfície de acabamento nas extremidades expostas dos caibros de metal embutidos. O caibros de metal expostos facilitam mudanças e adições do emolduramento estrutural no campo e deixam as partes estruturais do conjunto expostas para inspetores públicos locais inspecionarem a armação.

5 Um espaço de utilidade definido superfície externa 525 do corpo de polímero expandido 512 e extremidades expostas 536 e 538 pode ser adaptado para acomodar utilidades. Tipicamente, as extremidades expostas 536 e 538 têm uma superfície de acabamento anexada a elas, um lado da qual define adicionalmente o espaço de utilidade.

10 Em uma modalidade da invenção, o espaço de utilidade é adaptado e dimensionado para receber componentes padrões e/ou pré-fabricados, tais como janelas, portas e armários de remédios, bem como armários e prateleiras individualizadas.

Adicionalmente, o espaço de ar entre a superfície externa do
15 corpo de polímero expandido 512 e a superfície de acabamento permite melhor circulação de ar, que pode minimizar ou impedir a formação de mofo. Além do mais, em virtude de os caibros de metal não ficarem em contato direto com o ambiente externo, a ligação térmica através dos caibros de metal embutidos altamente condutores é evitada e as propriedades de isolamento são
20 melhoradas.

Superfícies de acabamento adequadas incluem, mas sem limitações, a superfícies de acabamento tais como madeira, plástico rígido, painéis de madeira, painéis de concreto, cimentos painéis, parede de gesso, placa de reboco, placas de material particulado, painéis de plástico rígidos, ou
25 qualquer outro material adequado com funções de decoração e/ou estruturais ou outros substratos de construção

Em um tipo particular de parede construção usado na invenção faz-se uso de paredes de plástico expandido para formar uma estrutura prensada contendo a composição LWC lançada. Depois do endurecimento, as

paredes expandidas são deixadas intactas para aumentar significativamente as propriedades de isolamento das paredes. Tais paredes podem ser feitas de partículas de polímero expandido ou extrudado supradescritos ou similares, e freqüentemente são disponíveis aos contratantes em unidades de parede pré-formada e de quinas se encaixam por pressão ou se junta por pressão uma na outra, de acordo com métodos bem conhecidos no ramo de construção.

Uma modalidade da invenção diz respeito a um painel isolado para ser levantado que é adaptado para uso como um painel de parede ou de teto. Conforme mostrado nas figuras 11-14, painel de parede de uma única face 340 inclui um corpo reforçado 341 que inclui fôrma de polímero expandido 342 (corpo central) e caibros de metal embutidos 344 e 346 (barras de reforço embutidas). A fôrma de polímero expandido 342 pode incluir as aberturas 348 e utilidade entalhes 349, que atravessa todo ou parte do comprimento da fôrma de polímero expandido 342. Os caibros de metal embutidos 344 e 346 têm extremidades embutidas 352 e 356 respectivamente que não estão em contato com a face interna 350 da fôrma de polímero expandido 342. Os caibros de metal embutidos 344 e 346 também têm extremidades expostas 358 e 360 respectivamente que se estendem da face externa 362 da fôrma de polímero expandido 342.

A fôrma de polímero expandido 342 pode ter uma espessura, medida como a distância da face interna 350 até a face externa 362, de pelo menos 8, em alguns casos pelo menos 10, e em outros casos pelo menos 12 cm e pode ser até 100, em alguns casos até 75, e em outros casos até 60 cm. A espessura da fôrma de polímero expandido 342 pode ser qualquer distâncias ou podem variar entre quaisquer das distâncias supracitadas.

Extremidades expostas 358 e 360 se estendem pelo menos 1, em alguns casos pelo menos 2, e em outros casos pelo menos 3 cm para fora da face externa 362 da fôrma de polímero expandido 342. Também, as extremidades expostas 358 e 360 podem estender-se até 60, em alguns casos

até 40, e em outros casos até 20 cm para fora da face externa 362 da fôrma de polímero expandido 342. Extremidades expostas 358 e 360 podem estender-se qualquer das distâncias, ou podem variar entre quaisquer das distâncias supracitadas da face externa 362.

5 Em uma modalidade da invenção, caibros de metal embutidos elementos 344 e 346 têm uma forma seccional transversal que inclui comprimentos de embutimento 364 e 366, as extremidades embutidas 352 e 356 e as extremidades expostas 358 e 360. A orientação dos caibros de metal embutidos elementos 344 e 346 é referenciada pela direção das extremidades
10 embutidas 352 e 356. Na modalidade particular da invenção, as extremidades embutidas 352 e 356 são orientadas uma para fora da outra. Nesta modalidade, painel de parede de um lado 340 é adaptado para que extremidades expostas 358 e 360 dos caibros de metal embutidos 344 e 346 sejam embutidas em concreto 370 ou sejam aplicados na face externa 362.

15 O espaçamento entre cada um caibros de metal embutidos 344 e 346 é pelo menos 25 e em alguns casos pelo menos 30 cm e pode ser até 110, em alguns casos até 100, em outros casos até 75, e em algumas ocorrências até 60 cm, medido de um ponto médio duma extremidade oposta 358 até um ponto médio duma extremidade oposta 360. O espaçamento entre
20 caibros de metal embutidos 344 e 346 pode ser qualquer distância, ou pode variar entre quaisquer das distâncias supracitadas.

 Em uma modalidade da invenção, o painel de parede de um lado 340 inclui corpo de polímero expandido 342 (corpo central), caibros de metal embutidos 344 e 346 (barras embutidas de reforço), que incluem
25 flanges 311; extremidades esquinadas 312, os furos de utilidade 346 localizados em uma porção exposta dos caibros de metal embutidos 344 e 346, furos de expansão 313 em uma porção embutida dos caibros de metal embutidos 344 e 346, e extremidades embutidas 344 e 346, que não tocam a face interna 350.

Em uma modalidade da invenção, a face interna 350 pode ter uma superfície corrugada, que pode ser moldada ou cortada, que melhora o fluxo de ar entre a face interna 350 e qualquer superfície anexada a ela.

5 Furos de expansão 313 são usados em que, à medida que o corpo de polímero expandido 342 é moldado, a matriz de polímero se expande através dos furos de expansão 313 e o polímero em expansão funde-se. Isto permite que uma matriz de polímero envolva e mantenha os caibros de metal embutidos 344 e 346 por meio de fusão no polímero em expansão. Na modalidade da invenção, furos de expansão 313 podem ter uma superfície
10 flangeada e, em muitos casos, uma superfície de flange laminada para fornecer maior resistência aos caibros de metal embutidos.

As aberturas 348 podem ter várias formas seccionais transversais, exemplos não limitantes sendo redonda, oval, elíptica, quadrada, retangular, triangular, hexagonal ou octogonal. O tamanho seccional
15 transversal das aberturas 348 pode ser uniforme, ou elas podem variar independentemente uma da outra com relação ao tamanho e localização em relação à face externa 362 e a face interna 350. O espaçamento entre cada abertura 348 pode ser pelo menos 1 e em alguns casos pelo menos 3 cm e pode ser até 110, em alguns casos até 100, em outros casos até 75, e em
20 algumas ocorrências até 60 cm, medido de um ponto médio de um abertura 348 até uma abertura adjacente 348. O espaçamento entre as aberturas 348 pode ser independentemente qualquer distância, ou pode variar entre quaisquer das distâncias supracitadas.

As áreas seccionais transversais das aberturas 348 podem
25 também variar independentemente umas das outras, ou elas podem ser uniformes. As áreas seccionais transversais das aberturas 348 é limitada pelas dimensões da fôrma de polímero expandido 342, as aberturas 348 se ajustarão às dimensões da fôrma de polímero expandido 342. As áreas seccionais transversais das aberturas 348 podem ser independentemente pelo menos 1,

em alguns casos pelo menos 5, e em outros casos pelo menos 9 cm² e pode ser até 130, em alguns casos até 100, em outros casos até 75 cm². As áreas seccionais transversais das aberturas 348 podem ser independentemente qualquer valor, ou pode variar entre quaisquer dos valores supracitados.

5 O corpo reforçado 341 tem um comprimento finito e tem uma extremidade terminal macho 371 que inclui borda dianteira 372 e uma extremidade de recebimento 376 que inclui seção rebaixada 376, que é adaptada para receber a borda dianteira 372. Tipicamente, comprimentos do painel de parede de um lado 340 são interconectados inserindo-se uma borda
10 dianteira 372 por um primeiro painel de parede de um lado 340 em uma seção rebaixada 378 de um segundo painel de parede de um lado. Desta maneira, uma maior parede ou seção de teto contendo qualquer quantidade de painéis de parede de um lado pode ser montada e/ou arranjada. A largura do painel de parede de um lado 340, medida como a distância da borda saliente 380 até a
15 borda de saída 374, pode ser tipicamente pelo menos 20, em alguns casos pelo menos 30, e em outros casos pelo menos 35 cm e pode ser até 150, em alguns casos até 135, e em outros casos até 125 cm. A largura do painel de parede de um lado 340 pode ser qualquer valor, ou pode variar entre quaisquer dos valores supracitados.

20 Um exemplo de um painel de parede de um lado 340 de acordo com a invenção está mostrado na figura 11, onde quatro caibros de metal embutidos 344 e 346 são usados.

A presente composição LWC é lançada, acabada e fixada para formar uma camada de concreto 370 que reveste extremidades expostas 358 e
25 360 dos caibros de metal embutidos 344 e 346.

As extremidades embutidas 350 e 356 dos caibros de metal embutidos 344 e 346 são disponíveis como pontos de anexação para uma superfície de acabamento tais como madeira, plástico rígido, painéis de madeira, painéis de concreto, cimentos painéis, parede de gesso, placa de

reboco, placas de material particulado, painéis de plástico rígidos, ou qualquer outro material adequado com funções de decoração e/ou estruturais ou outros substratos de construção placa de reboco 375 (mostrada na figura, 11). Na modalidade particular da invenção, o produto a base de gesso de baixo peso descrito a seguir é usado como parede de gesso ou placa de reboco 375. A anexação é tipicamente realizada pelo uso de parafusos.

Uma modalidade da invenção está mostrada na figura 12. Nesta modalidade, a malha de reforço 371 é anexada nas extremidades expostas 358 e 360 dos caibros de metal embutidos 344 e 346. A malha de reforço 371 podem ser feita de qualquer material adequado, exemplos não limitantes sendo fibra de vidro, metais tais como aço, aço inoxidável e alumínio, plásticos, fibras sintéticas e suas combinações. Desejavelmente, depois que a malha de reforço 371 é anexada nas extremidades expostas 358 e 360, a camada de concreto 370 é lançada, acabada e endurecida de maneira a revestir a malha de reforço 371 e as extremidades expostas 358 e 360. Nesta modalidade, a malha de reforço 371 aumenta a resistência da camada de concreto 370 bem como aumenta a resistência da anexação da camada de concreto 370 no corpo reforçado 341.

Em uma modalidade da invenção, o painel de parede de um lado 340 é montado em uma superfície plana e uma primeira extremidade é levantada, enquanto uma segunda extremidade permanece estacionária, resultando na orientação do painel de parede de um lado 340 no geral perpendicular à superfície plana. Isto é geralmente referido como "levantar uma parede pré-moldada" na tecnologia e, nesta modalidade da invenção, painel de parede de um lado 340 é referido como uma "parede pré-moldada levantada".

Uma modalidade da invenção diz respeito a um segundo painel isolado para ser levantado que é adaptado para uso como um painel de parede ou de teto. Conforme mostrado nas figuras 15-18, painel de parede dupla face

440 inclui um corpo reforçado 441 que inclui fôrma de polímero expandido 442 (corpo central) e caibros de metal embutidos 444 e 446 (barras de reforço embutidas). A fôrma de polímero expandido 442 pode incluir aberturas 448 que atravessam todo ou parte do comprimento da fôrma de polímero expandido 442. Os caibros de metal embutidos 444 e 446 têm uma primeira extremidade oposta 452 e segunda extremidade oposta 456 respectivamente que se estendem da primeira face 462 da fôrma de polímero expandido 442. Os caibros de metal embutidos 444 e 446 também têm segundas extremidades expostas 458 e 460 respectivamente que se estendem da segunda face 450 da fôrma de polímero expandido 442.

A fôrma de polímero expandido 442 pode ter uma espessura, medida como a distância da segunda face 450 até a primeira face 462 de dimensões similares às relativas ao fôrma de polímero expandido 342.

As extremidades expostas podem estender-se pelo menos 1, em alguns casos pelo menos 2, e em outros casos pelo menos 3 cm para fora tanto da 450 como da face 462 da fôrma de polímero expandido 442. Também, as extremidades expostas podem estender-se até 60, em alguns casos até 40, e em outros casos até 20 cm para fora de qualquer face da fôrma de polímero expandido 442. As extremidades expostas podem estender-se qualquer das distâncias, ou podem variar entre quaisquer das distâncias supracitadas de qualquer face da fôrma de polímero expandido 442.

Em uma modalidade da invenção, as extremidades expostas 452, 456, 458 e 460 são embutidas na primeira camada de concreto 469 e segunda camada de concreto 470 que são aplicadas nas faces 450 e 462.

O espaçamento entre cada um caibros de metal embutidos 444 e 446 pode ser descrito com relação aos caibros de metal embutidos 344 e 346.

Em uma modalidade da invenção, o painel de parede dupla face 440 inclui corpo de polímero expandido 442 (corpo central), caibros de

metal embutidos 444 e 446 (barras embutidas de reforço), que extremidades esquinadas 412, os furos de utilidade 446 localizados em uma porção exposta dos caibros de metal embutidos 444 e 446, e 25 furos de expansão 413 em uma porção embutida dos caibros de metal embutidos 444 e 446.

5 Furos de expansão 413 são usados em que, à medida que o corpo de polímero expandido 442 é moldado, a matriz de polímero se expande através dos furos de expansão 413 e o polímero em expansão funde-se. Isto permite que uma matriz de polímero envolva e mantenha os caibros de metal embutidos 444 e 446 por meio de fusão no polímero em expansão. Na
10 modalidade da invenção, furos de expansão 413 podem ter uma superfície flangeada e, em muitos casos, uma superfície de flange laminada para fornecer maior resistência aos caibros de metal embutidos.

 As aberturas 448 podem ter várias formas seccionais transversais e espaçamento e área seccional transversal similares aos descritos
15 com relação às as aberturas 348 no corpo de polímero expandido 342.

 O corpo reforçado 441 tem um comprimento finito e tem uma extremidade terminal macho 471 que inclui borda dianteira 472 e uma extremidade de recebimento 476 que inclui seção rebaixada 478, que é adaptada para receber a borda dianteira 472. Tipicamente, comprimentos do
20 painel de parede dupla face 440 são interconectados inserindo-se uma borda dianteira 472 por um primeiro painel de parede dupla face 440 em uma seção rebaixada 478 de um segundo painel de parede dupla face. Desta maneira, uma maior parede ou seção de teto contendo qualquer quantidade de painéis de parede dupla face pode ser montada e/ou arranjada. A largura do painel de
25 parede de um lado 440, medida como a distância da borda dianteira 472 até a seção rebaixada 478 pode tipicamente ser pelo menos 20, em alguns casos pelo menos 30, e em outros casos pelo menos 35 cm e pode ser até 150, em alguns casos até 135, e em outros casos até 125 cm. A largura do painel de parede dupla face 440 pode ser qualquer valor, ou pode variar entre quaisquer

dos valores supracitados.

Um exemplo de um painel de parede dupla face 440 de acordo com a invenção está mostrado na figura 15, onde quatro caibros de metal embutidos 444 e 446 são usados. A presente composição LWC é lançada, acabada e endurecida para formar camadas de concreto 469 e 470 que revestem extremidades expostas 452, 456, 458 e 460 dos caibros de metal embutidos.

Alternativamente, conforme mostrado na figura 17, painel de parede dupla face 439 inclui variações do painel de parede dupla face 440. No painel de parede dupla face 439 um (ou alternativamente ambas, que não são mostradas) das extremidades expostas 452 e 456 (e alternativamente também 458 e 460) são disponíveis como pontos de anexação para uma superfície de acabamento 475 tais como madeira, plástico rígido, painéis de madeira, painéis de concreto, cimentos painéis, parede de gesso, placa de reboco, placas de material particulado, painéis de plástico rígidos, ou qualquer outro material adequado com funções de decoração e/ou estruturais ou outros substratos de construção. A parede de gesso ou placa de reboco pode incluir o produto a base de gesso de baixo peso descrito a seguir. A anexação é tipicamente realizada pelo uso de parafusos. Nesta modalidade, o espaço 476 definido pela acabado superfície, as extremidades expostas 444 e 446 e o corpo de polímero expandido 442 pode ser usado para passar utilidades, isolamentos e âncoras para acabamentos interiores supradescritos.

Nesta modalidade alternativa, a malha de reforço 471 é anexada nas extremidades expostas 458 e 460 dos caibros de metal embutidos 444 e 446. A malha de reforço 471 pode ser feita de qualquer material adequado, exemplos não limitantes sendo fibra de vidro, metais tais como aço, aço inoxidável e alumínio, plásticos, fibras sintéticas e suas combinações. Desejavelmente, depois que a malha de reforço 471 é anexada nas extremidades expostas 458 e 460, a camada de concreto 470 é lançada,

acabada e endurecida de maneira a revestir malha de reforço 471 e extremidades expostas 458 e 460. Nesta modalidade, a malha de reforço 471 aumenta a resistência da camada de concreto 470 bem como aumenta a resistência da anexação da camada de concreto 470 no corpo reforçado 441.

5 Em uma modalidade da invenção, o painel de parede dupla face 440 é montado em uma superfície plana e uma primeira extremidade é levantada, enquanto uma segunda extremidade permanece estacionária, resultando na orientação do painel de parede dupla face 440 no geral perpendicular à superfície plana, isto é, "levantar uma parede pré-moldada"

10 supradescritos.

 A presente invenção também fornece unidades de pavimentação e sistemas de pavimentação que incluem painéis de pavimentação compósitos contendo a presente composição de concreto de baixo peso. Os painéis de pavimentação no geral incluem um corpo central,

15 de forma substancialmente paralelepípedica, contendo uma matriz de polímero expandido, tendo faces opostas, uma superfície superior e uma superfície inferior oposta; e dois ou mais barrotes de sustentação dos pisos embutidos que se estendem longitudinalmente através do corpo central entre as faces opostas que têm uma primeira extremidade embutida na matriz de

20 polímero expandido que tem um primeiro elemento transversal que se estende da primeira extremidade no geral fazendo contato ou estendendo-se acima da superfície superior, uma segunda extremidade que se estende para fora da superfície inferior do corpo central que tem um segundo elemento transversal que se estende da segunda extremidade, e um ou mais furos de expansão

25 localizados nos barrotes embutidos entre a primeira extremidade dos barrotes embutidos e a superfície inferior do corpo central. O corpo central contém uma matriz de polímero supradescritos que se expande através dos furos de expansão. Os barrotes embutidos incluem um ou mais furos de utilidade localizados nos barrotes embutidos entre a superfície inferior do corpo central

e a segunda extremidade dos barrotes embutidos e o espaço definido pela superfície inferior do corpo central e as segundas extremidades dos barrotes de reforço embutidos é adaptado para acomodar linhas de utilidades. A camada de concreto contendo a presente composição de cimento de baixo peso cobre pelo menos uma porção da superfície superior e/ou superfície inferior. O painel de pavimentação compósito é posicionado no geral perpendicular a uma parede estrutural e/ou fundação.

Conforme mostrado na figura 19, a unidade de pavimentação 90 inclui expansível polímero painel 92 (corpo central) e barrotes de metal embutidos 94 e 96 (barras embutidas de reforço). Painel de polímero expansível 92 inclui aberturas 98 que atravessam todo ou parte do comprimento do painel de polímero expandido 92. Os barrotes de metal embutidos 94 e 96 têm extremidades embutidas 104 e 106 respectivamente que ficam em contato com a superfície superior 102 do painel de polímero expandido 92. Os barrotes de metal embutidos 94 e 96 também têm extremidades expostas 108 e 110 respectivamente que se estendem da superfície inferior 100 do painel de polímero expandido 92.

Barrotes de metal embutidos 94 e 96 incluem primeiras travessas 124 e 126 respectivamente que se estendem das extremidades embutidas 104 e 106, respectivamente, que ficam no geral em contato com a superfície superior 102 e as extremidades expostas 108 e 110 incluem segundos elementos transversais 128 e 129, respectivamente, que se estendem das extremidades expostas 108 e 110, respectivamente. O espaço definido pela superfície inferior 100 do painel de polímero expandido 92 e as extremidades expostas 108 e 110 e segundos elementos transversais 128 e 129 dos barrotes de metal embutidos 94 e 96 pode ser orientado para aceitar redes de condutos colocadas entre barrotes de metal embutidos 94 e 96 adjacentes à superfície inferior 100.

O painel de polímero expandido 92 pode ter uma espessura,

medida como a distância da superfície superior 102 até a superfície inferior 100, de pelo menos 2, em alguns casos pelo menos 2,5, e em outros casos pelo menos 3 cm e pode ser até 50, em alguns casos até 40, em outros casos até 30, em algumas ocorrências até 25, em outras ocorrências até 20, em 5 algumas situações até 15 e em outras situações até 10 cm da superfície superior 102 do painel de polímero expandido 92. A espessura do painel 92 pode ser qualquer distâncias ou podem variar entre quaisquer das distâncias supracitadas.

As extremidades expostas 108 e 110 se estendem pelo menos 10 1, em alguns casos pelo menos 2, e em outros casos pelo menos 3 cm para fora da superfície inferior 100 do painel de polímero expandido 92. Também, as extremidades expostas 108 e 110 podem estender-se até 60, em alguns casos até 40, e em outros casos até 20 cm para fora da superfície inferior 100 do painel de polímero expandido 92. As extremidades expostas 108 e 110 15 podem estender-se qualquer das distâncias, ou podem variar entre quaisquer das distâncias supracitadas da superfície inferior 100.

Em uma modalidade da invenção, os barrotes de metal embutidos 94 e 96 têm uma forma seccional transversal que inclui comprimentos de embutimento 114 e 116, as extremidades embutidas 104 e 20 106 e as extremidades expostas 108 e 110. A orientação dos barrotes de metal embutidos 94 e 96 é referenciada pela direção das extremidades abertas 118 e 120. Em uma modalidade da invenção, as extremidades abertas 118 e 120 são orientadas uma para a outra. Nesta modalidade, unidade de pavimentação 90 é adaptada para aceitar redes de condutos. Como um exemplo não limitante, um 25 duto HVAC pode ser instalado ao longo do comprimento dos barrotes de metal embutidos 94 e 96.

Na forma aqui usada, o termo "redes de condutos" refere-se a qualquer tubo, tubulação, canal ou outros encerramentos através dos quais ar pode escoar de uma fonte para um espaço de recebimento; exemplos não

limitantes sendo ar que escoar do equipamento de aquecimento e/ou condicionamento de ar para um ambiente, ar de constituição que escoar de um ambiente para o equipamento de aquecimento e/ou condicionamento de ar, ar fresco que escoar para um espaço confinado e/ou ar residual que escoar de um espaço confinado para uma localização fora do espaço confinado. Em algumas modalidades, redes de condutos incluem tubos de metal no geral retangulares que são localizados abaixo do piso e se estendem no geral adjacentes a ele.

O espaçamento entre cada um dos barrotes de metal embutidos 94 e 96 pode ser da maneira descrita em relação aos caibros de metal embutidos 344 e 346.

As aberturas 98 podem ter várias formas seccionais transversais e espaçamento e área seccional transversal similares aos descritos com relação às aberturas 348 no corpo de polímero expandido 342.

Conforme mostrado na figura 19, o painel de polímero expandido 92 pode estender-se por uma distância com barrotes de metal embutidos 94 e 96 alternados colocados nele.

O comprimento de unidade de pavimentação 90 pode ser qualquer comprimento que permita o manuseio seguro e mínimo dano na unidade de pavimentação 90. O comprimento de unidade de pavimentação 90 pode ser tipicamente pelo menos 1, em alguns casos pelo menos 1,5, e em outros casos pelo menos 2 m e pode ser até 25, em alguns casos até 20, em outros casos até 15, em algumas ocorrências até 10 e em outras ocorrências até 5 m. O comprimento de unidade de pavimentação 90 pode ser qualquer valor, ou pode variar entre quaisquer dos valores supracitados. Em algumas modalidades, uma extremidade de unidade de pavimentação 90 pode terminar com um barrote de metal embutido.

Conforme mostrado na figura 19, o painel de polímero expandido 92 tem um comprimento finito e tem uma extremidade terminal

macho 91 que inclui borda dianteira 93 e borda de saída 95 e uma extremidade de recebimento 97 que inclui seção rebaixada 99 e seção estendida 101, que é adaptada para receber a borda dianteira 93, e borda de saída 95. Tipicamente, comprimentos de unidades de pavimentação 90 são interconectados inserindo-se uma borda dianteira 93 por uma primeira unidade de pavimentação 90 em uma seção rebaixada 99 por uma segunda unidade de pavimentação 90. Desta maneira, uma maior seção de pavimentação contendo qualquer quantidade de unidades de pavimentação pode ser montada e/ou arranjada.

A largura da unidade de pavimentação 90 pode ser qualquer largura que permita o manuseio seguro e mínimo dano na unidade de pavimentação 90. A largura da unidade de pavimentação 90 é determinada pelo comprimento dos barrotes de metal embutidos 94 e 96. A largura da unidade de pavimentação 90 pode ser pelo menos 1 e em alguns casos pelo menos 1,5 m e pode ser até 3 m e em alguns casos até 2,5 m. Em algumas ocorrências, a fim de aumentar a estabilidade da unidade de pavimentação 90, travessas de reforço (não mostradas) podem ser anexadas nos barrotes de metal embutidos 94 e 96. A largura da unidade de pavimentação 90 pode ser qualquer valor, ou pode variar entre quaisquer dos valores supracitados.

Unidade de pavimentação 90 é tipicamente parte de um sistema de pavimentação geral que inclui uma pluralidade dos painéis de pavimentação compósitos aqui descrita, onde as extremidades machos incluem uma borda de lingüeta e as extremidades fêmeas incluem um entalhe arranjado de maneira tal que uma lingüeta e/ou entalhe de cada painel fique em contato suficiente com uma lingüeta e/ou entalhe correspondente de um outro painel para formar um plano. A camada de concreto que contém a presente composição de concreto de baixo peso cobre pelo menos uma porção de uma superfície do sistema de pavimentação. O plano estabelecido se estende lateralmente de uma fundação e/ou uma parede estrutural.

No presente sistema de pavimentação, redes de condutos podem ser anexadas nas barras metálicas de reforço de pelo menos um painel de pavimentação compósito.

Além do mais, um material de pavimentação pode ser anexado
5 to um ou mais das primeiras travessas dos painéis de pavimentação compósitos. Qualquer material de pavimentação adequado pode ser usado na invenção. Materiais de pavimentação adequados são materiais que podem ser anexados nos elementos transversais e cobrir pelo menos uma porção do painel de polímero expandido. Materiais de pavimentação adequados incluem,
10 mas sem limitações, compensado, pranchas de madeira, seções de pavimentação de macho e fêmea, folha metálica, folhas de plástico estrutural, pedra, cerâmica, cimento, concreto e suas combinações.

Uma modalidade da invenção diz respeito a um painel de pavimentação ou pré-moldado isolado para ser levantado ou seja adaptadas
15 para agir como um viga I de fôrma de concreto de baixo peso. Conforme mostrado na figura 20, o painel de viga I 140 inclui fôrma de polímero expandido 142 (corpo central) e caibros de metal embutidos 144 e 146 (barras de reforço embutidas). A fôrma de polímero expandido 142 inclui aberturas 148 que atravessam todo ou parte do comprimento da fôrma de polímero
20 expandido 142. Os caibros de metal embutidos 144 e 146 têm extremidades embutidas 152 e 156 respectivamente ficam em contato com a face interna 150 da fôrma de polímero expandido 142. Os caibros de metal embutidos 144 e 146 também têm extremidades expostas 158 e 160 respectivamente que se estendem da face externa 162 da fôrma de polímero expandido 142.

25 A fôrma de polímero expandido 142 pode ter uma espessura, medida como a distância da face interna 150 até a face externa 162, de dimensões similares às relativas ao painel de polímero expandido 92.

Extremidades expostas 158 e 160 se estendem pelo menos 1, em alguns casos pelo menos 2, e em outros casos pelo menos 3 cm para fora

da face externa 162 da fôrma de polímero expandido 142. Também, as extremidades expostas 158 e 160 podem estender-se até 60, em alguns casos até 40, e em outros casos até 20 cm para fora da face externa 162 da fôrma de polímero expandido 142. Extremidades expostas 158 e 160 qualquer das distâncias, ou podem variar entre quaisquer das distâncias supracitadas da face externa 100.

Em uma modalidade da invenção, caibros de metal embutidos 144 e 146 têm uma forma seccional transversal que inclui comprimentos de embutimento 164 e 166, as extremidades embutidas 152 e 156 e as extremidades expostas 158 e 160. A orientação dos caibros de metal embutidos 144 e 146 é referenciada pela direção das extremidades abertas 168 e 170. Em uma modalidade da invenção, as extremidades abertas 168 e 170 são orientadas uma para a outra. Nesta modalidade, o painel de viga I 140 é adaptado para ser embutido em concreto de baixo peso que pode ser aplicado na face externa 162.

O espaçamento entre cada um caibros de metal embutidos 144 e 146 pode ser descrito com relação aos caibros de metal embutidos 344 e 346.

As aberturas 148 podem ter várias formas seccionais transversais e espaçamento e área seccional transversal similares aos descritos com relação às as aberturas 348 no corpo de polímero expandido 342.

Conforme mostrado na figura 20, o painel de polímero expandido 140 tem um comprimento finito e tem uma extremidade terminal macho 170 que inclui borda dianteira 172 e borda de saída 174 e uma extremidade de recebimento 176 que inclui seção rebaixada 178, que é adaptada para receber a borda dianteira 172, e borda saliente 180. Tipicamente, comprimentos de painéis de viga I 140 são interconectados inserindo-se uma borda dianteira 172 por um primeiro painel de viga I 140 em uma seção rebaixada 178 de um segundo painel de viga I. Desta maneira, um

maior telhado, teto, seção de pavimentação ou parede contendo qualquer quantidade de painéis de viga I pode ser montada e/ou arranjada. A largura do painel de viga I 140, medida como a distância da borda saliente 180 até a borda de saída 174, pode ser tipicamente pelo menos 20, em alguns casos pelo menos 30, e em outros casos pelo menos 35 cm e pode ser até 150, em alguns casos até 135, e em outros casos até 125 cm. A largura do painel de viga I 140 pode ser qualquer valor, ou pode variar entre quaisquer dos valores supracitados.

O painel de viga I 140 inclui canal da viga I 182. O presente painel de viga I é vantajoso, quando comparado com sistemas da tecnologia anterior em que a conexão entre painéis adjacentes na tecnologia anterior é provida ao longo da seção fina de polímero expandido abaixo do canal da viga I 182. A borda fina resultante é propensa a danos e/ou quebra durante transporte e manuseio. O painel de viga I da presente invenção elimina este problema pela moldagem do canal da viga I, eliminando a exposição de uma seção de borda fina a danos potenciais.

Em uma modalidade da invenção, barra de reforço ou outros vergalhões de reforço de concreto podem ser colocados no canal da viga I 182 a fim de aumentar a resistência e reforçar a viga I de concreto de baixo peso formada no canal da viga I 182.

Em uma outra modalidade da invenção mostrada na figura 21, em vez de canal da viga I 182, o painel de viga I 141 inclui canal 183. O canal 183 é adaptado para aceitar redes de condutos redondos ou outras partes e dispositivos mecânicos e de utilidade e/ou pode ser cheio com concreto de baixo peso supradescritos.

Um exemplo de sistema de viga I 200 de acordo com a invenção está mostrado na figura 22, onde quatro painéis de viga I 140 são conectados inserindo-se a borda dianteira 172 por um primeiro painel de viga I 140 em uma seção rebaixada 178 de um segundo painel de viga I. Concreto

de baixo peso é lançado, acabado e fixado para formar uma camada de concreto de baixo peso 202 que inclui vigas I de concreto de baixo peso 204, que são formadas em canais de viga I 182. A modalidade mostrada na figura 22 é uma modalidade alternativa, onde a direção do canal da viga I 182 de cada painel de viga I 140 fica voltada alternadamente para uma camada de concreto de baixo peso 202 e inclui viga I de concreto de baixo peso 204 ou fica voltada para fora da camada de concreto de baixo peso 202, e o canal da viga I 182 não contém concreto. Na modalidade da invenção, o painel da viga I voltado para fora pode ser painel de viga I 141. Alternativamente, cada painel de viga I 140 poderia ficar voltado para a camada de concreto de baixo peso 202 e incluem viga I de concreto de baixo peso 204.

Em uma modalidade mostrada, as extremidades expostas 158 e 160 são tanto embutidas na camada de concreto de baixo peso 202 como são expostas. As extremidades expostas 158 e 160 são disponíveis como pontos de anexação para uma superfície de acabamento 210, que podem incluir madeira, plástico rígido, painéis de madeira, painéis de concreto, cimentos painéis, parede de gesso, placa de reboco, placas de material particulado, painéis de plástico rígidos, artigos de construção de concreto de baixo peso aqui descritas, ou qualquer outro material adequado com funções de decoração e/ou estruturais ou outros substratos de construção 210. A anexação é tipicamente realizada pelo uso de parafusos, pregos, adesivo ou outros prendedores conhecidos na tecnologia.

Em uma modalidade da invenção, o sistema de viga I 200 é montado em uma superfície plana e uma primeira extremidade é levantada, enquanto uma segunda extremidade permanece estacionária, resultando na orientação do sistema de viga I 200 no geral perpendicular à superfície plana e montada "levantando uma parede pré-moldada" supradescrita.

Em uma outra modalidade da invenção, o sistema de viga I 200 pode ser usado como um telhado em uma estrutura ou um piso em uma

estrutura.

No geral, o sistema de pavimentação forma um plano que se estende lateralmente de uma fundação e/ou uma parede estrutural.

As figuras 23 e 24 mostram sistemas de pavimentação 140 e 141. respectivamente. O sistema de pavimentação 140 é estabelecido colocando em contato a borda dianteira 93 com seção rebaixada 99 para formar um piso contínuo 142. Recursos iguais dos painéis de pavimentação individuais são rotulados da maneira indicada anteriormente. Conforme descrito anteriormente vários tipos de fôrmas de redes de podem ser presos no espaço definido pela superfície inferior 100 do painel de polímero expandido 92 e as extremidades expostas 108 e 110 e segundos elementos transversais 128 e 129 dos barrotes de metal embutidos 94 e 96. Como exemplos não limitantes, o duto de ventilação retangular 147 está mostrado na figura 23 e o duto de ar circular 148 está mostrado na figura 24.

Modalidades da presente invenção proporcionam um painel de construção compósito que inclui um corpo central, de forma substancialmente paralelepipedica, contendo uma matriz de polímero expandido conforme descrito anteriormente tendo faces opostas, uma superfície superior e uma superfície inferior oposta; pelo menos um caibro estrutural embutido que se estende longitudinalmente através do corpo central entre as faces opostas, tendo uma primeira extremidade embutida na matriz de polímero expandido, uma segunda extremidade que se estende para fora da superfície inferior do corpo central, e um ou mais furos de expansão localizados no caibro embutido entre a primeira extremidade do caibro embutido e a superfície inferior do corpo central, onde o corpo central contém uma matriz de polímero que se expande através dos furos de expansão; e a camada de concreto de baixo peso cobre pelo menos uma porção da superfície superior e/ou superfície inferior.

A modalidade da invenção mostrada na figura 24 mostra um exemplo de uso de combinações dos painéis compósitos aqui descritos e

combinação de recursos dos vários painéis. Esta modalidade combina painel de viga I 140 e painel de pavimentação 92 (mostrado como 92 e 92A). Nesta modalidade, a extremidade de recebimento 176 do painel de viga I 140 aceita a borda dianteira 93 do painel de pavimentação 92 e a seção rebaixada 99 do
5 painel de pavimentação 92A aceita a borda dianteira 172 de painel de viga I 140 para fornecer conexões de macho e fêmea para estabelecer o sistema de pavimentação contínuo 141. Nesta modalidade, rede de conduto circular 148 é instalado ao longo da superfície inferior 100 do painel de pavimentação 92 entre barrotes de metal embutidos 94 e 96. Nesta modalidade, o material de
10 pavimentação é a presente composição de concreto de baixo peso como a camada 145, que cobre a superfície superior 102 de painéis de pavimentação 92 e 92A e a face externa 162 do painel de viga I 140. O canal da viga I 182 se estende da face externa 162 e é aberto para ela e é cheio com concreto de baixo peso e a espessura de camada de concreto 145 é suficiente para revestir
15 extremidades expostas 158 e 160 do painel de viga I 140. A combinação mostrada nesta modalidade fornece um sistema de pavimentação de concreto isolado onde utilidades pode passar sob uma camada de isolamento.

Conforme mostrado na modalidade da figura 23, a camada de a presente composição de concreto de baixo peso 149, com uma superfície
20 exposta entalhada, cobre unidades de pavimentação 90. Na modalidade alternativa (não mostradas) um compensado, plástico, placas de material particulado ou outro subpiso adequado pode ser anexado nas primeiras travessas 124 e 126 e a composição da camada de concreto de baixo peso 149 aplicada.

25 Conforme mostrado na figura 25, uma extremidade dos barrotes de metal embutidos 94 e 96 é assentada e anexada em um aro do barrote 122 e um segundo aro do barrote é anexado na outra extremidade dos barrotes de metal embutidos 94 e 96. A camada de concreto de baixo peso 149, como um piso, pode ser aplicada sobre elementos transversais 124 e/ou

126.

Referindo-se à figura 25, barrotes de metal embutidos 94 e 96 têm furos de utilidade 127 espaçados ao longo de seu comprimento. Furos de utilidade 127 são usados para acomodar fiação para eletricidade, telefone, televisão a cabo, auto-falantes e outros dispositivos eletrônicos. Furos de utilidade 127 podem ter várias formas seccionais transversais, exemplos não limitantes sendo redonda, oval, elíptica, quadrada, retangular, triangular, hexagonal ou octogonal. As áreas seccionais transversais dos furos de utilidade 127 pode também variar independentemente umas das outras, ou elas podem ser uniformes. As áreas seccionais transversais dos furos de utilidade 127 é limitada pelas dimensões dos barrotes de metal embutidos 94 e 96, os furos de utilidade 127 se enquadrarão nas suas dimensões e não prejudicarão significativamente sua integridade estrutural e resistência. As áreas seccionais transversais dos furos de utilidade 127 pode ser independentemente pelo menos 1, em alguns casos pelo menos 2, e em outros casos pelo menos 5 cm e pode ser até 30, em alguns casos até 25, em outros casos até 20 cm². As áreas seccionais transversais dos furos de utilidade 127 pode ser independentemente qualquer valor, ou pode variar entre quaisquer dos valores supracitados.

Furos de expansão 113, mencionados anteriormente, são usados em que, à medida que o corpo de polímero expandido 92 é moldado, a matriz de polímero se expande através dos furos de expansão 113 e o polímero em expansão funde-se. Isto permite que uma matriz de polímero envolva e mantenha os caibros embutidos 94 e 96 por meio da fusão no polímero em expansão. Na modalidade da invenção, furos de expansão 113 podem ter a flangeados e em muitos casos, uma superfície de flange laminada para fornecer maior resistência aos caibros de metal embutidos.

Em uma modalidade da invenção, o sistema de pavimentação pode ser colocado em uma fundação. Entretanto, em virtude de fundações

raramente serem perfeitamente niveladas, uma pista de nível pode ser anexada na fundação antes da colocação do sistema de pavimentação. A pista de nível inclui uma superfície superior que tem um comprimento e dois trilhos laterais que se estendem de bordas opostas da superfície superior, onde a largura da superfície superior é maior que a largura da fundação e o comprimento da superfície superior é no geral cerca do mesmo comprimento da fundação. A pista de nível é no geral anexada na fundação colocando uma pista de nível sobre a fundação com os trilhos laterais no geral fazendo contato com os lados da fundação, situando a superfície superior de maneira tal que ela se ajuste ao nível e anexando permanentemente uma pista de nível na fundação. Um barrote de aro pode ser usado para ajudar anexar a superfície superior em uma extremidade da pluralidade de painéis de pavimentação compósitos.

Mais particularmente, a pista de nível 128 pode ser anexada na fundação 130 antes da colocação do sistema de pavimentação (ver figuras 25 e 26). A pista de nível 128 pode ser colocada na fundação 128 e nivelada. O nível é feito permanente prendendo a pista de nível 128 na fundação 130 usando prendedores 131 (pregos mostrados, embora parafusos ou outros dispositivos adequados possam ser usados) por meio de furos de fixação 132. Parafusos 133 podem também ser usados para anexar a pista de nível 128 na fundação 130 por meio de furos de parafuso 135. Alguns furos de parafuso 135 podem ser usados em conjunto com parafusos 133 para anexar uma virola inferior do aro do barrote 122 na a pista de nível 128. Parafusos 133 podem também manter a posição de nível da a pista de nível 128 até que se consiga um posicionamento mais permanente. Alternativamente ou além do mais argamassa pode ser aplicada por meio de furos de argamassa 134 para preencher o espaço entre a pista de nível 128 e o topo de fundação 130. Depois que a pista de nível 128 tiver sido anexada e/ou a argamassa tiver endurecido suficientemente, o sistema de pavimentação pode ser preso na fundação.

A pista de nível 128 inclui trilhos laterais 137, que são adaptados para estender-se sobre uma parte da fundação 130. A largura da pista de nível 128 é a distância transversal da porção superior da pista de nível 128 de um trilho lateral 138 ao outro. A largura da pista de nível 128 é tipicamente ligeiramente maior que a largura de fundação 130. A largura da pista de nível 128 pode ser pelo menos 10 cm, em alguns casos pelo menos 15 cm, em outros casos pelo menos 20 cm e em algumas ocorrências pelo menos 21 cm. Também, a largura da pista de nível 128 pode ser até 40 cm, em alguns casos até 35 cm, e em outros casos até 30 cm. A largura da pista de nível 128 pode ser qualquer valor, ou pode variar entre quaisquer dos valores supracitados.

O comprimento do trilho lateral 137 é a distância que ele se estende de uma porção superior da pista de nível 128 e é de comprimento suficiente para permitir o devido nivelamento da pista de nível 128 e anexação na fundação 130 por meio de prendedores 131 e furos de fixação 132. O comprimento do trilho lateral 137 pode ser pelo menos 4 cm, em alguns casos pelo menos 5 cm, e em outros casos pelo menos 7 cm. Também, o comprimento do trilho lateral 137 pode ser até 20 cm, em alguns casos até 15 cm, e em outros casos até 12 cm. O comprimento do trilho lateral 137 pode ser qualquer valor, ou pode variar entre quaisquer dos valores supracitados.

Um sistema de parede 50 pode ser anexado ou montado em uma camada de concreto de baixo peso 149 conforme mostrado na figura 25, In sistema de parede 50, uma extremidade inferior dos caibros de metal 14 e 16, parcialmente embutida no corpo do polímero 14 é assentada e anexada na pista inferior 44 e na pista de deslizamento superior (não mostradas). Esta configuração leva à formação do canal inferior 52.

Na modalidade da invenção, a composição LWC é formada, fixada e/ou endurecida na forma de um painel de construção, sem o uso de um painel de construção pré-formado supradescritos. Nesta modalidade, o painel

de construção pode ser adaptado para uso em um piso, parede, teto ou telhado.

Além do mais, as composições LWC da invenção podem ser usadas como um gesso ou como uma argamassa, sendo aplicada por qualquer meio bem conhecido pelos versados na técnica de edificação; como um placa
5 de parede, do tipo prensado de construção em que o material endurecido é prensado papel devidamente resistente ou outro material de construção; como ladrilhadores para calçadas, garagens particulares e similares; como um material de despejo para calçadas, garagens particulares e similares; como um material de despejo monolítico para pisos de edifícios; como chaminés ou
10 lareiras; como tijolos; como assentadores de telhado; como material de despejo monolítico sistemas de pavimentação de aquecimento radiante; como blocos para paredes de retenção de jardinagens; como sistemas concreto protendido de parede; como sistemas de parede pré-moldada levantada, isto é onde um componente da parede é lançado no canteiro e em seguida erguida
15 quando endurecida; e como argamassa de pedreiro.

Em uma modalidade da invenção, as composições de concreto de acordo com a invenção são formadas, fixadas e/ou endurecidas em uma fôrma de uma unidade de maçonaria de concreto. Na forma aqui usada, o termo "unidade de maçonaria de concreto" refere-se a um artigo de concreto
20 oco ou sólido incluindo, mas sem limitações, variedades de pedras riscadas, facetadas, nervuradas, caneladas, de face redonda, de desabamentos e de pavimentação. Modalidades da invenção proporcionam paredes que incluem, pelo menos em parte, unidades de maçonaria de concreto feitas de acordo com a invenção.

25 Em uma modalidade da invenção, os artigos e materiais de construção moldados e unidades de maçonaria de concreto supradescritos são capazes de receber e reter prendedores penetrantes, exemplos não limitantes de tais incluem pregos, parafusos, grampos e similares. Isto pode ser benéfico em que coberturas superficiais podem ser anexadas diretamente nos artigos e

materiais de construção moldados e artigos e materiais de construção moldados de unidades de maçonaria de concreto e unidades de maçonaria de concreto.

Em uma modalidade da invenção, um parafuso de parede de gesso padrão de 2 1/2 polegadas (63,5 milímetros) pode ser aparafusado em uma superfície lançada e fixada contendo a presente composição de concreto de baixo peso a uma profundidade de 1 1/2 polegada (38,1 milímetros), e não é removida quando uma força de pelo menos 500 (226,8 kgf), em alguns casos pelo menos 600 (272,2 kgf) e em outros casos pelo menos 700 (317,5 kgf) e até 800 libras-força (362,9 kgf) é aplicada perpendicular à superfície aparafusada por um, em alguns casos cinco e em outros casos dez minutos.

Modalidades da presente invenção proporcionam unidades estruturais de baixo peso tais como material acartonado de gesso e similares. Essas unidades incluem um núcleo de material de cimento conforme descrito anteriormente coberto pelo menos nas suas duas superfícies principais por papéis de cobertura ou de rosto que são colados no núcleo de cimento curado. Embora o produto a ser fabricado possa ser descrito como um material acartonado de gesso em que o material de cimento de base é alguma forma de composição de gesso ou combinações de composições de gesso, deve-se entender que, para diferentes aplicações, outras formas de material de cimento, tais como argamassa de Paris, gesso, cimentos de todos os tipos podem ser usados para fabricar outros produtos e se enquadram no escopo da presente invenção.

Na forma aqui usada, o termo "gesso" refere-se ao mineral gesso tal como encontrado na natureza, e é basicamente sulfato de cálcio diidratado ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) e "composições de gesso" refere-se a composições e/ou misturas que contêm gesso. Para fazer material acartonado de gesso, o mineral é moído e calcinado para que ele basicamente o hemiídrato de sulfato de cálcio ($\text{CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$) e denotado como hemiídrato, gesso ou gesso

calcinado. Se a desidratação for completa, sulfato de cálcio (CaSO_4).

Modalidades da invenção permitem produzir um núcleo de baixo peso para uma unidade estrutural que inclui as seguintes combinações de materiais:

5 (1) uma composição de gesso de base que inclui gesso calcinado;

 (2) partículas de polímero com um tamanho de partícula médio de 0,2 mm a 8,0 mm e uma densidade aparente de 0,03 g/cm³ a 0,64 g/cm³ supradescritos;

10 (3) opcionalmente um agente tensoativo;

 (4) opcionalmente um agente de espumação adequado para uso com látex;

 (5) opcionalmente um componente de formação de filme, tal como a látex;

15 (6) opcionalmente uma composição de amido, e

 (7) opcionalmente água, mais outros aditivos que possam ser desejados.

 A lama ou mistura pode ser preparada pela adição a um vaso adequado de uma parte da água, um ou mais agentes tensoativos e um agente
20 de espumação que, mediante agitação forma um vapor. Depois de deixar que ar apropriado seja aprisionado, o látex e amido podem ser adicionados. Durante continuidade da agitação, o gesso é adicionado lentamente para impedir consolidação ou conglomeração, e em seguida o equilíbrio de uma quantidade predeterminada de água é adicionada. A isto, as partículas de
25 polímero são adicionadas com movimentação ou agitação continuada para se obter uma mistura homogênea estável. Quando ela servir a um propósito vantajoso, a ordem de adição pode variar.

 Em uma modalidade da invenção, as partículas de polímero podem ser adicionadas ao material a base de gesso a cerca de 0,1 até cerca de

3% em peso do gesso, em alguns casos de cerca de 0,5 a cerca de 3 por cento em peso, de cerca de 10 a cerca de 60 por cento em volume do material a base de gesso, ou nos níveis supradefinidos.

5 O látex pode ser usado a cerca de 0,1 a cerca de 5,0 por cento em peso de gesso e em alguns casos de 1 a 3 por cento em peso.

Em uma modalidade da invenção, o látex contém um copolímero de estireno butadieno, a homopolímero ou copolímero de acetato de vinila, um exemplo não limitante sendo uma copolímero de etileno acetato de vinila, ou suas combinações.

10 O agente tensoativo e/ou agente de espumação, quando usado como um aditivo simples ou combinado, pode ser usado a cerca de 0,075% a cerca de 0,3% em peso de gesso, em alguns casos cerca de 0,1 a 0,2 por cento em peso, em modalidades particulares, é usado lauril sulfato de magnésio.

15 O amido pode ser usado a cerca de 0,5 a cerca de 3,0% em peso de gesso, e em alguns casos a cerca de 1 a cerca de 2 por cento em peso. Gesso, calcário e/ou dolomita podem dar o equilíbrio da formulação.

20 Vantajosamente, as partículas de polímero não somente reduzem o peso do material acartonado, mas aumentam o valor isolante e, reduzindo a quantidade de gesso, elas reduzem a exigência de água na formulação. Assim, uma vantagem da presente invenção é que a mistura de gesso ou lama exige muito pouco ou nenhuma água em excesso que é exigida para a devida hidratação. Adicionalmente, o teor de água total no material a base de gesso pode ser o mais baixo praticável, da ordem de cerca de 50 a 60% em peso de hemiídrato, tendo-se em mente que é desejável usar somente
25 o excesso de água em relação à exigida para reagir com o de cimento compósito necessário para fornecer a mistura escoável homogênea desejada que pode ser facilmente colocada em um molde ou outros meios para produzir núcleos de cimento de baixo peso para material acartonado.

A densidade, diâmetro e volume de partícula de prepuff ou

polímero podem variar para fornecer propriedades visadas e/ou de outra forma desejáveis à composição de gesso. Isto permite a produção por engenharia de características específicas em placa de reboco, material acartonado ou outros produtos feitos da presente composição de gesso de
5 baixo peso, exemplos não limitantes sendo resistência ao fogo, valor de isolamentos, resistência ao cisalhamento e/ou resistência a fixação de prendedores e rasgamento.

Uma vantagem da presente invenção é o tamanho e distribuição das partículas de polímero mais uniforme no material acartonado ou material de gesso do que em tentativas da tecnologia anterior incluindo
10 partículas expandidas no material acartonado e/ou composições. Adicionalmente, a presença das partículas de polímero fornece maior resistência bem como flexibilidade ao material acartonado. No produto final, isto se apresenta como um aumento na resistência compressiva, bem como
15 resistência à flexão.

Em uma modalidade da invenção, quando material acartonado contendo a composição de gesso supradescrita é exposta a extremo calor e/ou
chamas, resulta em uma estrutura tipo colméia que pode manter grande parte da resistência de uma placa de parede. Isto pode ser vantajoso no aumento do
20 tempo de vida até a falha, que favorece estruturas feitas usando tais materiais.

Em uma modalidade da invenção, um polegada parafuso de parede de gesso padrão de 1 1/4" (31,75 mm) pode ser aparafusado no presente material acartonado ou material de gesso de baixo peso a uma profundidade de 1/2 polegada (12,7 milímetros), e não é removido quando
25 uma força de pelo menos 500 (226,8 kgf), em alguns casos pelo menos 600 (272,2 kgf) e em outros casos pelo menos 700 (317,5 kgf) e até 800 libras-força (362,9 kgf) é aplicada perpendicular à superfície aparafusada por um, em alguns casos cinco e em outros casos dez minutos.

Na modalidade da invenção, material acartonado contendo a

composição de gesso supradescrita tem uma resistência compressiva mínima de pelo menos 300 psi (21,1 kgf/cm²), em alguns casos pelo menos 400 psi (28,1 kgf/cm²), em outros casos pelo menos 500 psi (35,2 kgf/cm²), em algumas ocorrências pelo menos 600 psi (42,2 kgf/cm²), e em outras
5 ocorrências pelo menos 700 psi (49,2 kgf/cm²). As resistências compressivas são determinadas de acordo com ASTM C39.

A presente invenção também diz respeito a edifícios que incluem as composições LWC de acordo com a invenção.

A presente invenção também fornece um método de fabricar
10 um artigo de concreto de baixo peso otimizado que inclui:

identificar as propriedades de densidade e resistência desejadas de uma composição de concreto de baixo peso fixada;

determinar o tipo, tamanho e densidade de contas de polímero a ser expandidas para uso na composição de concreto de baixo peso;

15 determinar o tamanho e densidade das contas de polímero a ser expandidas;

expandir as contas de polímero para formar contas de polímero expandidas;

20 dispersar as contas de polímero expandidas em uma mistura de cimento para formar a composição de concreto de baixo peso; e

deixar que a composição de concreto de baixo peso fixe em uma fôrma.

As propriedades de densidade e resistência desejadas da composição LWC fixada e/ou endurecida são determinadas com base na sua
25 aplicação visada.

Em uma modalidade da invenção, o tipo, tamanho e densidade de contas de polímero a ser expandidas e o tamanho e densidade o contas de polímero a ser expandidas podem ser determinadas com base em dados empíricos e/ou publicados.

Em uma outra modalidade da invenção, análise de elementos finitos pode ser usada para determinar o tipo, tamanho e densidade de contas de polímero a ser expandidas e o tamanho e densidade o contas de polímero a ser expandidas.

5 A composição de concreto de baixo peso resultante é deixada fixar e/ou endurecer para fornecer artigos LWC e unidades de maçonaria de concreto supradescritos.

A presente invenção será adicionalmente descrita pela referência aos exemplos seguintes. Os exemplos seguintes são meramente
10 ilustrativos, e não têm objetivo de limitação. A menos que de outra forma indicada, todas as porcentagens são em peso, e cimento Portland é usado, a menos que de outra forma especificado.

EXEMPLOS

A menos que de outra forma indicada, os materiais seguintes
15 foram utilizados:

- Cimento Portland tipo III (CEMEX, &A. de C.V., MONTERREY, MEXICO).
- Mason Sand (165 pcf ou 2,64 g/cm³ densidade aparente / 2,64 peso específico)
- 20 • Água potável - temperatura ambiente (-70°F / 21 °C)
- Poliestireno expansível - M97BC, F271C, F271M, F271T (NOVA Chemicals Inc., Pittsburgh, PA)
- Resina EPS -1037C (NOVA Chemicals, Inc.)
- Estado Expandido 1/2 polegada (12,7 milímetros) (Carolina Stalite
25 Company, Salisbury, NC – 89,5 pcf ou 1,43 g/cm³ densidade aparente / 1,43 peso específico).

A menos que de outra forma indicada, todas as composições foram preparadas sob condições de laboratório usando uma misturadora modelo 42N-5 (Charles Ross & Son Company, Hauppauge, NY) tendo um
30 corpo de capacidade funcional 198 litros com uma pá de um único eixo. A

misturadora foi operada a 34 rpm. O condicionamento foi realizado em uma Câmara de Temperatura e Umidade LH-10 (fabricada por Associated Environmental Systems, Ayer, MA). As amostras foram moldadas em moldes de cilindro de plástico descartáveis de 6" x 12" (152,4 x 304,8 mm) com

5 tampas chatas e foram testadas em triplicata. O teste de compressão foi realizado em um Forney FX250/300 Compression Tester (Forney Incorporated, Hermitage, PA), que aplica hidraulicamente uma carga vertical a uma velocidade desejada. Outros materiais periféricos (cone de abatimento, vergalhões de obstrução, etc.) anexados no método de teste ASTM aplicável.

10 Os métodos e procedimentos de teste ASTM foram seguidos:

- ASTM C470 Standard Specification for Molds for Forming Concrete Test Cylinders Vertically
- ASTM C192 - Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Laboratory
- 15 • ASTM C330 - Standard Specification for Lightweight Aggregates for Structural Concrete
- ASTM C511 * Standard Specification for Mixing Rooms, Moist Cabinets, Moist Rooms, and Water Storage Tanks Used in the Testing of Hydraulic Cements and Concretes
- 20 • ASTM C143 - Standard Test Method for Slump of Hydraulic-Cement Concrete
- ASTM C1231 - Standard Practice for Use of Unbonded Caps in Determination of Compressive Strength of Hardened Concrete Cylinders
- 25 • ASTM C39 - Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

Cilindros foram mantidos tampados e em condições de laboratório ambientes por 24 horas. Todos os cilindros foram então envelhecidos por mais 6 dias a $23 \pm 2^\circ\text{C}$, 95% umidade relativa. Os corpos de

prova foram então testados.

Exemplo 1

Poliestireno na forma de conta não expandida (M97BC – 0,65 mm, F271T – 0,4 mm, e F271 M – 0,33 mm) foi pré-expandido em partículas de espuma EPS (prepuff) de variadas densidades mostradas na tabela a seguir.

Conta	Conta	Partícula Prepuff		
Tipo	Tamanho médio, μm	densidade aparente, lb/ft^3 (0,016 g/cm^3)	Tamanho médio, μm	Desvio padrão, μm
F271M	330	2,32	902	144
F271M	330	3,10	824	80
F271M	330	4,19	725	103
F271T	400	2,40	1027	176
F271T	400	3,69	1054	137
F271T	400	4,57	851	141
M97BC	650	2,54	1.705	704
M97BC	650	3,29	1.474	587
M97B0	650	5,27	1.487	584

O dados mostram que o tamanho de partícula de prepuff varia inversamente com a densidade do material expandido.

Exemplo 2

Poliestireno na forma de conta não expandida (0,65 mm, 0,4 mm e 0,33 mm) foi pré-expandido em partículas de prepuff com uma densidade aparente de 2 lb/ft^3 (3,2 g/cm^3) mostrada na tabela a seguir. As partículas de prepuff foram formuladas em uma composição LWC em uma misturadora rotativa de 3,5 pés cúbicos (0,1 m^3), que inclui 46,5 % em peso (25,3 vol.%) cimento Portland, 16,3 % em peso (26,3 vol.%) água, e 1,2 % em peso (26,4 vol.%) partículas de prepuff. As composições LWC resultantes tiver uma densidade de concreto de 90 lb/ft^3 (144 g/cm^3). A resistência compressiva média (determinada de acordo com ASTM C39, teste de ruptura do dia sete) está mostrado na tabela a seguir.

Conta	Partícula Prepuff	Concreto	
Tamanho médio, μm	Densidade aparente, lb/ft^3 (0,016 g/cm^3)	densidade, lb/ft^3 (0,016 g/cm^3)	Resistência compressiva, psi (6.9 kPa)
650	2,00	90	1.405
400	2,00	90	1.812
330	2,00	90	1.521

O dados mostram que, à medida que o tamanho de conta expandida médio diminui, a uma densidade de partícula de prepuff constante, não resulta necessariamente em uma maior resistência compressiva surpreendentemente de um tamanho de conta expandida cada vez menor, conforme sugerido na tecnologia anterior. Mais particularmente, os dados mostram que um tamanho da conta expandida ideal em relação à resistência compressiva a 2,00 pcf (0,032 g/cm³) existe quando carregado para obter 90 pcf (1,44 g/cm³) de densidade de concreto. Este ideal parece estar entre 330 microns e 650 microns para esta formulação particular.

Exemplo 3

Uma vez que a densidade de partícula de prepuff também tem impacto na densidade de concreto geral, mudança na densidade de EPS exige uma mudança no nível de carregamento de EPS de forma a manter uma densidade de concreto constante. Este relacionamento se mantém somente desde que a quantidade de partículas de prepuff total não seja muito grande de maneira a comprometer a resistência da matriz de concreto em volta. O relacionamento entre a densidade de partícula de prepuff e o nível de carregamento fornece oportunidades adicionais de otimizar a resistência do concreto, controlando ao mesmo tempo a densidade de concreto geral.

Poliestireno na forma de conta não expandida (0,65 mm) foi pré-expandido em partículas de prepuff tendo variadas densidades mostradas na tabela a seguir. As partículas de prepuff foram formuladas nas composições LWC contendo os componentes mostrados na tabela a seguir, em uma misturadora rotativa de 3,5 pés cúbicos (0,1 m³), e cada qual com uma densidade de concreto de 90 lb/ft³ (144 g/cm³).

	Amostra A	Amostra B	Amostra C
Densidade aparente da Partícula Prepuff (lb/ft ³) ou (0,016 g/cm ³)	1,26	3,29	5,37
Cimento Portland, % em peso (vol. %)	46,7 (28,5)	46,2 (22,1)	45,8 (18,9)
Água, % em peso (vol. %)	16,4 (29,8)	16,2 (23)	16,1 (19,7)
EPS, % em peso (vol. %)	0,7 (16,8)	1,8 (35,6)	2,6 (44,9)
Areia, % em peso (vol. %)	36,2 (24,9)	35,8 (19,3)	35,5 (16,5)

O tabela de dados seguinte representa numericamente o relacionamento entre densidade de prepuff e resistência do concreto a uma densidade de concreto constante de 90 lb/ft³ (144 g/cm³).

	Conta	Partícula Prepuff, μm	Concreto	Resistência
	Tamanho médio, μm	Densidade aparente, lb/ft ³ (0,016 g/cm ³)	densidade, lb/ft ³ (0,016 g/cm ³)	compressiva, psi 6.9 kPa)
Amostra A	650	1,26	90	1.463
Amostra B	650	3,29	90	1.497
Amostra C	650	5,37	90	2.157

Os dados mostram que, à medida que a densidade de partícula de prepuff aumenta, a resistência compressiva da composição LWC também aumenta a uma densidade de concreto constante.

Exemplo 4

Poliestireno na forma de conta não expandida (0,65 mm) foi pré-expandido em partículas de prepuff com uma densidade aparente de 1,1 lb/ft³ (16,02 kg/m³) mostrada na tabela 15 a seguir. As partículas de prepuff foram formuladas nas composições LWC, em uma misturadora rotativa de 3,5 pés cúbicos (0,1 m³), contendo os componentes mostrados na tabela a seguir.

	Amostra D	Amostra E	Amostra F	Amostra G
Densidade aparente da Partícula Prepuff (lb/ft ³) (0,016 g/cm ³)	1,1	1,1	1,1	1,1
Cimento Portland, % em peso (vol. %)	46,4 (22,3)	46,8 (21,6)	46,3 (18,9)	46,1 (16,6)
Água, % em peso (vol. %)	17 (24,3)	16,4 (22,5)	17 (20,6)	17 (18,2)
EPS, % em peso (vol. %)	0,6 (33,9)	0,6 (37)	0,9 (44)	1,1 (50,8)
Areia, % em peso (vol. %)	36 (19,5)	36,2 (18,9)	35,9 (16,5)	35,8 (14,5)

A tabela de dados seguinte representa numericamente o relacionamento entre densidade de prepuff e resistência do concreto a uma densidade de concreto constante de 90 lb/ft³ (144 g/cm³).

	Conta	Partícula Prepuff	Concreto	
	Tamanho médio, μm	Densidade aparente, lb/ft ³ (0,016 g/cm ³)	densidade, lb/ft ³ (0,016 g/cm ³)	Resistência compressiva, Psi (6,9 kPa)
Amostra D	650	1,1	93,8	1.900
Amostra E	650		89,6	1.252
Amostra F	650	1,1	80,9	982
Amostra G	650	1,1	72,4	817

Os dados mostram que, à medida que o carregamento de partícula Prepuff na composição LWC aumenta a uma densidade de partícula

de espuma constante, a densidade e resistência compressiva do concreto de baixo peso diminui.

Exemplo 5

5 Poliestireno na forma de conta não expandida (0,65 mm) foi pré-expandido em partículas de prepuff com várias densidades mostradas na tabela a seguir. As partículas de prepuff foram formuladas nas composições LWC, em uma misturadora rotativa de 3,5 pés cúbicos (0,1 m³), contendo os componentes mostrados na tabela a seguir.

	Amostra H	Amostra I	Amostra J	Amostra K
Densidade aparente da Partícula Prepuff (lb/ft ³) (0,016 g/cm ³)	1,1	2,3	3,1	4,2
Cimento Portland, % em peso (vol. %)	46,8 (21,6)	46,8 (26,8)	46,8 (28,4)	46,8 (29,7)
Água, % em peso (vol. %)	16,4 (22,5)	16,4 (28)	16,4 (29,6)	16,4 (31)
EPS, % em peso (vol. %)	0,6 (37)	0,6 (21,8)	0,6 (17,2)	0,6 (13,4)
Areia, % em peso (vol. %)	36,2 (18,9)	36,2 (23,4)	36,2 (24,8)	36,2 (25,9)

10 A tabela seguinte representa numericamente o relacionamento entre densidade de prepuff e resistência do concreto a um carregamento de prepuff de concreto constante com base no peso da formulação.

	Conta	Partícula Prepuff	Concreto	
	Tamanho médio, µm	Densidade aparente, lb/ft ³ (0,016 g/cm ³)	densidade, lb/ft ³ (0,016 g/cm ³)	Resistência compressiva, Psi (6,9 kPa)
Amostra H	650	1,1	89,6	1.252
Amostra I	650	2,32	109,6	1.665
Amostra J	650	3,1	111,7	2.965
Amostra K	650	4,2	116,3	3.045

15 Os dados mostram que, à medida que a densidade de partícula de prepuff na composição de concreto de baixo peso aumenta a carregamento de partícula Prepuff constante (em peso), a densidade e resistência compressiva do concreto de baixo peso aumentam.

Exemplo 6

20 Poliestireno na forma de conta não expandida (0,65 mm) foi pré-expandido em partículas de prepuff com várias densidades mostradas na tabela a seguir. As partículas de prepuff foram formuladas nas composições LWC, em uma misturadora rotativa de 3,5 pés cúbicos (0,1 m³), contendo os componentes mostrados na tabela a seguir.

	Amostra L	Amostra M
Densidade aparente de partícula Prepuff % em peso (vol. %)	1,1	3,1
Cimento Portland, % em peso (vol. %)	46,3 (18,9)	46,2 (21,4)
Água, % em peso (vol. %)	17 (20,6)	16,2 (22,3)
EPS, % em peso (vol. %)	0,9 (44)	1,8 (37,5)
Areia, % em peso (vol. %)	35,9 (16,5)	35,8 (18,7)

A tabela seguinte representa numericamente o relacionamento entre densidade de prepuff e a resistência do concreto a uma densidade de concreto constante.

	Conta	Partícula Prepuff	Concreto	
	Tamanho médio, μm	Densidade aparente, lb/ft^3 (0,016 g/cm^3)	densidade, lb/ft^3	Resistência compressiva, psi
Amostra L	650	1,1	80,9	982
Amostra M	650	3,1	79,8	1.401

Os dados mostram que, à medida que a densidade de partícula de prepuff na composição LWC aumenta, com a densidade de concreto constante, a resistência compressiva do LWC aumenta.

Exemplo 7

Poliestireno na forma de conta não expandida (0,65 mm) foi pré-expandido em partículas de prepuff com várias densidades mostradas na tabela a seguir, As partículas de prepuff foram formuladas nas composições LWC, em uma misturadora rotativa de 3,5 pés cúbicos (0,1 m^3), contendo os componentes mostrados na tabela a seguir.

	Amostra N	Amostra O
Densidade aparente da Partícula Prepuff (lb/ft^3)	3,9	5,2
Cimento Portland, % em peso (vol. %)	46 (21,5)	45,6 (21,4)
Água, % em peso (vol. %)	16,1 (22,4)	16 (22,3)
BPS, % em peso (vol. %)	2,3 (37,3)	3 (37,5)
Areia, % em peso (vol. %)	35,6 (18,8)	35,4 (18,7)

O tabela de dados seguinte representa numericamente o relacionamento entre densidade de prepuff e resistência do concreto a uma densidade de concreto constante,

	Conta	Partícula Prepuff	Concreto	
	Tamanho médio, μm	Densidade aparente, lb/ft^3 (0,016 g/cm^3)	Densidade aparente, lb/ft^3 (0,016 g/cm^3)	Resistência compressiva, psi (6,9 kPa)
Amostra N	650	3,9	85,3	1.448
Amostra O	650	5,2	84,3	1.634

Os dados mostram que, à medida que a densidade de partícula

de prepuff na composição LWC aumenta, com a densidade de concreto constante, a resistência compressiva do LWC aumenta.

Exemplo 8

Os exemplos seguintes demonstram o uso de ardósia expandida como um agregado em combinação com as partículas de prepuff da presente invenção.

Poliestireno na forma de conta não expandida foi pré-expandido em partículas de prepuff com várias densidades mostradas na tabela a seguir. As partículas de prepuff foram formuladas nas composições LWC, em uma misturadora rotativa de 3,5 pés cúbicos (0,1 m³), contendo os componentes mostrados na tabela a seguir.

Corridas de ardósia expandida /EPS misturadas	Exemplo P	Exemplo Q
Tamanho de conta médio, micron	0,33	0,4
Densidade aparente de Partícula Prepuff, pcf (0,016 g/cm ³)	5,24	4,5
Peso %		
Cimento	19,84%	21,02%
EPS	1,80%	1,44%
Ardósia expandida	42,02%	39,07%
Água	6,96%	7,36%
Volume %		
Cimento	9,53%	10,34%
EPS	22,71%	21,74%
Ardósia expandida	41,91 %	39,91 %
Água	9,95%	10,78%
Densidade de LWC (pcf) (0,016 g/cm ³)	90,9	93,7
Resistência de LWC (psi) (6,9 kPa)	1360,0	1800,0

Os dados mostram que o concreto de baixo peso desejável pode ser obtido usando o prepuff da presente invenção e ardósia expandida como agregados em composições de concreto de baixo peso.

Exemplo 9

Os exemplos seguintes demonstram o uso de ardósia expandida como um agregado usado em combinação com as partículas de

prepuff da presente invenção. Poliestireno na forma de conta não expandida foi pré-expandido em partículas de prepuff com várias densidades mostradas na tabela a seguir. As partículas de prepuff foram formuladas nas composições LWC, em uma misturadora rotativa de 3,5 pés cúbicos (0,1 m³), contendo os componentes mostrados na tabela a seguir,

	Exemplo R	Exemplo S	Exemplo T	Exemplo U	Exemplo V	Exemplo W
Tamanho de conta (mm)	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Densidade de prepuff (lb/ft ³ (0,016 g/cm ³))	40 (não expandido)	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4
Peso %						
Cimento	34,4%	35,0%	36,2%	37,3%	35,9%	37,1%
Areia	0,0%	23,2%	9,9%	0,0%	15,8%	1,9%
EPS	25,0%	1,5%	1,4%	0,6%	1,5%	1,3%
Ardósia	25,9%	26,3%	38,1%	47,1%	32,4%	44,7%
Água	14,6%	14,0%	14,5%	14,9%	14,4%	14,9%
Total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Água/cimento	0,43	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Volume %						
Cimento	15,8%	16,1%	16,1%	18,3%	16,1%	16,1%
Areia	0,0%	12,1%	5,0%	0,0%	8,0%	1,0%
EPS	39,5%	27,3%	24,4%	11,9%	26,4%	23,4%
Ardósia	24,7%	25,2%	35,3%	48,0%	30,3%	40,3%
Água	20,0%	19,2%	19,2%	21,8%	19,2%	19,2%
Total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Resistência compressiva (psi) (6,9 kPa)	3813	2536	2718	4246	2549	2516
densidade (pcf) (0,016 g/cm ³)	89,3	91,1	90,7	98,0	89,7	89,9

Exemplo 10,

Fôrmas de concreto de 4 polegadas (101,6 milímetros) de espessura e um pé quadrado (9,29 dm²) foram feitas lançando formulações preparadas de acordo com Exemplos X e Y na tabela a seguir em fôrmas e deixando as formulações fixarem por 24 horas.

Tamanho da conta (mm)	Exemplo X 0,4	Exemplo Y 0,65
Densidade de prepuff (lb/ft) (0,016 g/cm ³)	3,4	4,9
% em peso		
Cimento	35,0%	33,1%
Areia	23,2%	45,4%
EPS	1,5%	2,9%
Ardósia	26,3%	0,0%
Água	14,0%	13,2
Total	100,0%	
água/cimento	0,40	40,0%
Volume %		
Cimento	16,1%	16,0%
Areia	12,1 %	24,7%
EPS	27,3%	40,3%
Ardósia	25,2%	0,0%
Água	19,2%	19,1%
Total	100,0%	
resistência compressiva (psi) (6,9 kPa)	2.536	2.109
densidade (pcf)	91,1	90,6

Depois de 7 dias, a folha de compensado de um pé quadrado (9,29 dm²), 1/2 polegada (12,7 milímetros) foi presa diretamente no concreto formado. Um mínimo de penetração de uma polegada foi necessário para fixação adequada. Os resultados estão mostrados na tabela a seguir.

Prendedor	Exemplo X	Exemplo Y
pregos revestidos 7d		
anexação	Nenhuma penetração quando encontra ardósia	100% penetração e anexação
remoção	Facilmente removido	Não pode ser removido manualmente do concreto sem ajuda mecânica
parafuso de parede seca padrão de 2 1/2 polegadas (63,5 milímetros)		
anexação	Nenhuma penetração quando encontra ardósia	100% penetração e anexação. O parafuso quebrou antes do concreto falha
remoção	Facilmente removido	Não pode ser removido manualmente do concreto sem ajuda mecânica. O parafuso pôde ser removido e reinserido com pouca alteração na força de retenção.

5

Os dados demonstram que a presente composição de concreto de baixo peso, sem ardósia, fornece capacidade de pega superior com compensado usando prendedores padrões, comparada com formulações de ardósia expandida tradicional, ao passo que ardósia contendo concreto não

aceita facilmente prendedores. Isto representa uma melhoria em relação à tecnologia anterior, já que a prática demorada de fixar âncoras no concreto para permitir que os prendedores se fixem nele pode ser limitada.

Exemplo 11

5 Fôrmas de concreto de 4 polegadas (101,6 milímetros), um pé quadrado (9,29 dm²) foram feitas lançando as formulações dos Exemplos X e Y em fôrmas e deixando as formulações fixarem por 24 horas. Depois de 7 dias, uma folha de 1/2 polegada (12,7 milímetros), um pé quadrado (9,29 dm²), de folha de parede seca padrão foi presa diretamente no concreto

10 formado usando parafusos de parede seca padrões de 1 3/4 de polegada (44,45 milímetros). Um mínimo de penetração de parafuso de uma polegada foi necessário para fixação adequada. Os resultados estão mostrados na tabela a seguir.

Prendedor	Exemplo X	Exemplo Y
parafuso de parede seca padrão de 1 3/4 polegada (44,45 mm)		
anexação	Nenhuma penetração quando encontra ardósia	100% penetração e anexação. O parafuso pôde penetrar na parede de gesso.
remoção	Facilmente removido.	Não pôde ser removido manualmente do concreto sem ajuda mecânica. O parafuso pôde ser removido e inserido sem mudança da força de retenção.

Os dados demonstram que a presente composição de concreto

15 de baixo peso, sem ardósia, fornece capacidade de pega superior, comparada com formulações de ardósia expandida tradicionais, que não aceitam facilmente prendedores. Isto representa uma melhoria em relação à tecnologia anterior, já que a prática demorada de fixar caibros de fixação no concreto para permitir a anexação na parede de gesso pode ser eliminada.

Exemplo 12

20 Fôrmas de concreto de 4 polegadas (101,6 milímetros) de espessura e dois pés quadrados foram feitas lançando as formulações dos Exemplos X e Y em uma fôrma e deixando as formulações fixarem por 24

horas. Depois de 7 dias, um caibro de três pés (0,91 metros) de comprimento, 2" x 4" (50,8 x 101,6 mm) foi preso diretamente no concreto formado usando pregos 16d padrões. Um mínimo de penetração de duas polegadas foi necessário para fixação adequada. Os resultados estão mostrados na tabela a seguir.

Prendedor	Exemplo X	Exemplo Y
prego 16d		
anexação	Nenhuma penetração quando encontra ardósia	100% penetração e anexação.
remoção	Facilmente removido.	Pôde ser removido facilmente do concreto sem ajuda mecânica.

Os dados demonstram que a presente composição de concreto de baixo peso, sem ardósia, fornece capacidade de pega superior, comparada com formulações de ardósia expandida tradicionais, que não aceitam facilmente prendedores. Isto representa uma melhoria em relação à tecnologia anterior, já que a prática cara e demorada de usar TAPCON[®] (disponíveis pela Illinois Tool Works Inc., Glenview, Illinois) ou similar prendedores, âncoras condutoras, ou outros métodos conhecidos na tecnologia de fixação de caibros em concreto pode ser eliminada.

Exemplo 13

Concreto sem agregado adicional foi feito usando o ingredientes mostrados na tabela a seguir.

	Ex. AA	Ex. BB	Ex. CC	Ex. DD	Ex. EE	Ex. FF	Ex. GG	Ex. HH	Ex. II
Conta de Partida	F271T	F271C	M97BC	F271T	F271C	M97BC	F271T	F271C	M97BC
Tamanho de conta (mm)	0,4	0,51	0,65	0,4	0,51	0,65	0,4	0,51	0,65
Densidade (pcf) (0,016 g/cm³)	1,2	1,3	1,5	3,4	3,3	3,4	5,7	5,5	4,9
Tamanho de prepuff (mm)	1,35	1,56	2,08	0,87	1,26	1,54	0,75	1,06	1,41
Fator de expansão	48	48	48	18	18	18	12	12	12
% em peso									
Cimento	33,0	35,8	35,0	33,0	33,0	35,0	33,0	33,0	33,1
Areia	51,5	47,2	50,1	50,3	50,4	48,9	49,0	49,2	45,3
EPS	0,6	0,8	0,9	1,8	1,7	2,2	3,0	3,0	2,9
Água	14,9	16,1	14,0	14,8	14,8	14,0	14,9	14,8	13,2
Volume %									
Cimento	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0
Areia	28,1	23,7	25,8	27,5	27,5	25,2	26,8	26,9	24,7
EPS	34,5	38,8	39,1	35,1	35,1	39,8	35,8	35,7	40,2
Água	21,4	21,4	19,1	21,4	21,4	19,1	21,4	21,4	19,1
Resistência compressiva (psi) (6,9 kPa)	1750	1650	1720	1770	2200	1740	1850	2400	2100
Densidade (pcf) (0,016 g/cm³)	93	87	89	90	92	88	89	90	90

Os dados mostram que o tamanho de prepuff médio necessário para fornecer composições de máxima resistência compressiva depende, até certo ponto, do fator de expansão do prepuff. O foco no tamanho de prepuff médio sozinho não dá um bom indicador de máxima resistência potencial do concreto. Este ponto está ilustrado comprando os Exemplos BB e FF. O Exemplo FF (1,54 mm de tamanho) não dá máxima resistência compressiva a um fator de expansão de 18X, e também fica próximo da máxima resistência que pode ser obtida pelas contas expandidas 48X.

O uso de uma combinação de tamanho de prepuff e fator de expansão pode proporcionar um indicador para máxima resistência do concreto. Como um exemplo, o Exemplo AA (tamanho de prepuff, 1,35 mm e fator de expansão 48) fornece concreto com 93 pcf com uma resistência compressiva de 1.750 psi (12,07 MPa), ao passo que um prepuff de tamanho similar, Exemplo II (tamanho de prepuff 1,41 mm e fator de expansão 12) fornece concreto com 90 pcf, com uma resistência compressiva significativamente maior de 2.100 psi (14,5 MPa). Assim, menor tamanho de prepuff e um menor fator de expansão podem proporcionar maior resistência

compressiva na presente composição de concreto de baixo peso em uma faixa de tamanho de partícula de prepuff ideal.

Exemplo 14

Concreto com ardósia expandida como um agregado foi feito

5 usando os ingredientes mostrados na tabela a seguir.

	Ex. JJ	Ex. KK	Ex. LL	Ex. MM	Ex. NN	Ex. 00	Ex. PP	Ex. QQ	Ex. RR
Conta de Partida	F271T	F2717	F271T	F271T	F271T	F271T	F271T	F271T	F271T
Tamanho de conta (mm)	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Densidade (pcf) (0,016 g/cm ³)	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4
Tamanho de prepuff (mm)	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87
Fator de expansão	18	18	18	18	18	18	18	18	18
% em peso	35,9	33,0	30,5	35,9	33,0	30,6	35,9	33,0	30,6
Cimento	0	8,2	15,6	10,6	18,0	24,3	21,1	27,7	33,2
Areia	1,1	0,8	0,5	1,3	1,0	0,7	1,6	1,2	0,9
EPS	48,7	44,8	41,3	37,8	34,8	32,2	27,0	24,9	23,0
Água	14,4	13,2	12,2	14,4	13,2	12,2	14,4	13,2	12,2
Volume %	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0
Cimento	0	4,5	9,3	5,3	9,8	14,3	10,6	15,1	19,6
Areia	19,9	15,5	10,7	24,6	20,2	15,7	29,3	24,9	20,4
EPS	45,0	45,0	45,0	35,0	35,0	35,0	25,0	25,0	25,0
Água	19,1	19,1	19,1	19,1	19,1	19,1	19,1	19,1	19,1
Resistência compressiva (psi) (6,9 kPa)	3220	3850	4070	2440	2890	3745	2300	2625	3695
Densidade (pcf) (0,016 g/cm ³)	92,8	98,5	102,7	90,7	96,8	101,5	88,1	94,5	101,3

Os dados indicam que, embora o volume de EPS necessário para manter concreto com densidade aproximadamente 90 pcf diminui de forma ligeiramente linear à medida que a concentração de ardósia aumenta, a resistência do presente concreto de baixo peso aumenta exponencialmente à medida que a quantidade de ardósia na formulação aumenta. Este relacionamento salienta o impacto potencialmente significativo de incluir agregados na presente formulação de concreto de baixo peso e demonstra o potencial para otimizar a quantidade de EPS e agregados na formulação para maximizar a resistência a uma densidade desejada. Além do mais, o custo de vários componentes pode também ser incluído em um projeto como esse, e a formulação de concreto de baixo peso pode ser otimizada tanto para máxima resistência como custo mais baixo.

Exemplo 15

Concreto com EPS não expandido (1037C) e sem agregado adicional foi feito usando os ingredientes mostrados na tabela a seguir.

	Ex. JJ	Ex. KK	Ex. LL
Tamanho da conta (mm)	0,51	0,51	0,51
Densidade (pcf) (0,016 g/cm ³)	40	40	40
Fator de expansão % em peso	1	1	1
Cimento	38,7	33,0	28,8
Areia	0	21,6	37,8
EPS	43,9	30,4	20,4
Água	17,4	14,9	13,0
Volume %			
Cimento	16,0	16,0	16,0
Areia	0	11,8	23,6
EPS	62,6	50,7	38,9
Ardósia	21,4	21,4	21,4
Água	16,0	16,0	16,0
Resistência compressiva (psi) (6,9 kPa)	2.558	2.860	3.100
Densidade (pcf (0,016 g/cm ³))	76	89	100

Os dados mostram que contas de resina de poliestireno não expandido (~40 pcf ou 0,64 g/cm³ de densidade aparente) podem proporcionar a composição de concreto de baixo peso com resistência compressiva surpreendentemente alta 17,25 a 22,0 MPa (2.500-3.200 psi) a baixa densidade 1,2 a 1,6 g/cm³ (76 - 100 pcf).

Exemplo 16

Prepuff de conta F271T expandida a 1,2 lb/ft³ (3,2 g/cm³), conta F271C conta expandida a 1,3 lb/ft³ e conta M97BC expandida a 1,5 lb/ft³ foram avaliadas usando microscopia eletrônica de varredura (SEM). As células superficiais e internas de cada uma delas estão mostradas nas figuras 20 e 21 (F271 T), 22 e 23 (F271 C), e 24 e 25 (M97BC), respectivamente.

Conforme mostrado nas figuras 25, 27 e 29, a estrutura externa das partículas de prepuff foi no geral de forma esférica, tendo uma superfície externa ou pele contínua. Conforme mostrado nas figuras 26, 28 e 30, a estrutura celular interna das amostras de parece com uma estrutura tipo colméia.

O tamanho das partículas de prepuff foi também medido

usando SEM, e os resultados estão mostrados na tabela a seguir.

(microns)	T prepuff (1,2 pcf)	C prepuff (1,3 pcf)	BC prepuff (1,5 pcf)
Diâmetro Externo	1.216	1.360	1.797
tamanho de célula interna	42,7	52,1	55,9
Parede de célula interna	0,42	0,34	0,24
parede de célula/tamanho de célula	0,0098	0,0065	0,0043
		C prepuff (3,4 pcf)	BC prepuff (3,1 pcf)
Diâmetro Externo	-	1.133	1.294
tamanho de célula	-	38,2	31,3
parede de célula interna	-	0,26	0,47
parede de célula/tamanho de célula	-	0,0068	0,0150

Considerados com todos os dados aqui apresentados, os dados proporcionam uma indicação de que a estrutura celular interna pode afetar a resistência de uma formulação de concreto de baixo peso.

5 Quando usadas em composições de concreto de baixo peso, as partículas de prepuff podem afetar a resistência geral do concreto de duas maneiras. Primeiro, as partículas maiores, que têm uma menor densidade, mudam a matriz de concreto em volta da partícula de Prepuff e, segundo, a menor densidade de partícula Prepuff é menos rígida por causa da estrutura

10 celular da partícula expandida. Uma vez que a resistência do concreto depende, pelo menos até um certo ponto, da resistência das partículas de prepuff, maior resistência de partícula de Prepuff deve resultar em maior resistência de concreto de baixo peso. O aumento de resistência potencial pode ser limitado até o ponto em que afeta a matriz de concreto. Os dados nos

15 presentes Exemplos sugerem que o tamanho de partícula de conta original pode ser otimizado para fornecer uma partícula Prepuff idealmente dimensionada (que é controlada pela densidade de prepuff), que resulta no concreto de baixo peso de maior resistência possível.

20 Em outras palavras, em um tamanho de partícula de prepuff ideal e faixa de densidade ideal, a espessura de parede do prepuff proporcionará suporte suficiente para permitir que a presente composição de concreto de baixo peso tenha melhor resistência que composições de concreto

de baixo peso da tecnologia anterior.

Os dados aqui apresentados demonstram que, diferente da suposição e abordagem feita pela tecnologia anterior, partículas EPS expandidas podem surpreendentemente agir mais do que como um simples espaço vazio no concreto. Mais especificamente, a estrutura e caráter das partículas de prepuff usadas na presente invenção podem melhorar significativamente a resistência da composição de concreto de baixo peso resultante.

Exemplo 17

Este exemplo demonstra o uso de prendedores com a presente composição de concreto de baixo peso e resistência ao desprendimento relacionada. Esta avaliação foi usada para compara a capacidade de carga de um parafuso instalado diretamente no presente concreto de baixo peso (aproximadamente 90 pcf) com prendedores de concreto convencional instalado em concreto de peso normal e de baixo peso tradicional.

O teste de desprendimento de prendedor foi realizado em três tipos de concreto: peso normal, 143 pcf (amostra MM, concreto normal 140 pcf), concreto de baixo peso usando ardósia expandida (123 pcf) (amostra NN, 120 pcf LWC), e concreto de baixo peso com EPS (87 pcf) (amostra 00, 90 pcf LWC) feitos da maneira supradescrita de acordo com as formulações na tabela seguinte.

	Amostra MM 140 pcf	Amostra NN 120 pcf	Amostra 00 90 pcf
Tamanho da conta EPS (mm)			0,51
Densidade (pcf) (0,016 g/cm ³)			3,37
% em peso do cimento	202	24,8	32,9
areia	34,6	36,4	52,7
EPS			1,86
Cascalho pea 3/8 "	37,6		
Ardósia expandida 1/2"		29,4	
Água	7,7	9,41	12,51
vol% cimento	16,0	16	16
Areia	30,9	26,5	28,9
EPS			37
cascalho pea 3/8"	35,0		
Ardósia expandida		39,4	
Água	18,1	18,1	18,12

Resistência compressiva (psi) (6,9 kPa)	4.941	9.107	2.137
Densidade (pcf) (0,016 g/cm ³)	143	123	87

Foi construído um aparelho que permitiu que pesos fossem suspensos verticalmente em cada prendedor usando gravidade para aplicar uma carga em linha com o eixo do prendedor. A LWC 90 pct teve parafusos de parede de gesso padrões de 2 ½" instalados diretamente a

5 aproximadamente 1 1/2 de profundidade. A LWC 120 pcf teve dois tipos de prendedores instalados em furos pré-perfurados: âncoras de fixação de construção tipo parafuso de metal 2 3/4" TAPCON® (Illinois Tool Works Inc., Glenview, IL) instaladas aproximadamente 2" (50,8 mm) de profundidade e âncoras de parafuso/porca tipo grampo cônico de expansão

10 de 2 1/4" instaladas aproximadamente 1 1/4" (31,75 mm) de profundidade. O concreto normal 140 pcf também teve dois tipos de prendedores instalados em furos previamente feitos: âncoras 2 3/4" TAPCON instaladas aproximadamente 2" (50,8 mm) de profundidade e âncoras de parafuso/porca tipo grampo cônico de expansão de 2 1/4" instaladas aproximadamente

15 1 1/4" (31,75 mm) de profundidade. Um dos parafusos da parede de gesso no concreto de baixo peso recuou e foi ré-instalado no mesmo furo do prendedor para teste. Também, um dos parafusos TAPCON foi removido e reinstalado para avaliar qualquer perda de capacidade. As tabelas seguintes mostram os dados e carregamento para cada âncora/prendedor

20 testado.

Parafuso de Ardósia LWC 90 pcf

Pedra 1	Comprimento do parafuso (in)	Exposto (in)	Extraído e ré-instalado (in)	Resistência (lb)
Parafuso B	2,5	0,594	1,906	700 @ 30 s

Parafuso de Ardósia LWC 90 pcf

Pedra 2	Comprimento do parafuso (in)	Exposto (in)	Extraído e ré-instalado (in)	Resistência (lb)
Parafuso C	2,5	1,031	1,469	>740 >10 min

Parafusos TAPCON LWC 120 pcf

Pedra 3	Comprimento do parafuso (in)	Exposto (in)	Extraído e ré-instalado (in)	Resistência (lb)
Parafuso C	2,75	0,875	1,875	>740 >10 min

Parafuso/luva/porca LWC 120 pcf

Pedra 4	Comprimento do parafuso (in)	Exposto (in)	Extraído e ré-instalado (in)	Resistência (lb)
Âncora D	2,25	0,875	1,375	>740 >10 min

Parafusos TAPCON de concreto normais 140 pcf

Pedra 5	Comprimento do parafuso (in)	Exposto (in)	Extraído e ré-instalado (in)	Resistência (lb)
Parafuso C	2,75	0,906	1,844	>740 >10 min

Parafuso/luva/porca de concreto normal 140 pcf

Pedra 6	Comprimento do parafuso (in)	Exposto (in)	Extraído e ré-instalado (in)	Resistência (lb)
Parafuso C	2,25	1,094	1,156	>740 >10 min

A força de retenção dos parafusos de parede de gesso em um PWC 90 pcf foi surpreendentemente alta, já que eles não partiram ou romperam facilmente do concreto. Os parafusos de parede de gesso foram fáceis de instalar, exigindo somente uma furadeira elétrica tamanho padrão. A resistência à fixação dos parafusos de parede de gesso no LWC 90 pcf LWC foi tal que, se o torque de perfuração aplicado não fosse interrompido antes de o parafuso atingir a superfície do concreto, a cabeça do parafuso se torceria para fora. Todos os prendedores mantiveram as 740 libras de carga por pelo menos 10 minutos, exceto o parafuso de ardósia retraído e ré-inserido no LWC 90 pcf, que manteve 700 libras (317,5 kg) por 30 segundos antes de ficar solto no concreto. Este parafuso de ardósia não se rompeu no ponto de falha, mas foi retirado do concreto.

Considerando os dados apresentados como um todo, demonstrou-se que existe um tamanho de conta de prepuff ideal (como um exemplo não limitante, contas de resina expandida aproximadamente de 450 - 550 μm para um fator de expansão de aproximadamente 10-20 cm^3/g para um diâmetro de prepuff de aproximadamente 750 a 1.400 μm para concreto de baixo peso 90 pcf) para maximizar a resistência compressiva das presentes formulações de concreto de baixo peso. A resistência compressiva das presentes formulações de concreto de baixo peso pode ser aumentada aumentando-se a densidade de contas do presente EPS. Resina de poliestireno

não expandido (~ 40 pcf de densidade aparente) produz LWC de alta resistência compressiva (2.500-3.200 psi) (0,12-0,15 MPa) considerando a baixa densidade (76 - 100 pcf). Agregados podem ser usados nas presentes formulações de concreto de baixo peso. As presentes formulações de concreto de baixo peso, sem agregados grosseiros, proporcionam uma composição de concreto, que pode ser presa diretamente usando furadeiras e parafusos padrões. Quando as contas prepuffs de EPS são expandidas a baixas densidades aparentes (por exemplo, < 1 pcf), as contas têm uma estrutura celular interna fraca, que cria uma espuma mais fraca e, por sua vez, fornecem uma composição de concreto de baixo peso com menor resistência compressiva.

Exemplo 18

Uma composição de gesso de baixo peso de acordo com a invenção foi preparada usando compósito de união de uso geral SHEETROCK® (United States Gypsum Company Corp., Chicago, IL), uma composição a base de gesso reportadamente com a seguinte fórmula:

Calcário ou Dolomita ou Gesso (> 45 %)

Água (> 38 %)

Mica (< 5 %)

Polímero de Acetato de Vinila ou Polímero de Etileno Acetato de Vinila (< 5 %)

Atapulgita (< 5 %) Opcionalmente Talco (< 2 %)

Uma parte em volume do compósito de união e duas partes em volume das partículas de prepuff da amostra A foram misturados em uma misturadora até que fosse obtida uma composição uniforme estável.

Amostras de placas de gesso de baixo peso foram preparadas em um molde de 12" x 4,5" (304,8 x 114,3 mm) de espessura tanto 1/2" (12,7 mm) como 5/8" (15,88 mm). Papel parede foi usado em cada lado (papel sem ácido reciclado de 50 libras). Uma folha de papel parede foi colocada no

molde, a mistura supradescrita foi colocada no molde para preencher o volume do molde e uma segunda folha de papel parede foi colocada sobre a composição de gesso de baixo peso. A composição foi fixada naturalmente e seca a condições ambientes por diversos dias até que o peso da amostra não mudasse. As amostras de placas resultantes tiveram propriedades físicas similares à placa de gesso tipo X.

Amostras de controle foram placa de gesso SHEETROCK padrão de 1/2" (12,7 mm) e placa de gesso SHEETROCK Tipo X de 5/8" da US Gypsum.

O centro da amostras 12" x 4,5" (304,8 x 114,3 mm) foi posicionado 2,5" (63,5 mm) afastado do bico de um maçarico de propano, que foi queimado por 90 minutos a 1.760 °C. As placas preparadas a partir da presente composição de gesso de baixo peso desenvolveram uma estrutura tipo colméia, com mínimo desenvolvimento de trincas. A placa de reboco comercial apresentou trincas significativas tanto na direção vertical como horizontal. Padrões de quina similares foram observados em um lado sem chama em todas as placas. Perda de peso similar foi observada durante a pesagem das placas antes e depois do teste (Tipo X 140 g antes, 131 g depois, 6,4% de perda, placas de gesso de baixo peso de acordo com a invenção, 113 g antes, 107 g depois, 5,3% de perda).

Parafusos de parede de gesso padrões de 1 1/4" (31,75 mm) foram aparafusados diretamente nas placas de gesso de baixo peso da presente invenção supradescritos a uma profundidade de 1/2". Os parafusos não puderam ser extraídos manualmente de uma parede de placas de gesso. Parafuso de parede de gesso padrões aparafusados diretamente em amostras comerciais a 1/2" (12,7 mm) de profundidade puderam ser extraídos manualmente das amostras de placa.

Os exemplos demonstram que placa de gesso de baixo peso de acordo com a invenção apresentam propriedades físicas e de queima pelo

menos similares a uma placa de gesso comercialmente disponível, demonstrando ainda o benefício adicional de prover uma superfície de parede que não exige o uso de âncoras de parede em algumas ocorrências.

5 A presente invenção foi descrita com referência específica a suas modalidades particulares. Não se pretende que tais detalhes sejam considerados limitações do escopo da invenção, exceto até o ponto em que elas estão incluídas nas reivindicações anexas.

REIVINDICAÇÕES

1. Composição de cimento de baixo peso, caracterizada pelo fato de que compreende de 22 a 90 por cento em volume de uma composição de cimento e de 10 a 78 por cento em volume de partículas com um diâmetro de partícula médio de 0,2 mm a 8 mm, uma densidade aparente de 0,03 g/cm³ a 0,64 g/cm³, uma razão de aspecto de 1 para 3, em que, depois que a composição de cimento de baixo peso ter se fixado, tem uma resistência a compressão de pelo menos 81,4 kPa (1700 psi) testada de acordo com ASTM C39.

2. Composição de cimento de baixo peso, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que as partículas têm uma camada externa substancialmente contínua.

3. Composição de cimento de baixo peso, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que as partículas compreendem partículas de polímero expandido com uma espessura de parede de célula interna de pelo menos pelo menos 0,15 m.

4. Composição de cimento de baixo peso, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que as partículas compreendem partículas de polímero expandido compreendendo um ou mais polímeros selecionados do grupo que consiste em homopolímeros de monômeros aromáticos de vinila; copolímeros de pelo menos um monômero aromático de vinila com um ou mais de divinilbenzeno, dienos conjugados, metacrilatos de alquila, acrilatos de alquila, acrilonitrila e/ou anidrido maleico; poliolefinas; policarbonatos; poliésteres; poliamidas; borrachas naturais; borrachas sintéticas; e suas combinações.

5. Composição de cimento de baixo peso, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que as partículas compreendem partículas de polímero expandido preparadas expandindo-se uma conta de polímero que tem um tamanho de partícula de resina médio não expandida de

cerca de 0,2 mm a cerca de 2 mm.

6. Composição de cimento de baixo peso, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que as partículas compreendem partículas de polímero expandido com um tamanho de partícula médio de
5 cerca de 0,3 mm a cerca de 8 mm.

7. Composição de cimento de baixo peso, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que é como uma dispersão em que a composição de cimento compreende uma fase contínua e as partículas compreendem uma fase dispersa de partículas discretas na fase contínua.

10 8. Composição de cimento de baixo peso, de acordo com a reivindicação 7, caracterizada pelo fato de que não contém agentes umectantes ou agentes dispersantes para estabilizar a dispersão.

9. Composição de cimento de baixo peso, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que pelo menos algumas das
15 partículas são arranjadas em um reticulado cúbico ou hexagonal.

10. Composição de cimento de baixo peso, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que a composição de cimento compreende uma composição de cimento hidráulico.

11. Composição de cimento de baixo peso, de acordo com a reivindicação 10, caracterizada pelo fato de que o cimento hidráulico
20 compreende um ou mais materiais selecionados do grupo que consiste em cimentos Portland, cimentos pozolana, cimentos de gesso, composições de gesso, cimentos aluminosos, cimentos de magnésia, cimentos de sílica e cimentos de escória.

25 12. Composição de cimento de baixo peso, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que a mistura de cimento compreende areia, agregado, plastificantes e/ou fibras.

13. Composição de cimento de baixo peso, de acordo com a reivindicação 12, caracterizada pelo fato de que as fibras são selecionadas do

grupo que consiste em fibras de vidro, carboneto de silício, fibras de aramida, poliéster, fibras de carbono, fibras compósitas, fibra de vidro, suas combinações, tecido contendo as ditas fibras e tecido contendo combinações das ditas fibras.

5 14. Composição de cimento de baixo peso, de acordo com a reivindicação 12, caracterizada pelo fato de que o agregado é selecionado do grupo que consiste em areia, pedra, cascalho, escória de alto-forno granulada moída, cinza volante, vidro, sílica, ardósia expandida, argila; pedra-pome, perlita, vermiculita, escória, diatomita, cascalho expandido, argila expandida,
10 escória expandida, sílica pirogênica, agregado pelletizado, cinza volante extrudada, tufa, macrolita, ardósia, escória de alto-forno expandida, cinza volante sinterizada, cinzas de carvão e suas combinações.

 15. Composição de cimento de baixo peso, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que tem uma densidade de cerca de
15 64,0 a cerca de 208,0 g/cm³ (40,0 a 130 lb/ft³).

 16. Composição de cimento de baixo peso, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que um parafuso de parede de gesso padrão de 63,5 milímetros (2 1/2 polegadas), aparafusado na composição de cimento de baixo peso formada e fixada a uma profundidade
20 de 12,7 milímetros (1 1/2 polegada), não é removido pela aplicação de 226,8 kgf (500 libras-força) perpendicular à superfície aparafusada por um minuto.

 17. Leito de estrada, caracterizado pelo fato de que compreende a composição de cimento de baixo peso, de acordo com a reivindicação 1.

25 18. Composição de cimento de baixo peso, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que é moldada e fixada na forma de um artigo de construção.

 19. Composição de cimento de baixo peso, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que é fixada na forma de uma

unidade de maçonaria de concreto.

20. Artigo de construção pré-vazado e/ou protendido, caracterizado pelo fato de que compreende a composição de acordo com a reivindicação 1.

5 21. Composição de cimento de baixo peso, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que é fixada na forma de um painel de construção.

22. Painel compósito de construção, caracterizado pelo fato de que compreende:

10 um corpo central, de forma substancialmente paralelepípedica, que compreende uma matriz de polímero expandido, tendo faces opostas, uma superfície superior e uma superfície inferior oposta;

15 pelo menos um caibro estrutural embutido que se estende longitudinalmente através do corpo central entre as ditas faces opostas, tendo uma primeira extremidade embutida na matriz de polímero expandido, uma segunda extremidade que se estende para fora da superfície inferior do corpo central, e um ou mais furos de expansão localizados no caibro embutido entre a primeira extremidade do caibro embutido e a superfície inferior do corpo central, em que o corpo central compreende a matriz de polímero que se
20 expande através dos furos de expansão; e

uma camada de concreto compreendendo a composição de cimento de baixo peso, de acordo com a reivindicação 1, que cobre pelo menos uma porção da superfície superior e/ou superfície inferior.

25 23. Painel compósito de pavimentação, caracterizado pelo fato de que compreende:

um corpo central, de forma substancialmente paralelepípedica, que compreende uma matriz de polímero expandido, tendo faces opostas, uma superfície superior e uma superfície inferior oposta; e

dois ou mais barrotes de sustentação dos pisos embutidos que

se estendem longitudinalmente através do corpo central entre as ditas faces opostas, tendo uma primeira extremidade embutida na matriz de polímero expandido que tem um primeiro elemento transversal que se estende da primeira extremidade no geral fazendo contato ou estendendo-se acima da superfície superior, uma segunda extremidade que se estende para fora da superfície inferior do corpo central que tem um segundo elemento transversal que se estende da segunda extremidade, e um ou mais furos de expansão localizados nos barrotes embutidos entre a primeira extremidade dos barrotes embutidos e a superfície inferior do corpo central;

10 em que o corpo central compreende a matriz de polímero que se expande através dos furos de expansão;

 em que os barrotes embutidos compreendem um ou mais furos de utilidade localizados nos barrotes embutidos entre a superfície inferior do corpo central e a segunda extremidade dos barrotes embutidos e o espaço definido pela superfície inferior do corpo central e as segundas extremidades dos barrotes embutidos é adaptado para acomodar linhas de utilidades;

 em que a camada de concreto compreendendo a composição de cimento de baixo peso, de acordo com a reivindicação 1, cobre pelo menos uma porção da superfície superior e/ou superfície inferior; e

20 em que o painel de pavimentação compósito é posicionado no geral perpendicular a uma parede estrutural e/ou fundação.

24. Estrutura de concreto isolada, caracterizada pelo fato de que compreende:

 um primeiro corpo, de forma substancialmente paralelepipedica, que compreende uma matriz de polímero expandido, tendo faces opostas, uma primeira superfície e uma segunda superfície oposta;

 um segundo corpo, de forma substancialmente paralelepipedica, compreendendo uma matriz de polímero expandido, tendo faces opostas, uma primeira superfície, uma segunda superfície oposta; e

um ou mais caibros embutidos de reforço que se estendem longitudinalmente através do primeiro corpo e do segundo corpo entre as primeiras superfícies de cada corpo, tendo uma primeira extremidade embutida na matriz de polímero expandido do primeiro corpo, e uma segunda
5 extremidade embutida na matriz de polímero expandido do segundo corpo, um ou mais furos de expansão localizados na porção dos caibros embutidos embutida no primeiro corpo e no segundo corpo;

em que o primeiro corpo e o segundo corpo compreendem a matriz de polímero que se expande através dos furos de expansão; e o espaço
10 definido entre as primeiras superfícies do primeiro corpo e do segundo corpo é capaz de aceitar concreto lançado nele; e

em que camada de concreto compreendendo a composição de cimento de baixo peso, de acordo com a reivindicação 1, preenche pelo menos uma porção de um espaço entre a primeira superfície do primeiro corpo e a
15 primeira superfície do segundo corpo.

25. Método de fabricar um artigo de composição de cimento de baixo peso otimizada, caracterizado pelo fato de que compreende:

identificar as propriedades de densidade e resistência desejadas de a composição de cimento de baixo peso fixada;

20 determinar o tipo, tamanho e densidade de contas de polímero a ser expandidas para uso na composição de cimento de baixo peso;

determinar o tamanho e densidade das contas de polímero a ser expandidas;

expandir as contas de polímero para formar contas de polímero
25 expandidas;

dispersar as contas de polímero expandidas em uma mistura de cimento para formar a composição de cimento de baixo peso; e

deixar que a composição de cimento de baixo peso fixe em uma fôrma.

26. Método, de acordo com a reivindicação 25, caracterizado pelo fato de que análise de elementos finitos é usada para determinar o tipo, tamanho e densidade de contas de polímero a ser expandidas e o tamanho e densidade das contas de polímero a ser expandidas.

5 27. Artigo de concreto de baixo peso, caracterizado pelo fato de que é feito de acordo com o método da reivindicação 25.

28. Unidade estrutural de baixo peso, caracterizada pelo fato de que compreende:

10 um núcleo, tendo uma primeira face principal e uma segunda face principal, o núcleo compreendendo uma composição de cimento de baixo peso fixada sólida compreendendo 22 a 90 por cento em volume de uma composição de cimento e de 10 a 78 por cento em volume de partículas com um diâmetro de partícula médio de 0,2 mm a 8 mm, uma densidade aparente de 0,03 g/cm³ a 0,64 g/cm³, uma razão de aspecto de 1 para 3 a primeira face
15 de cobertura aplicada sobre pelo menos uma porção de a primeira face principal; e

uma segunda face de cobertura aplicada sobre pelo menos uma porção da segunda face principal.

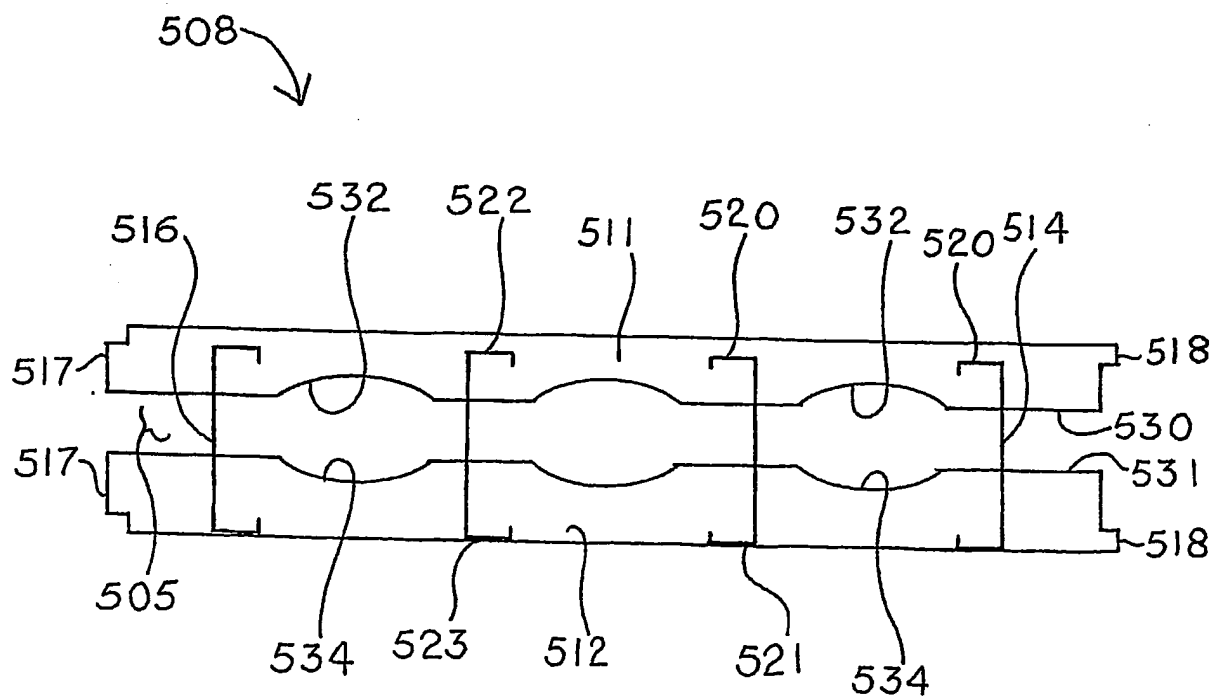
20 29. Unidade estrutural de baixo peso, de acordo com a reivindicação 28, caracterizada pelo fato de que o mistura de cimento é uma composição de gesso.

30. Unidade estrutural de baixo peso, de acordo com a reivindicação 29, caracterizada pelo fato de que a composição de gesso compreende um látex contendo um copolímero de estireno butadieno, um
25 homopolímero de acetato de vinila, um copolímero de acetato de vinila, ou uma combinação dos ditos polímeros.

31. Unidade estrutural de baixo peso, de acordo com a reivindicação 28, caracterizada pelo fato de que uma resistência compressiva mínima de pelo menos 0,01 MPa (300 psi) determinada de acordo com

ASTM C39.

32. Unidade estrutural de baixo peso, de acordo com a reivindicação 28, caracterizada pelo fato de que parafuso de parede de gesso padrão de 38,1 mm (1 1/2"), aparafusado diretamente na unidade estrutural a uma profundidade de 12,7 mm (1/2"), não é removido quando uma força de 226,8 kg (500 libras) é aplicada perpendicular à superfície aparafusada por um minuto.



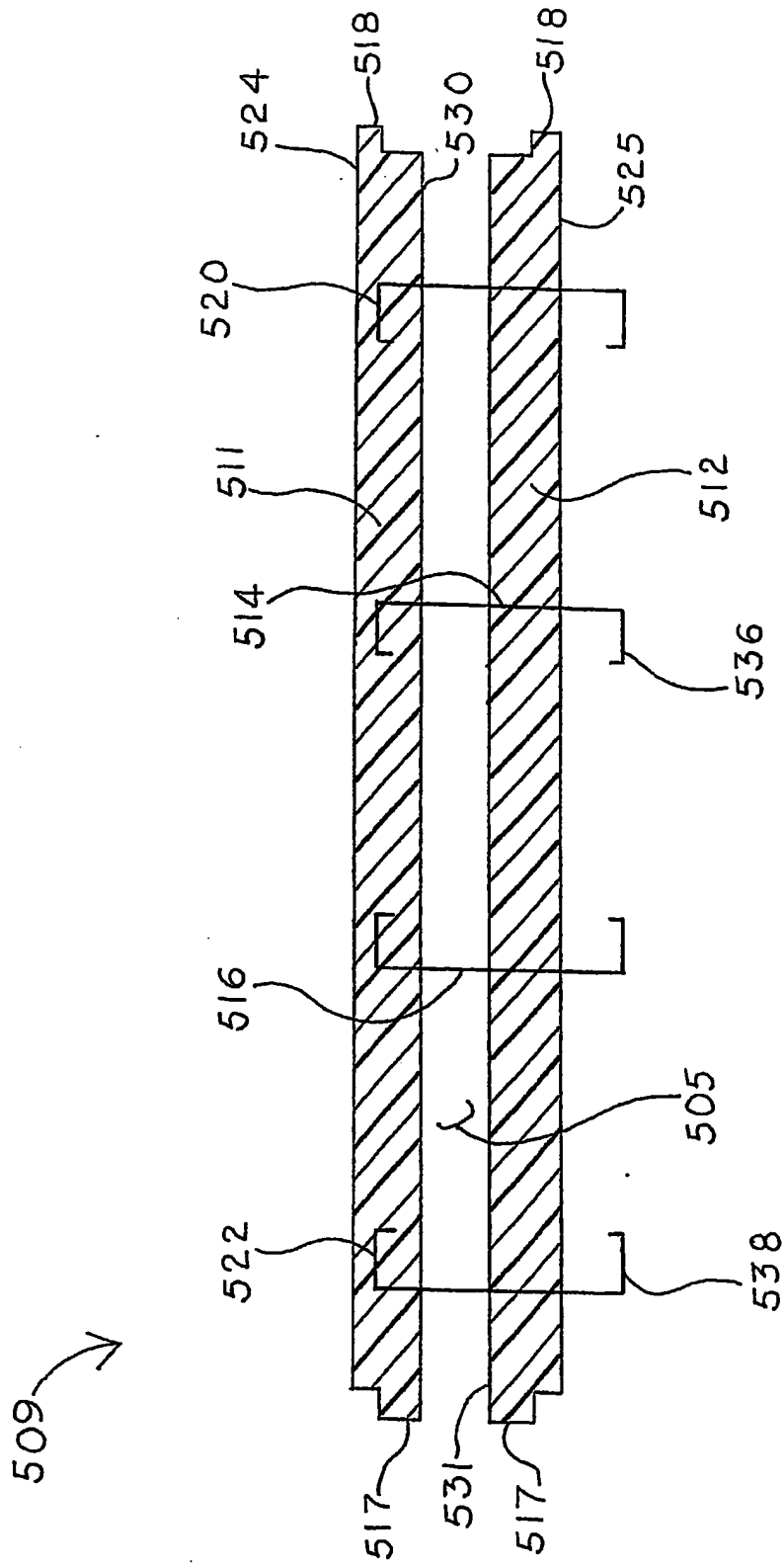


FIG. 3

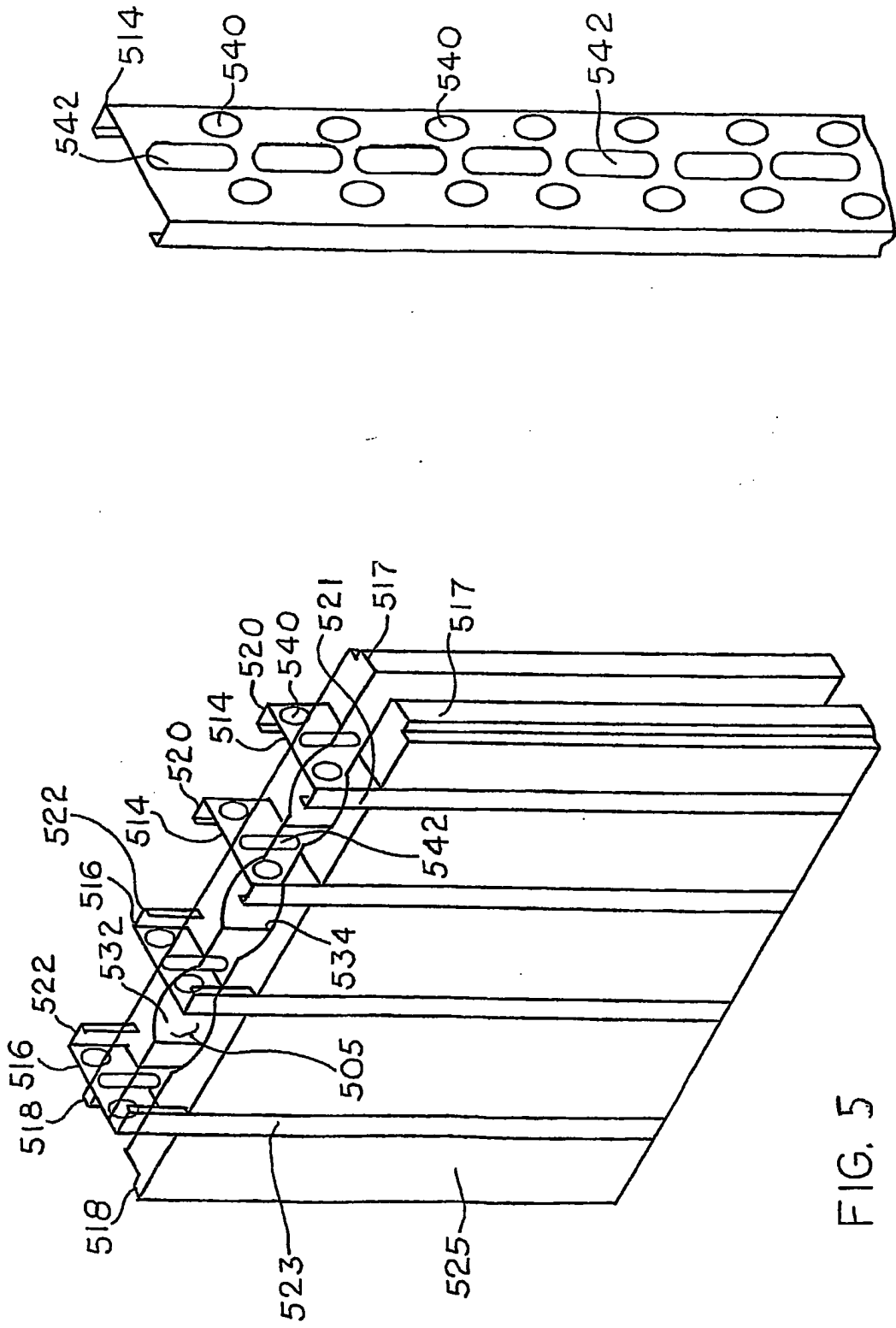


FIG. 4

FIG. 5

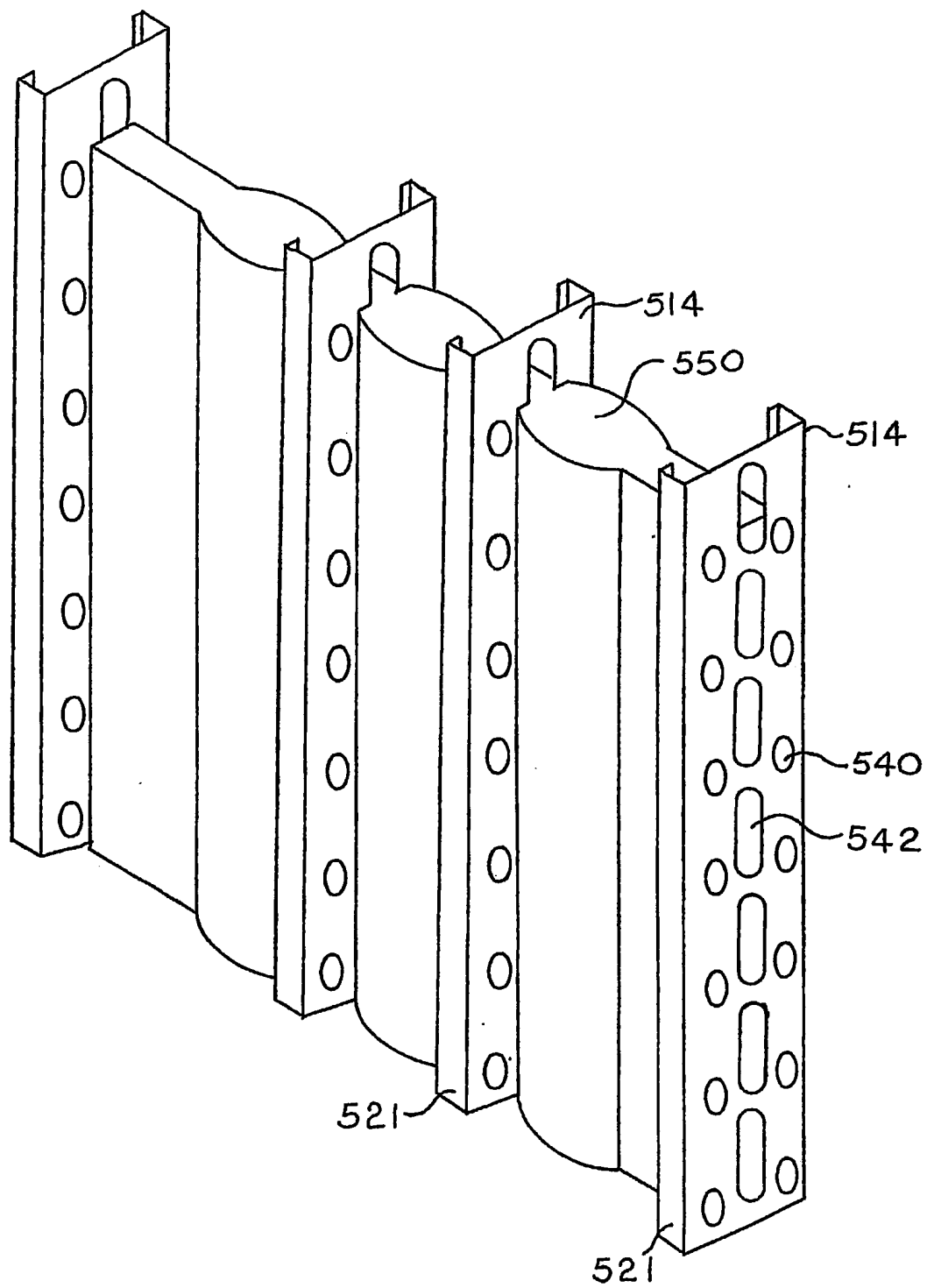
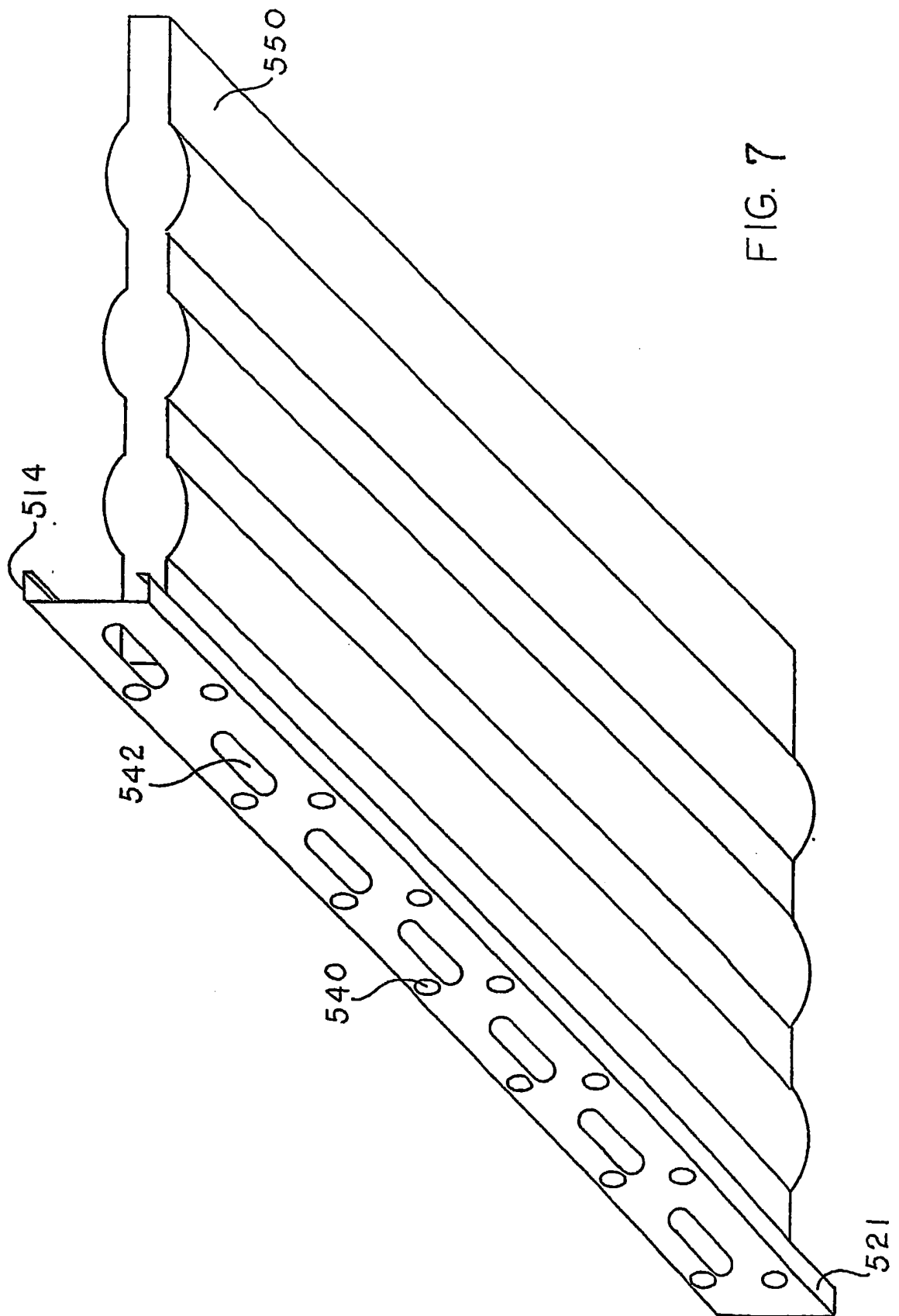


FIG. 6



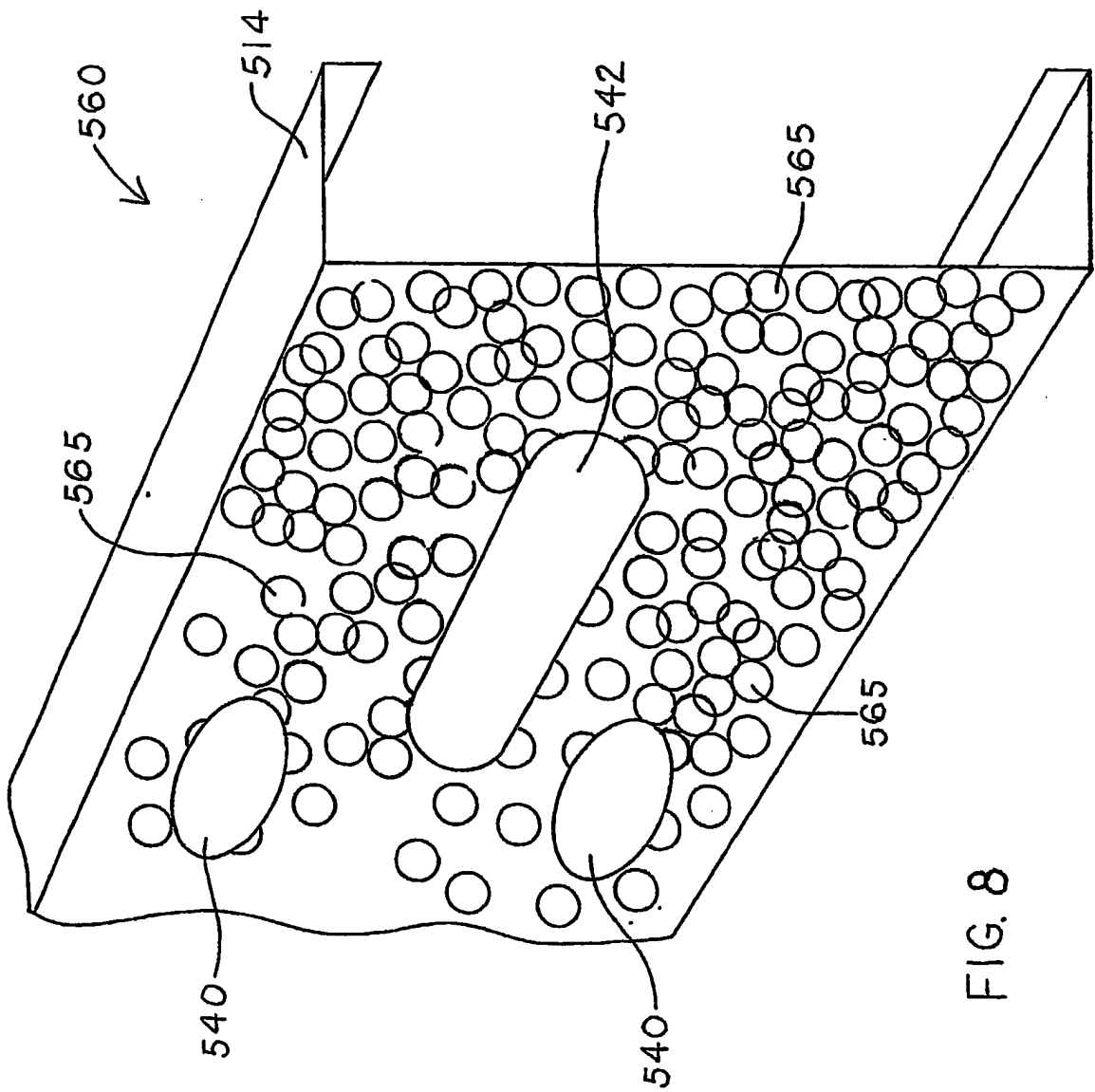


FIG. 8

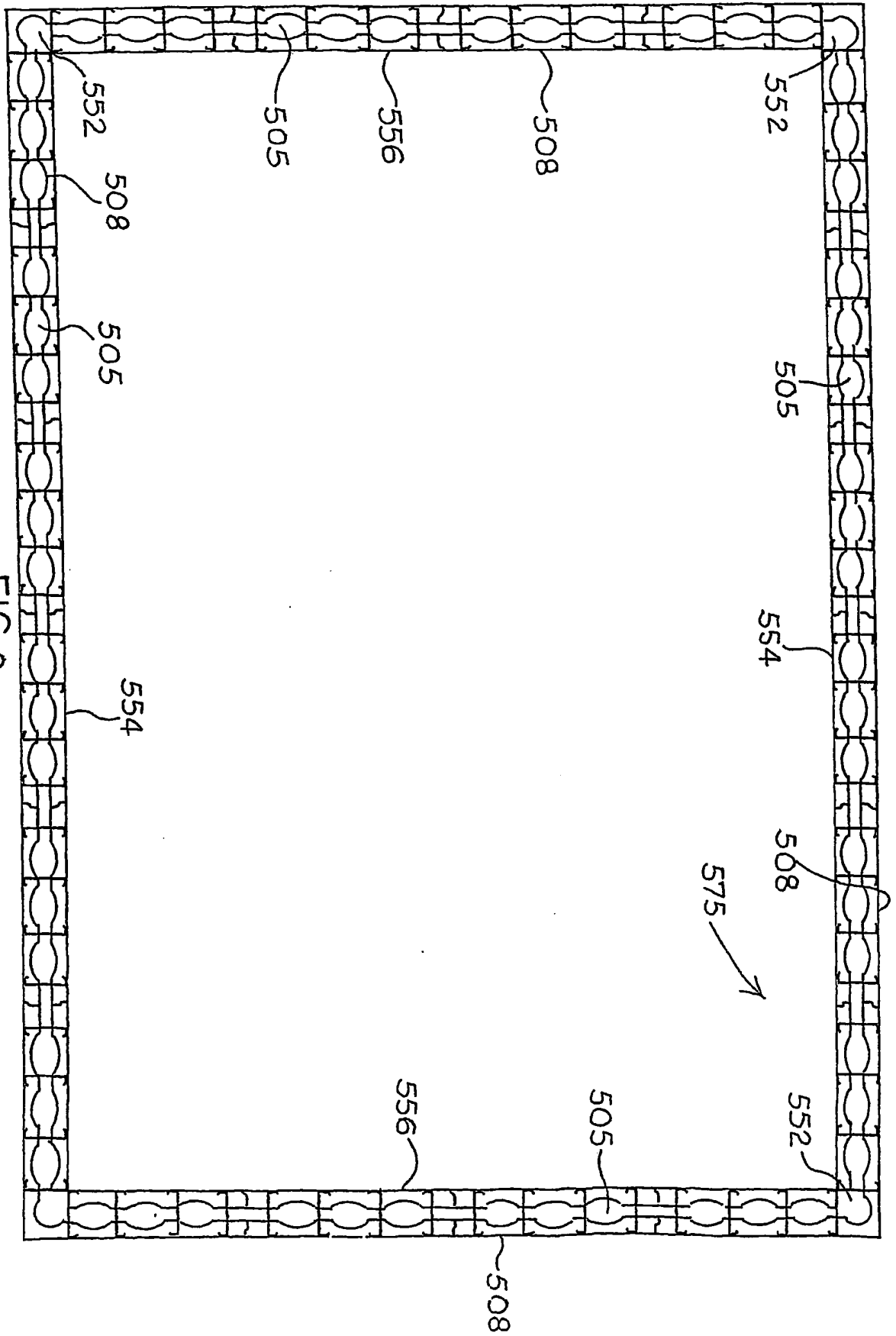


FIG. 9

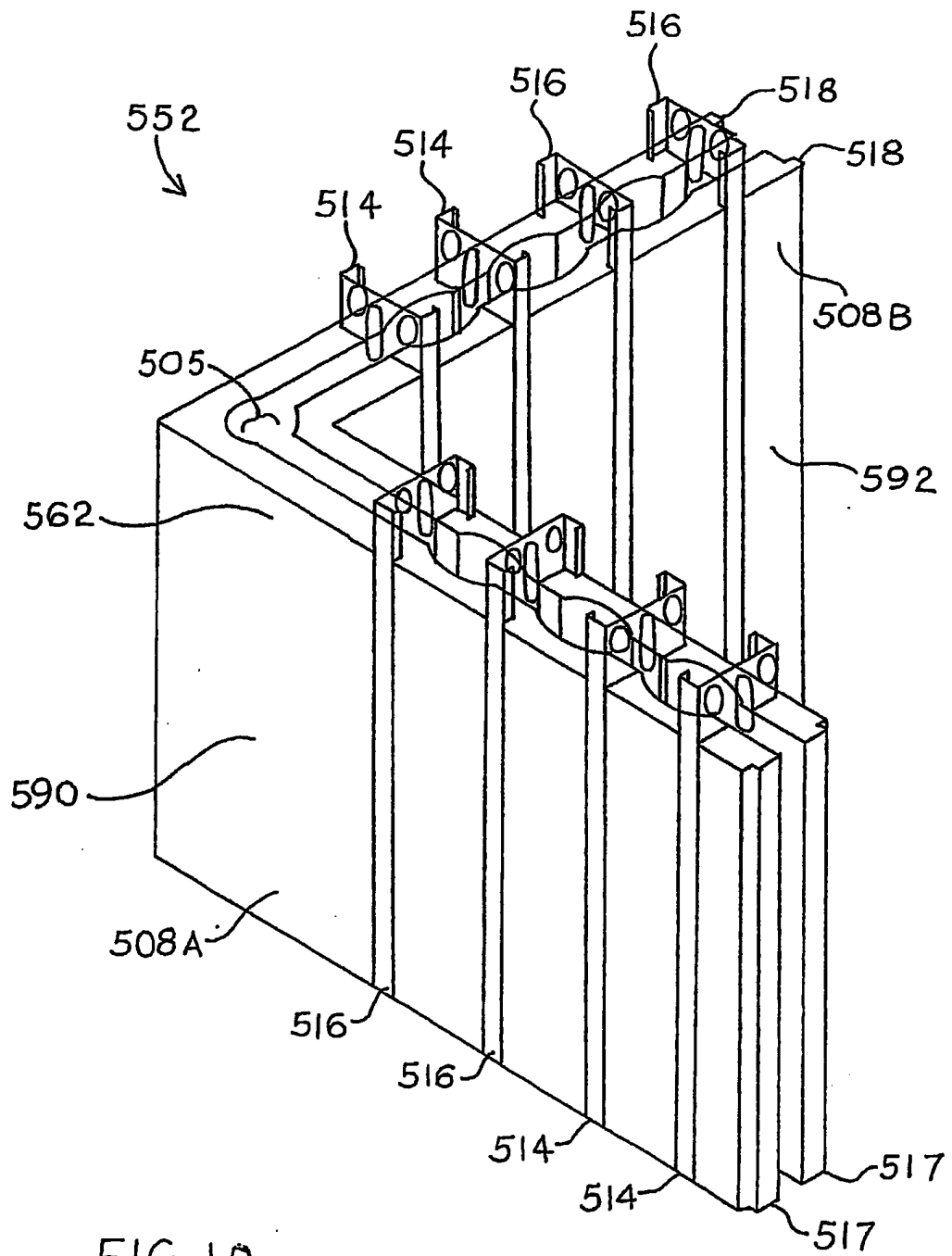


FIG. 10

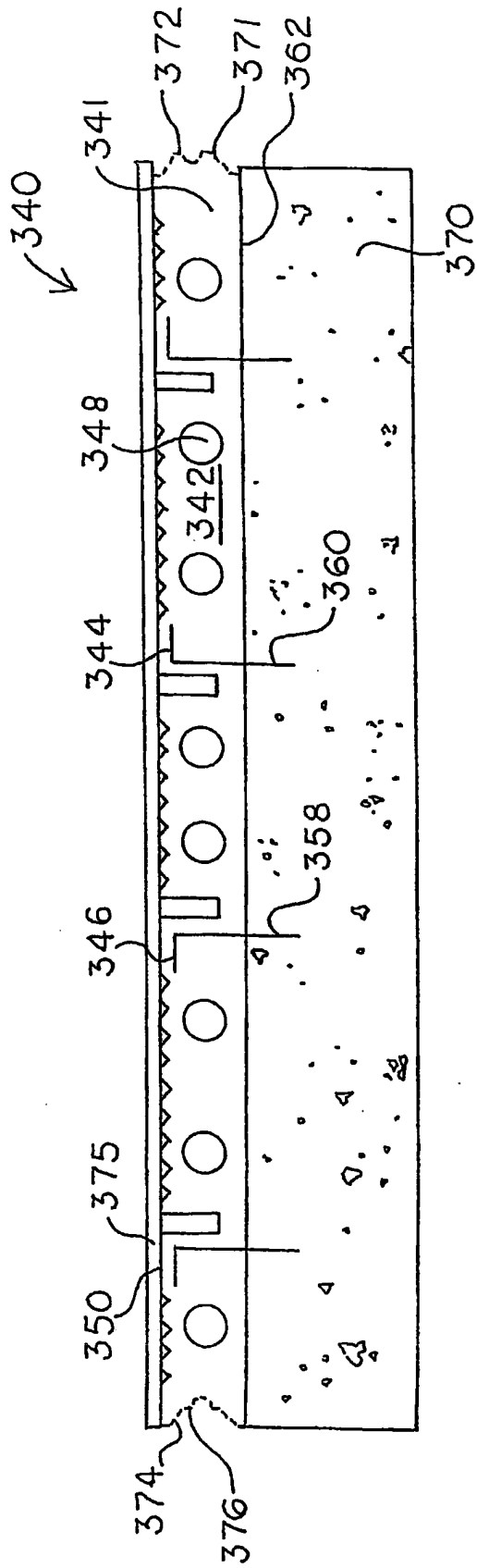


FIG. 11

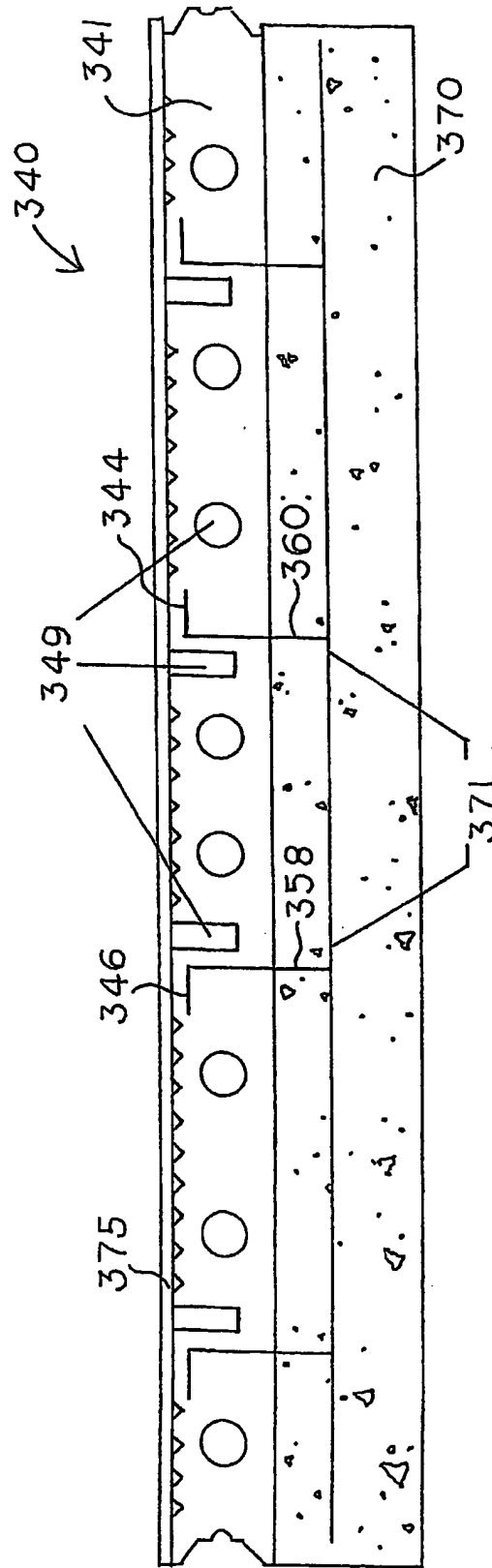


FIG. 12

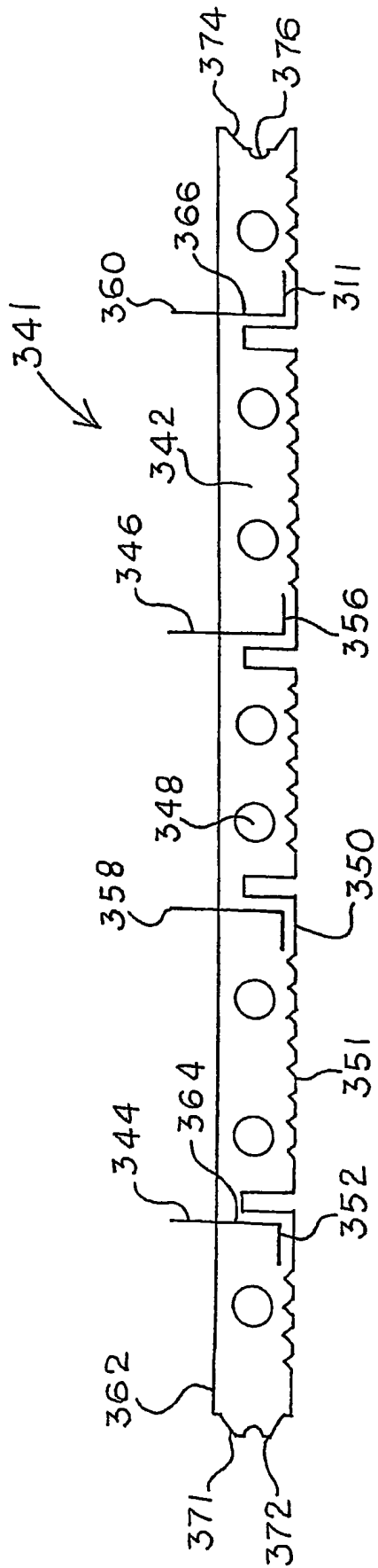


FIG. 13

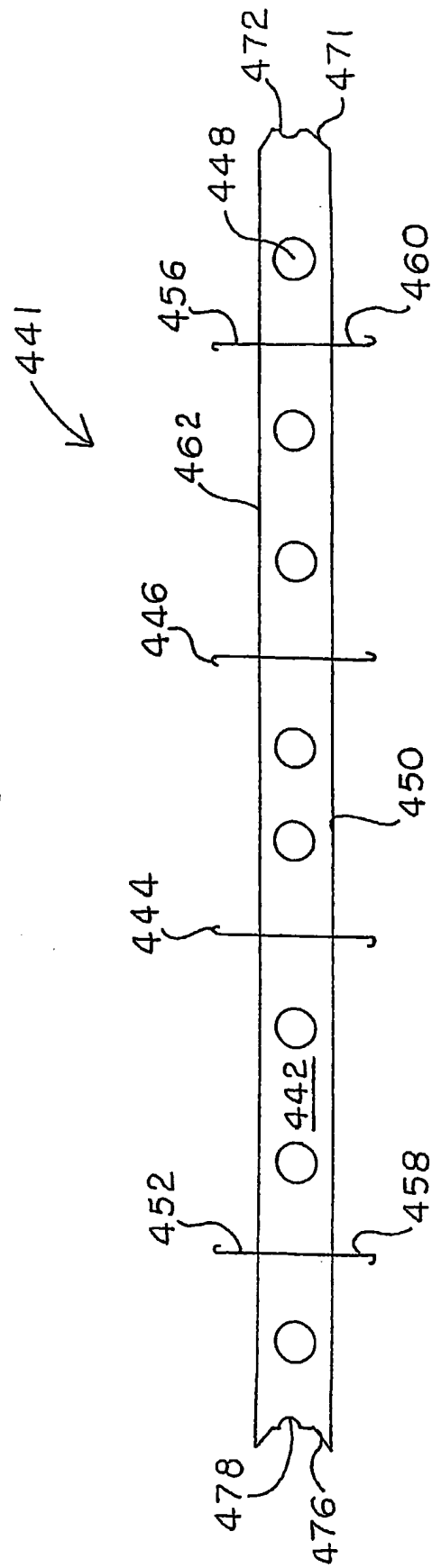
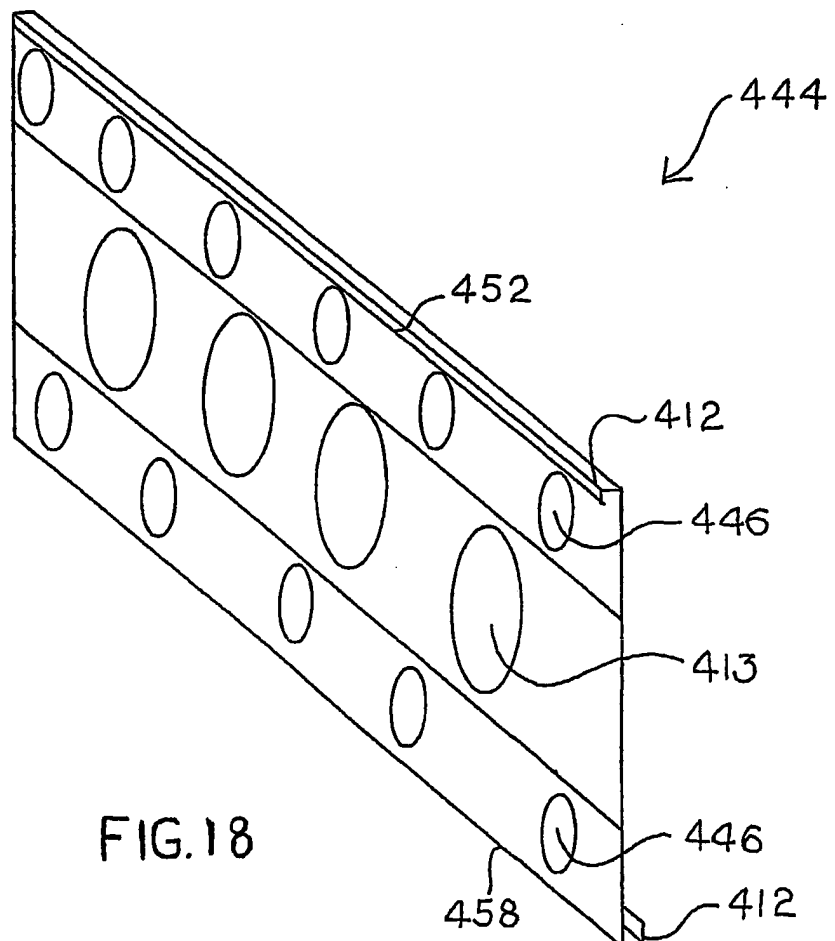
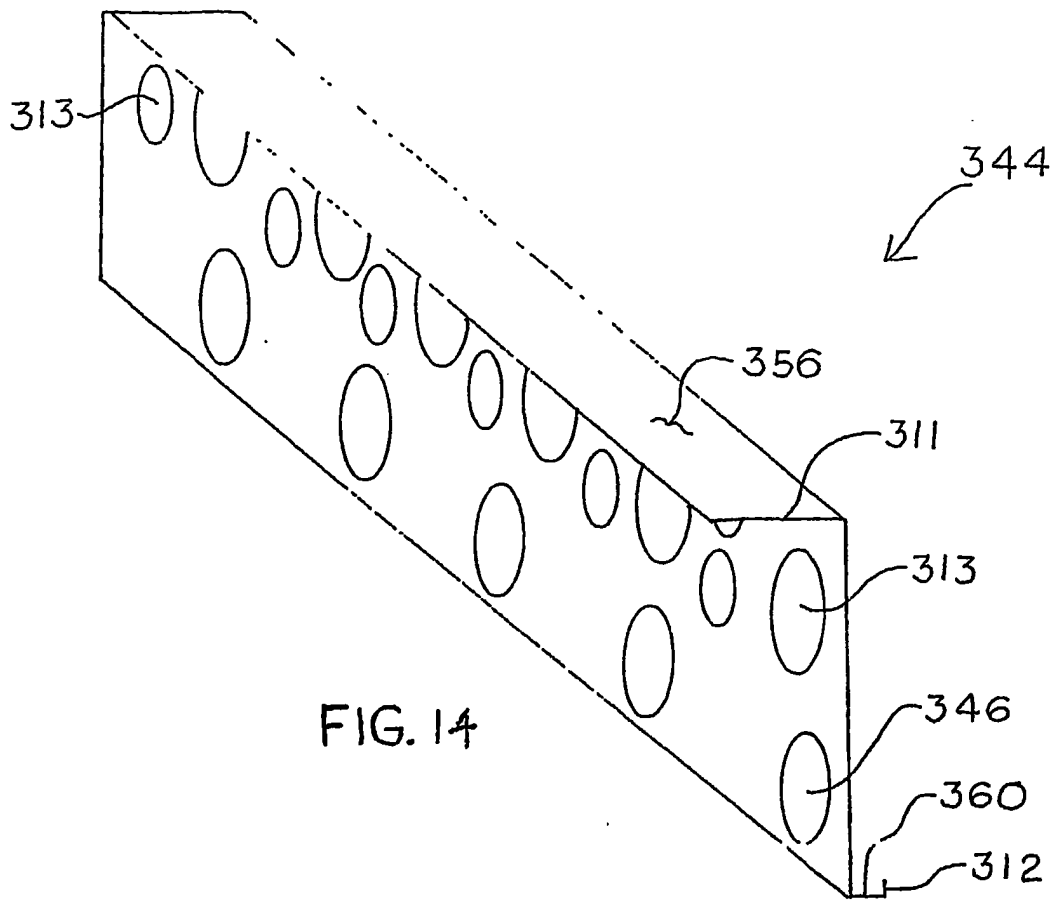


FIG. 16



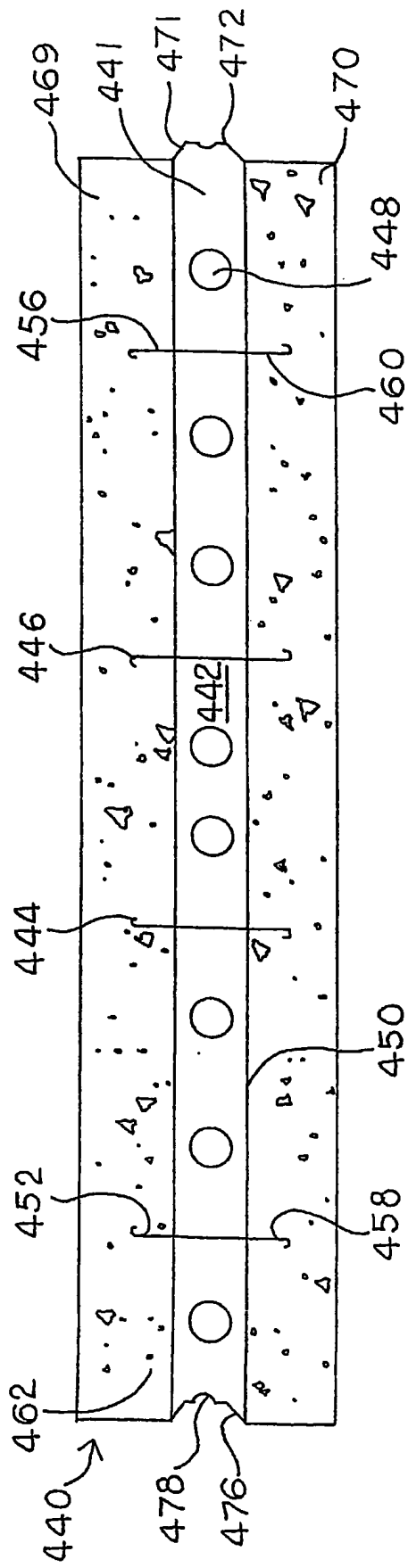


FIG. 15

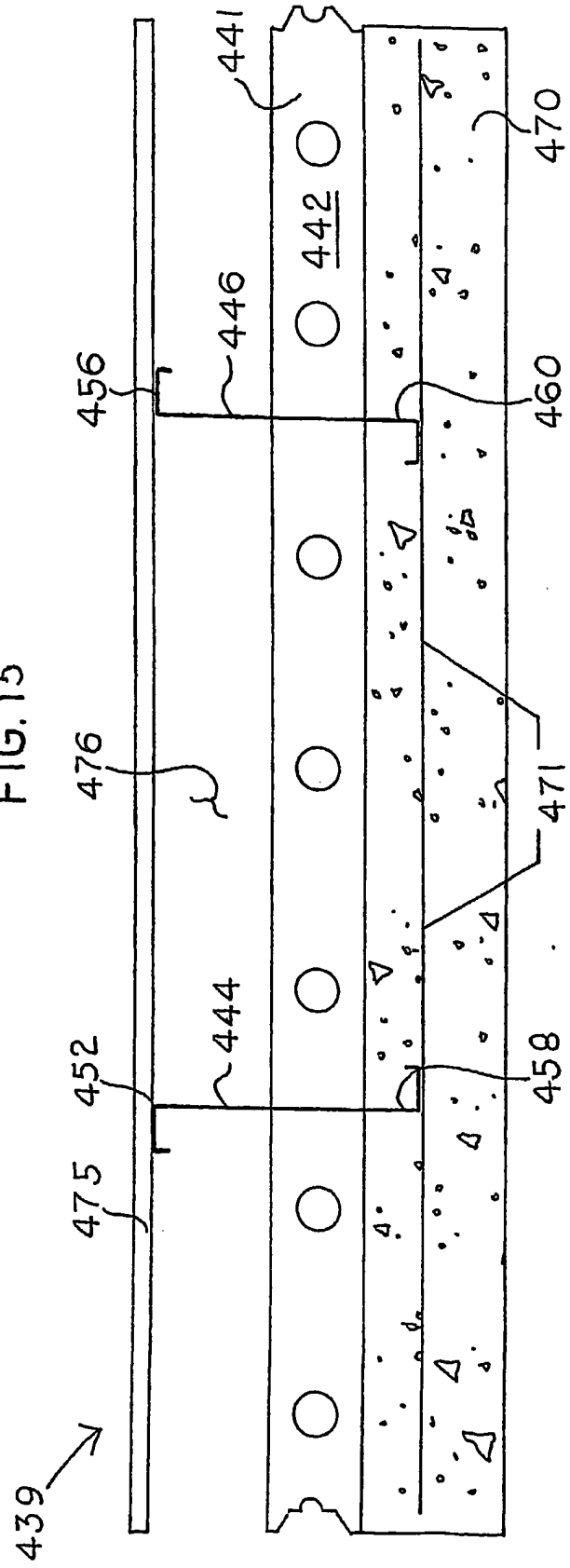


FIG. 17

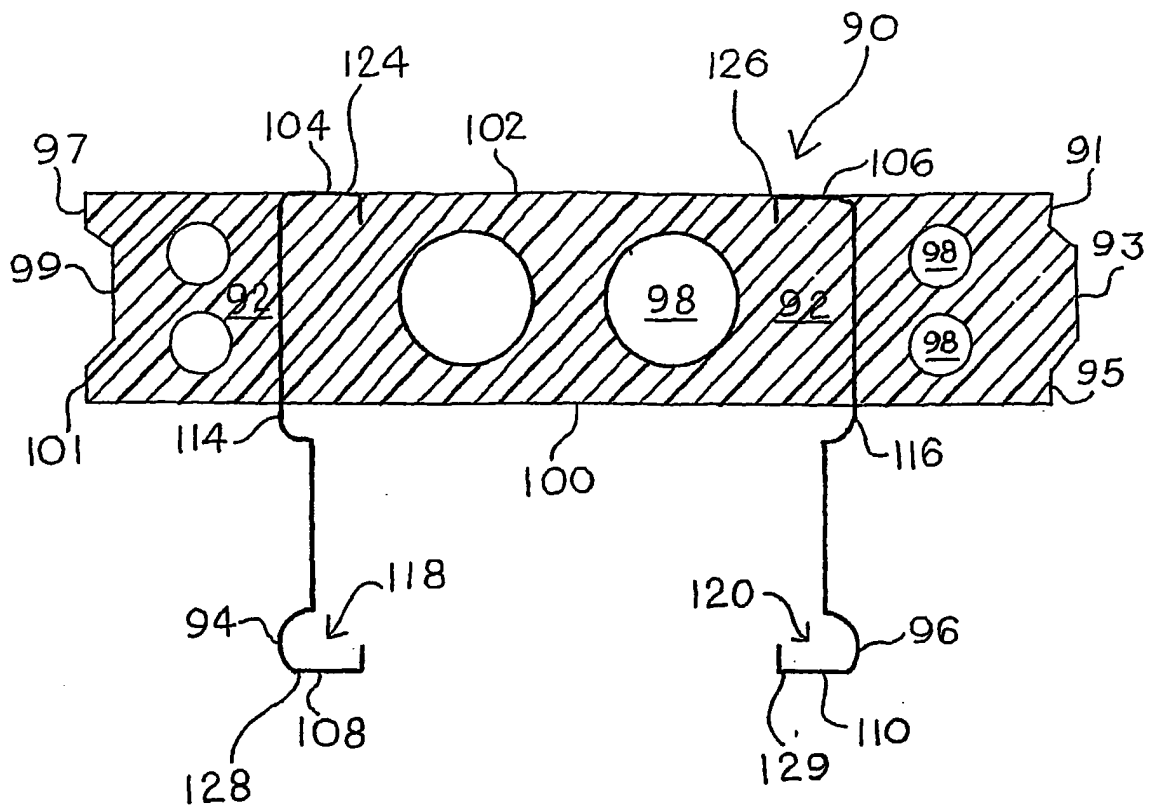


FIG. 19

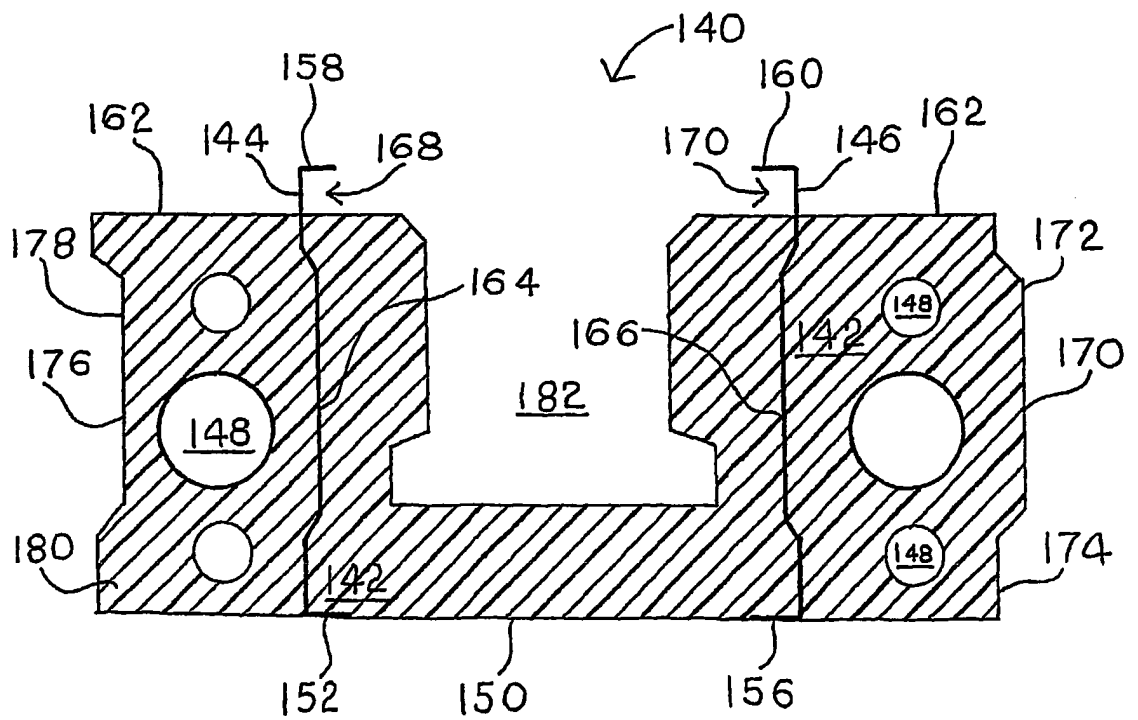


FIG. 20

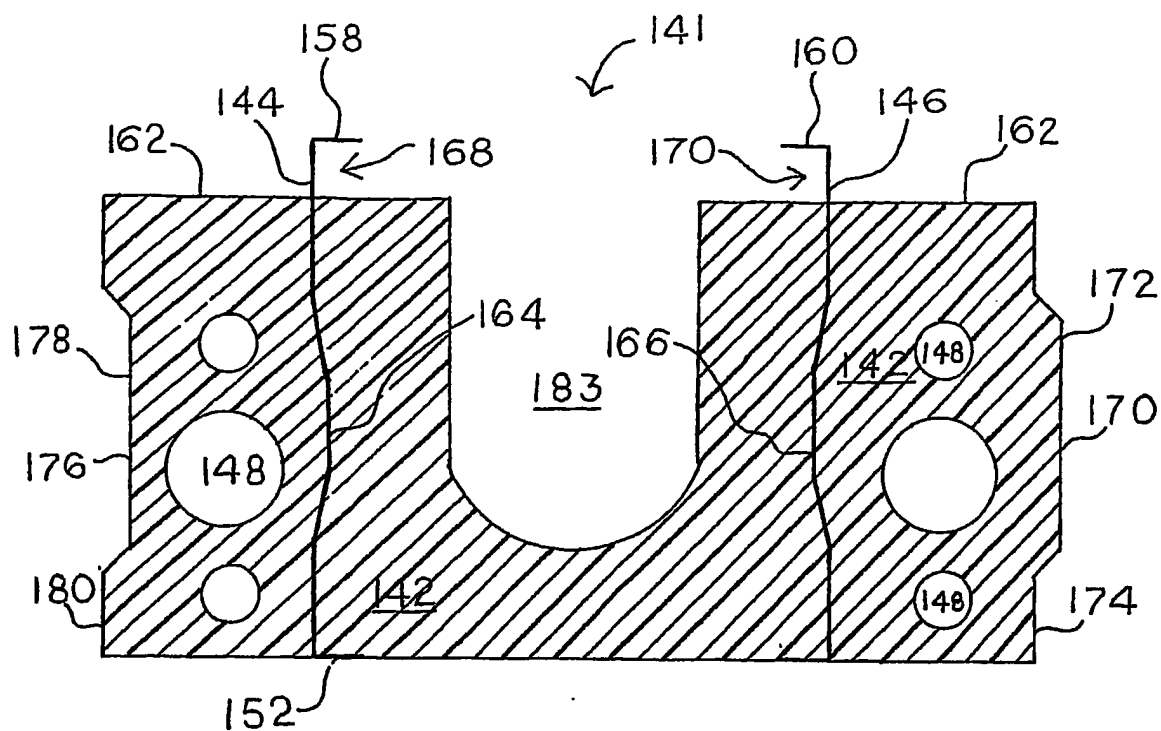


FIG. 21

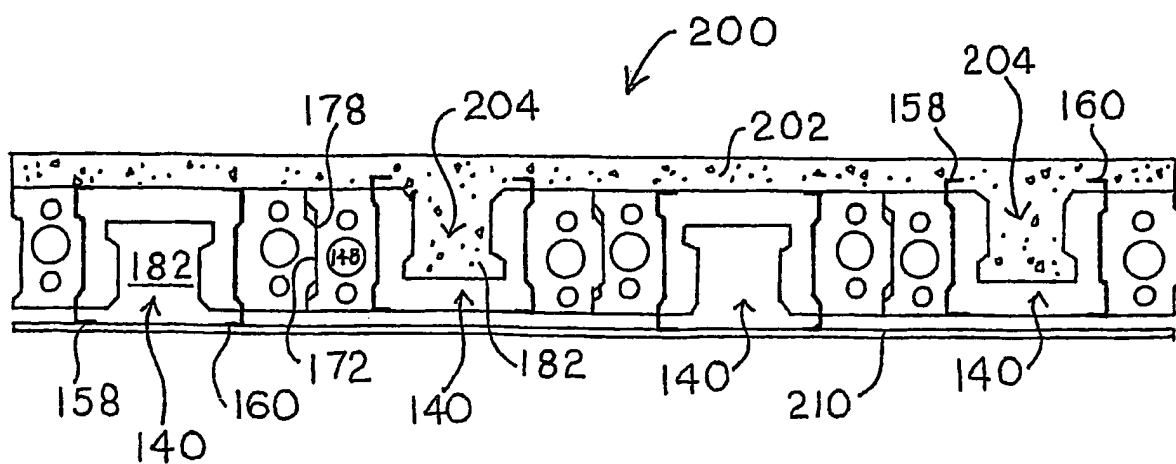


FIG. 22

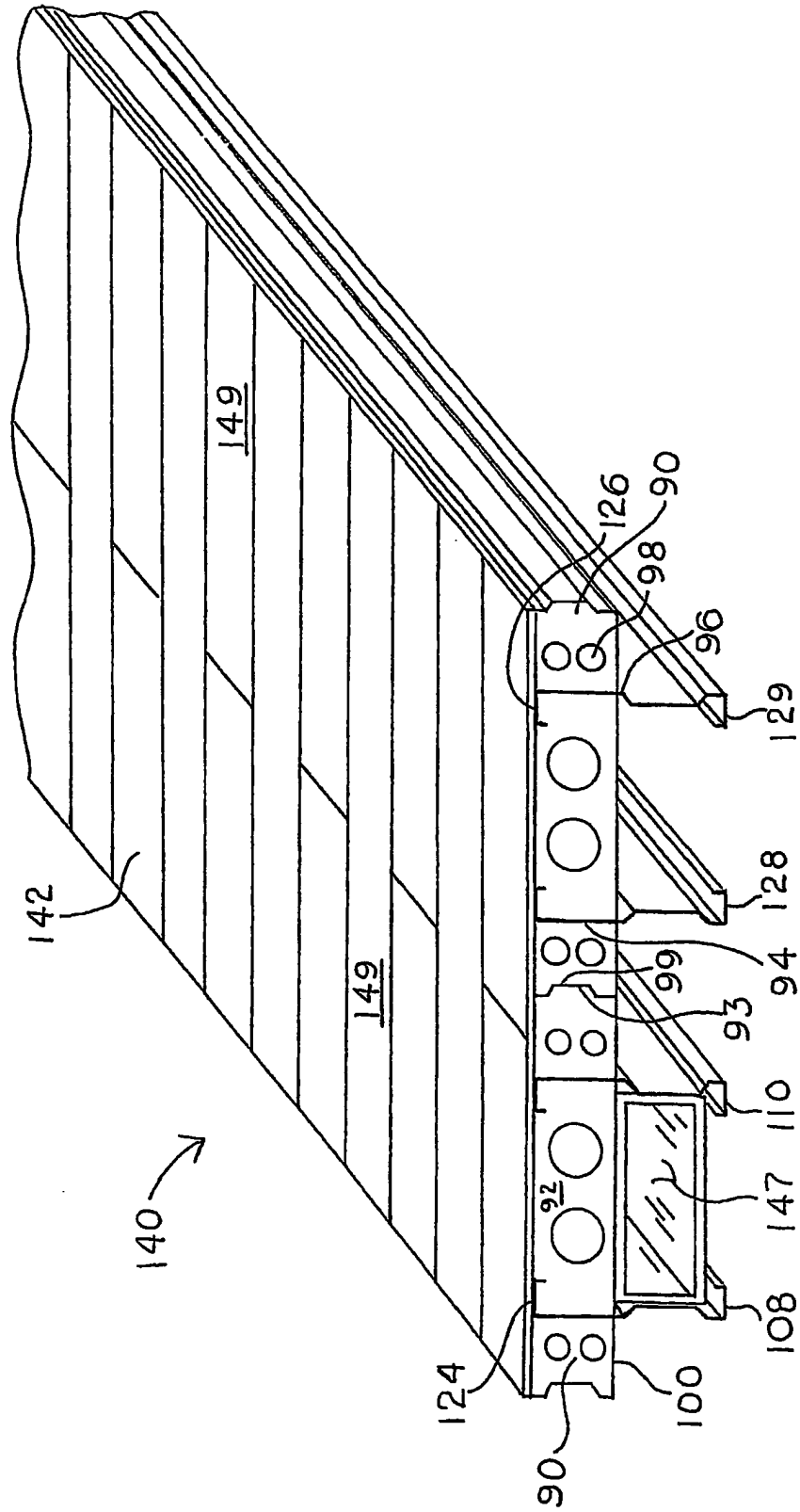
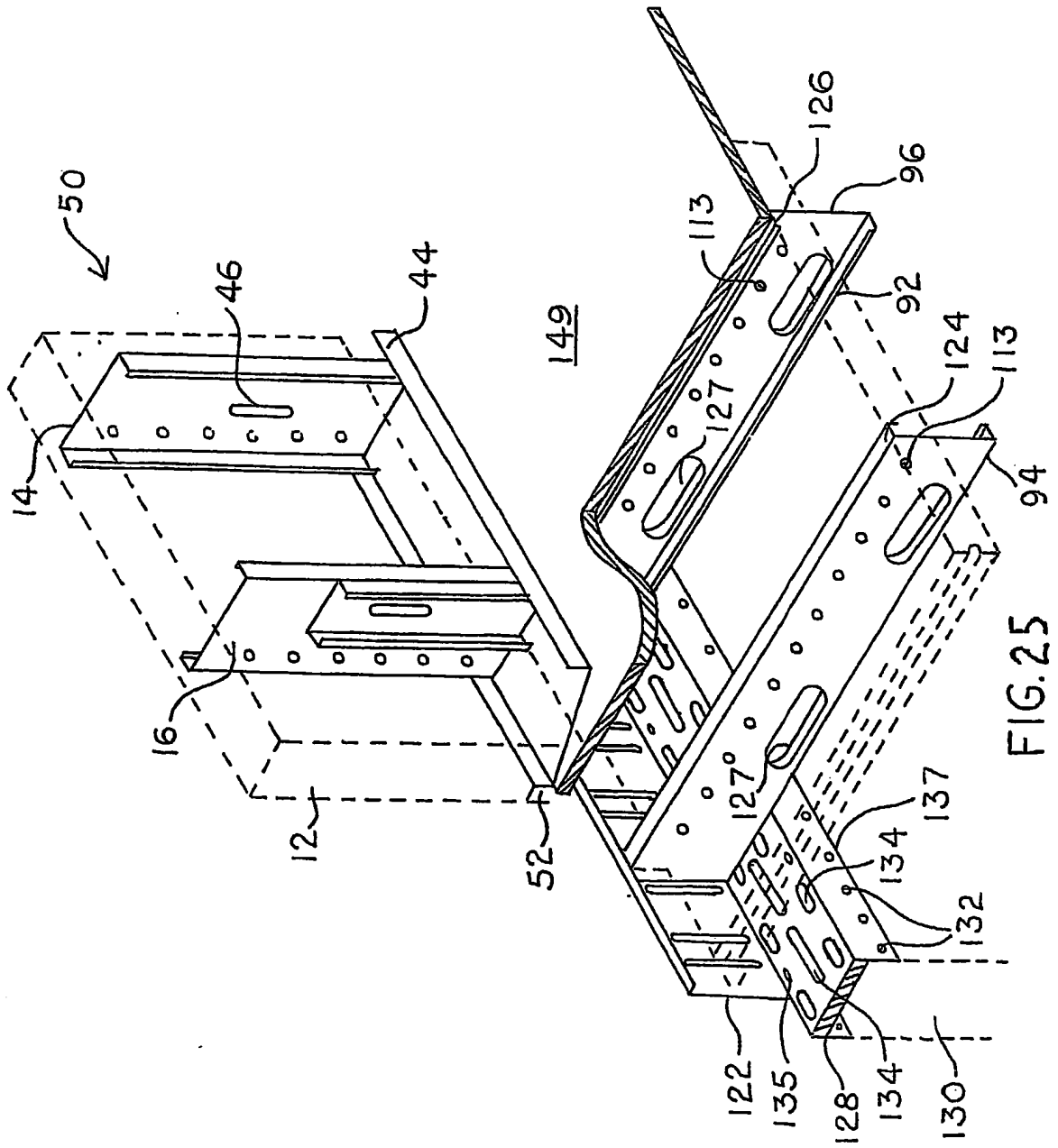


FIG. 23



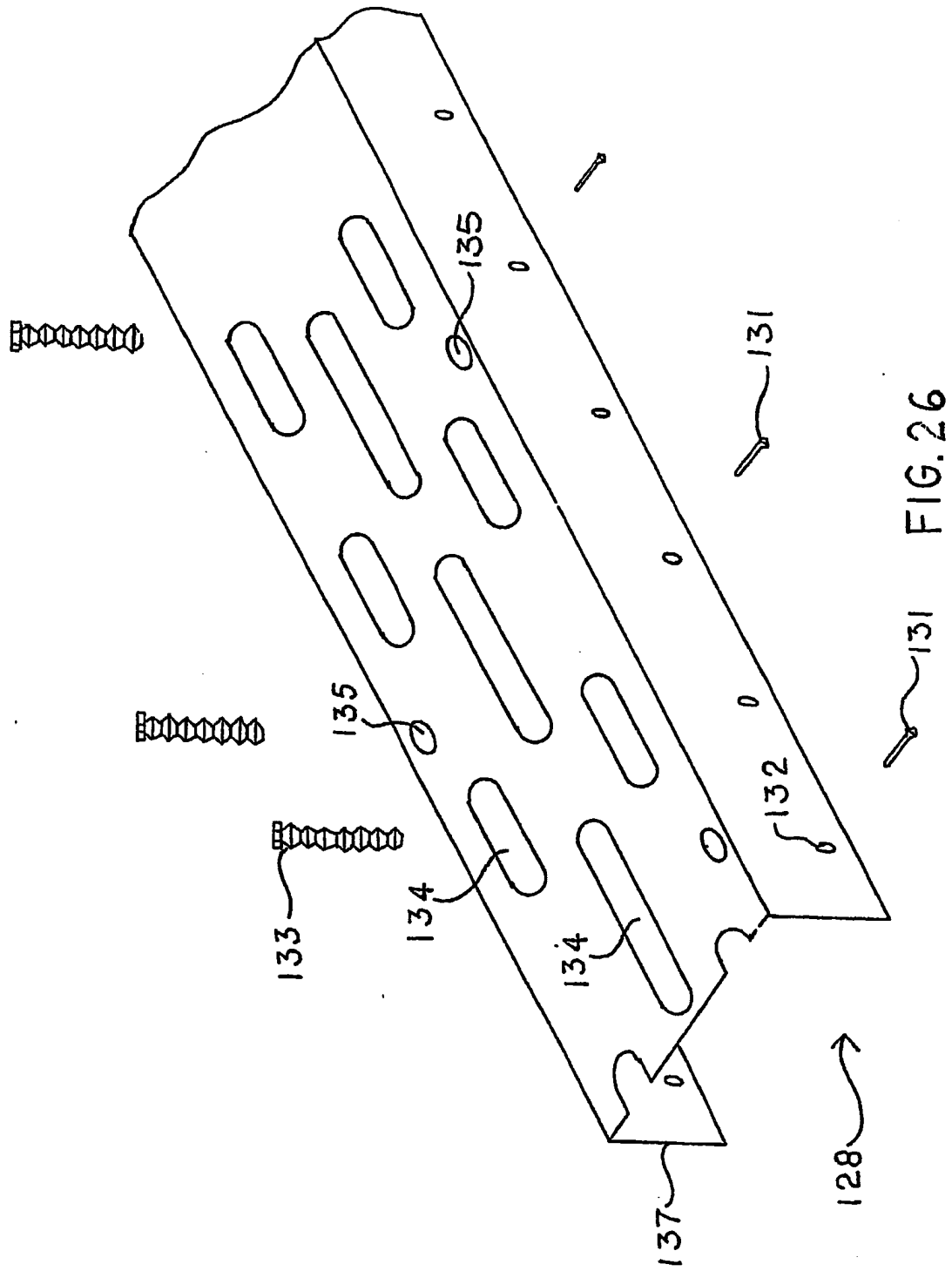




FIG. 27



FIG. 28

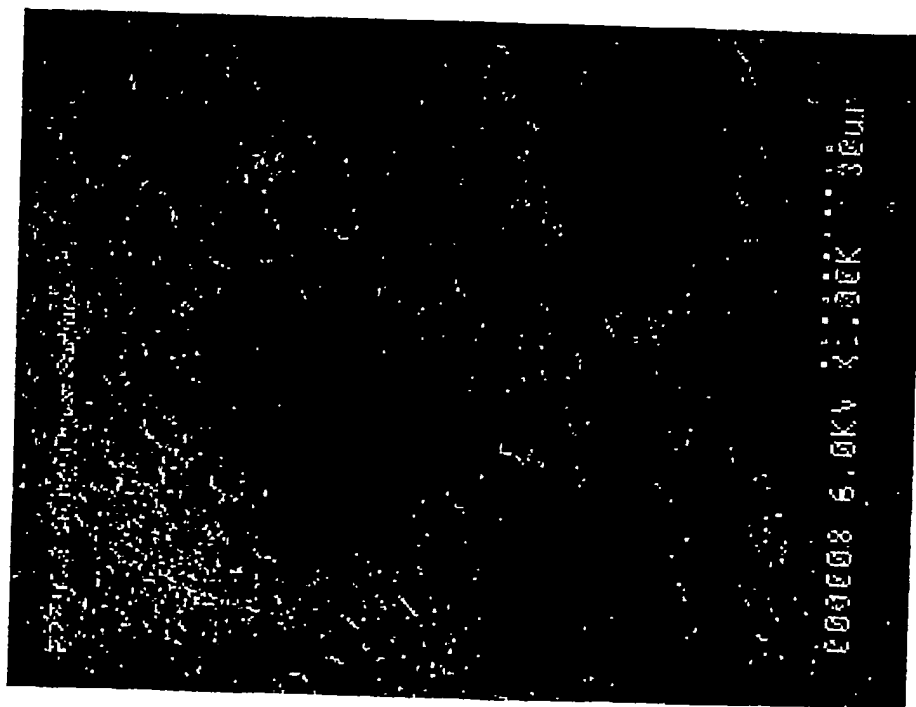


FIG. 29

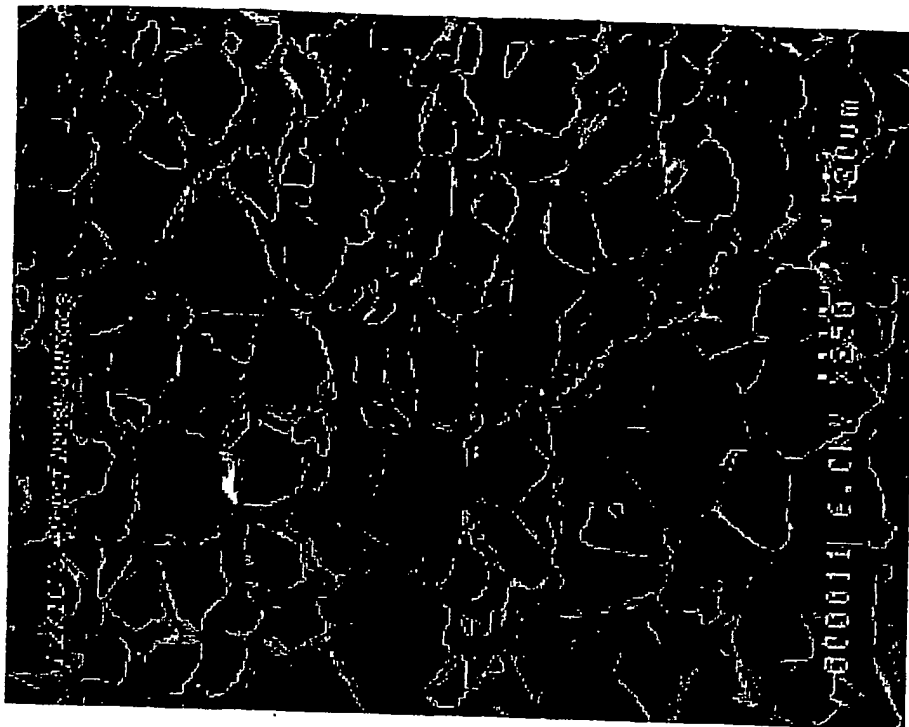


FIG. 30

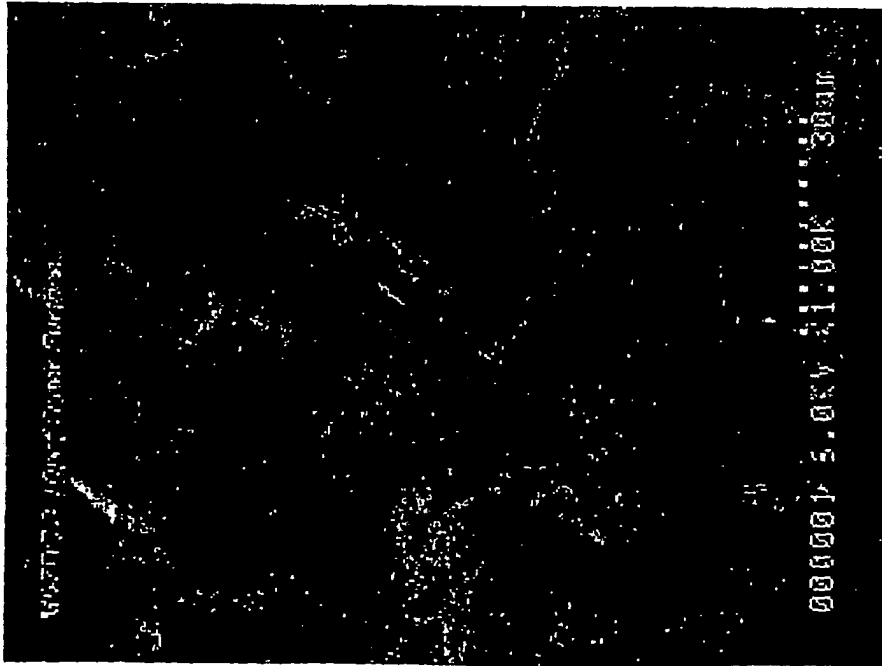


FIG. 31

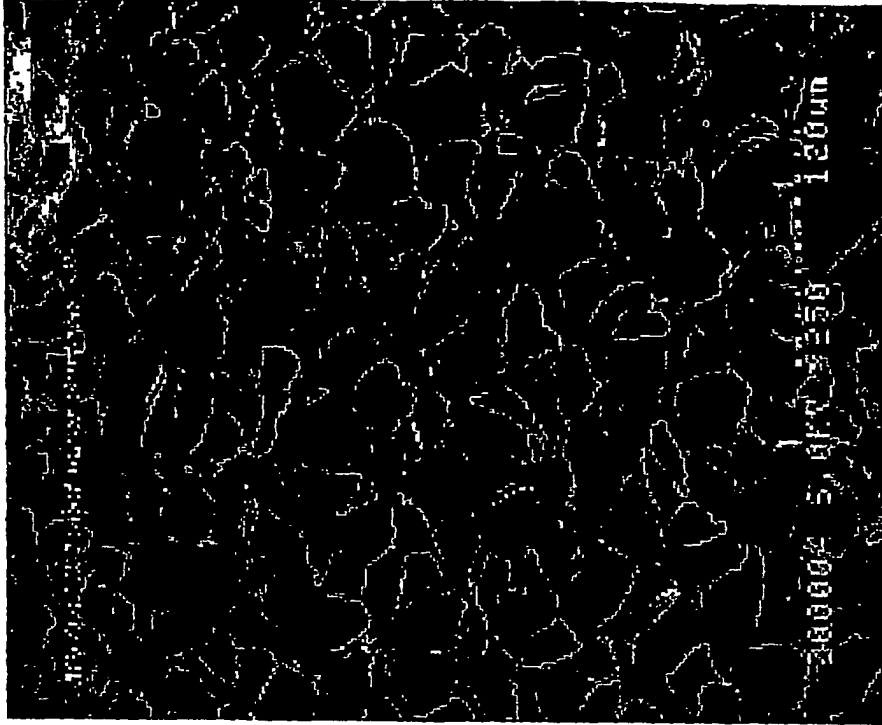


FIG. 32

RESUMO

“COMPOSIÇÃO DE CIMENTO DE BAIXO PESO, LEITO DE ESTRADA, ARTIGO DE CONSTRUÇÃO PAINEL COMPÓSITO, ESTRUTURA DE CONCRETO ISOLADA, MÉTODO DE FABRICAR UM ARTIGO DE COMPOSIÇÃO DE CIMENTO DE BAIXO PESO, ARTIGO DE CONCRETO DE BAIXO PESO E UNIDADE ESTRUTURAL DE BAIXO PESO”

É descrita uma composição de cimento de baixo peso contendo de 22 a 90 por cento em volume de uma composição de cimento e de 10 a 78 por cento em volume de partículas com um diâmetro de partícula médio de 0,2 mm a 8 mm, uma densidade aparente de 0,03 g/cm³ a 0,64 g/cm³, uma razão de aspecto de 1 para 3, onde, depois de a composição de cimento de baixo peso ser fixada, ela tem uma resistência compressiva de pelo menos 1.700 psi (81,4 kPa), testada de acordo com ASTM C39. A composição de cimento pode ser usada para fabricar unidades de maçonaria de concreto, painéis de construção, leitos de rodovias e outros artigos, e pode ser incluída como uma camada em painéis de parede e painéis de pavimentação, e pode ser usada em fôrmas de concreto isoladas. Aspectos da composição de cimento de baixo peso podem ser usados para fabricar unidades estruturais de baixo peso.