



* B R 1 1 2 0 1 9 0 0 0 7 8 1 B 1 *

República Federativa do Brasil

Ministério do Desenvolvimento, Indústria,
Comércio e Serviços

Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) BR 112019000781-4 B1

(22) Data do Depósito: 12/07/2017

(45) Data de Concessão: 11/04/2023

(54) Título: CONJUNTO DE REFORÇO

(51) Int.Cl.: E04C 5/06; B28B 23/02; E04B 5/43; E04C 2/22; E04C 5/01.

(30) Prioridade Unionista: 11/07/2017 US 15/646,331; 15/07/2016 US 62/363,168; 19/12/2016 US 62/436,134.

(73) Titular(es): CONBAR SYSTEMS LLC.

(72) Inventor(es): RICHARD P. MARTTER.

(86) Pedido PCT: PCT US2017041660 de 12/07/2017

(87) Publicação PCT: WO 2018/013649 de 18/01/2018

(85) Data do Início da Fase Nacional: 15/01/2019

(57) Resumo: Em um aspecto, um conjunto de reforço (200, 400, 500, 600, 700) inclui múltiplas barras de suporte que se estendem longitudinalmente (202a-202b, 402a-402b, 502a-502b, 602, 702) que são conectadas juntas e múltiplos elementos de trabalho (204, 404, 504, 604, 704), cada um independentemente ligado a uma ou mais das barras de suporte. Os elementos de trabalho estão orientados diagonalmente em relação a um eixo longitudinal (210, 410, 610, 710) que se estende ao longo das barras de suporte. Cada elemento de trabalho inclui um lado que se estende para baixo (206, 406, 506, 606, 706) e uma parte em forma de gancho ou dobrada (208, 408, 508, 608, 708) numa extremidade do lado que se estende para baixo. Em outro aspecto, um conjunto de reforço (200, 400, 500, 600, 700) inclui uma ou mais barras que se estendem longitudinalmente (202a-202b, 402a-402b, 502a-502b, 602, 702), cada uma configurada para fornecer reforço estrutural dentro de uma estrutura. O conjunto de reforço também inclui múltiplos elementos de trabalho (204, 404, 504, 604, 704), cada um independentemente ligado a pelo menos uma das uma ou mais barras. Os elementos de trabalho são orientados diagonalmente em relação a um eixo longitudinal (210, 410, 610, 710) que se estende ao longo da uma ou mais barras. Cada elemento de trabalho inclui um lado que se estende para baixo (206, 406, 506, 606, 706) e uma parte em forma de gancho ou dobrada (208, 408, 508, 608, 708) numa extremidade do lado que (...).

"CONJUNTO DE REFORÇO"

CAMPO TÉCNICO

[001] Esta divulgação refere-se geralmente a estruturas de reforço. Mais especificamente, esta divulgação refere-se a conjuntos de reforço tendo membros de trabalho estendendo descendentemente em barras de reforço estrutural para lajes de concreto ou outras estruturas.

FUNDAMENTOS

[002] Concreto comercial é uma mistura de cimento, areia e agregado de pedra que, após a adição de água, lentamente endurece em conjunto em uma estrutura rígida. Estresses dentro de estruturas de concreto são tipicamente de três tipos primários: compressão (onde as partículas são esmagadas em conjunto), tração (onde as partículas são separadas), e cisalhamento (onde uma seção de uma estrutura é pressionada para deslizar sobre uma seção adjacente).

[003] Estruturas de concreto não reforçadas geralmente têm boa resistência a tensões de compressão. No entanto, quaisquer tensões de tração significativas tendem a causar fissuras e separações indesejáveis, já que o concreto é relativamente fraco em tração. Para resolver este problema, as estruturas de concreto são tipicamente reforçadas pela incorporação de membros sólidos menores feitos de material(is) com alta resistência em tração. Tipicamente, os membros menores incluem barras redondas de aço com superfícies rugosas, frequentemente chamadas de "aço de reforço", "barra de reforço" ou "vergalhão". Estruturas de concreto armado estão disponíveis comercialmente em muitos formatos e tamanhos, tais como lajes, vigas, bases e fundações planas.

[004] Infelizmente, em algumas estruturas de concreto, forças de cisalhamento podem ser concentradas, e uma condição chamada "tração diagonal" é criada. Quando uma laje de concreto plana (tal como uma laje de piso de concreto) é suspensa e suportada por colunas (normalmente de concreto), o peso da laje e a carga que as lajes suportam são transferidos para as colunas através de zonas de concreto relativamente pequenas em torno das colunas. Cada uma destas zonas está sujeita a (i) forças de cisalhamento verticais resultantes do peso e da carga da laje e (ii) tensão de cisalhamento horizontal interna resultante de altos momentos de flexão nessa área. A combinação de alta tensão de cisalhamento vertical e alta tensão de cisalhamento horizontal cria tensão de tração diagonal nas áreas ao redor das colunas. A tensão de tração diagonal é problemática porque o concreto é particularmente fraco em tração e a orientação diagonal de potenciais zonas de rachadura dificulta o funcionamento eficiente de padrões de instalação de vergalhões típicos. Além disso, a dimensão vertical relativamente fina da laje de concreto pode limitar o comprimento do vergalhão que pode ser utilizado, reduzindo ainda mais a sua eficácia.

[005] Por esta razão, as estruturas de concreto suportadas são tipicamente reforçadas nas áreas em torno das colunas ou outras estruturas de suporte usando pequenos rebites de aço verticais para fornecer reforço. Isso é feito para evitar falhas de tração, propagação de fissuras e consequente colapso estrutural. No entanto, as abordagens convencionais geralmente fornecem reforço que ajuda a restringir ou minimizar fissuras ou quebras apenas após a rachadura ou

quebra ter sido iniciada. Essas abordagens convencionais são normalmente incapazes de impedir que as fissuras ou quebras ocorram em primeira instância. Como resultado, os rebites de concreto e aço geralmente operam sequencialmente em vez de juntos. Ou seja, o concreto carrega grande parte da carga até que ocorram fissuras, momento em que toda a carga é transferida para os rebites de aço na(s) área(s) fissurada(s) do concreto.

SUMÁRIO

[006] Esta divulgação fornece conjuntos de reforço tendo membros de trabalho estendendo descendentemente em barras de reforço estrutural para lajes de concreto ou outras estruturas.

[007] Em um primeiro aspecto, um conjunto de reforço inclui múltiplas barras de suporte estendendo longitudinalmente e que são conectadas em conjunto. O conjunto de reforço também inclui múltiplos membros de trabalho, cada um independentemente conectado a uma ou mais das barras de suporte. Os membros de trabalho são orientados diagonalmente em relação a um eixo longitudinal estendendo ao longo das barras de suporte. Cada membro de trabalho inclui um lado estendendo descendentemente e uma porção enganchada ou dobrada em uma extremidade do lado estendendo descendentemente.

[008] Modalidades particulares do primeiro aspecto podem ter as seguintes características, individualmente ou em qualquer combinação adequada. As porções enganchadas ou dobradas de pelo menos alguns membros de trabalho adjacentes podem ser enganchadas ou dobradas em direções opostas. Os lados estendendo descendentemente de todos os membros de trabalho

podem ser substancialmente paralelos entre si quando o conjunto de reforço é visto a partir de um lado. Cada barra de suporte pode incluir uma seção que é dobrada e que é configurada para ser ancorada em uma estrutura de suporte. Cada barra de suporte pode ser acoplada a uma estrutura que é configurada para ser ancorada em uma estrutura de suporte. Pelo menos alguns dos membros de trabalho podem ser separados por uma distância variável. A porção enganchada ou dobrada de cada membro de trabalho pode incluir uma porção do lado estendendo descendentemente que é dobrada em pelo menos 45°. As barras de suporte podem ser conectadas entre si apenas em localizações onde os membros de trabalho estão conectados às barras de suporte. Os membros de trabalho podem estar espaçados de tal modo que os membros de trabalho se sobreponham em uma vista lateral do conjunto de reforço, onde a vista lateral indica uma vista na qual as barras de suporte estendem da esquerda para a direita e os membros de trabalho estendem para baixo a partir das barras de suporte. Cada uma das barras de suporte e os membros de trabalho pode incluir um de: vergalhões e uma haste ou barra roscada. As barras de suporte podem ser configuradas para se encarregar de tensões de tração de momento de flexão em uma estrutura suportada, e os membros de trabalho podem ser configurados para estender até uma porção central da estrutura suportada para se encarregar de tensões de tração diagonais.

[009] Uma estrutura reforçada inclui uma estrutura suportada e um conjunto de reforço embutido na estrutura suportada. O conjunto de reforço inclui o aparelho de acordo com o primeiro aspecto. A estrutura suportada pode ser uma laje de concreto ou outra que é suportada por um concreto ou outra

coluna.

[0010] Um método inclui formar uma estrutura suportada tendo um conjunto de reforço posicionado dentro da estrutura suportada. O conjunto de reforço inclui o aparelho de acordo com o primeiro aspecto. A estrutura suportada pode ser uma laje de concreto ou outra que é suportada por um concreto ou outra coluna.

[0011] Em um segundo aspecto, um conjunto de reforço inclui uma ou mais barras estendendo longitudinalmente, onde cada barra é configurada para fornecer reforço estrutural dentro de uma estrutura. O conjunto de reforço também inclui múltiplos membros de trabalho, cada um independentemente conectado a pelo menos uma da uma ou mais barras. Os membros de trabalho são orientados diagonalmente em relação a um eixo longitudinal estendendo ao longo da uma ou mais barras. Cada membro de trabalho inclui um lado estendendo descendentemente e uma porção enganchada ou dobrada em uma extremidade do lado estendendo descendentemente.

[0012] Modalidades particulares do segundo aspecto podem ter as seguintes características, individualmente ou em qualquer combinação adequada. A uma ou mais barras estendendo longitudinalmente podem incluir múltiplas barras estendendo longitudinalmente conectadas entre si. As múltiplas barras podem ser conectadas entre si apenas em localizações onde os membros de trabalho estão conectados às barras. Os membros de trabalho podem incluir primeiro e segundo conjuntos de membros de trabalho localizados em diferentes porções da uma ou mais barras, e os membros de trabalho no primeiro conjunto podem ser angulados em uma direção diferente a partir dos membros de trabalho no segundo conjunto. As porções

enganchadas ou dobradas de pelo menos alguns membros de trabalho adjacentes podem ser enganchadas ou dobradas em direções opostas. Pelo menos alguns dos membros de trabalho podem ser separados por uma distância variável. A porção enganchada ou dobrada de cada membro de trabalho pode incluir uma porção do lado estendendo descendentemente que é dobrada em pelo menos 45°. Os membros de trabalho podem sobrepor-se entre si em uma vista lateral do conjunto de reforço, onde a vista lateral indica uma vista em que uma ou mais barras estendem da esquerda para a direita e os membros de trabalho estendem para baixo a partir da uma ou mais barras. A uma ou mais barras podem incluir uma ou mais barras de reforço de momento negativo. Cada uma da uma ou mais barras e os membros de trabalho podem incluir um de: vergalhão e uma haste ou barra roscada. A uma ou mais barras podem ser configuradas para se encarregar de tensões de tração de momento de flexão em uma estrutura suportada, e os membros de trabalho podem ser configurados para estender para baixo em uma porção central da estrutura suportada para se encarregar de tensões de tração diagonais.

[0013] Uma estrutura reforçada inclui uma estrutura suportada e um conjunto de reforço embutido na estrutura suportada. O conjunto de reforço inclui o aparelho de acordo com o segundo aspecto. A estrutura suportada pode ser uma laje de concreto ou outra que é suportada por um concreto ou outra coluna.

[0014] Um método inclui formar uma estrutura suportada tendo um conjunto de reforço posicionado dentro da estrutura suportada. O conjunto de reforço inclui o aparelho de acordo com o segundo aspecto. A estrutura suportada pode ser uma laje de concreto ou outra que é suportada por um concreto ou

outra coluna.

[0015] Outras características técnicas podem ser facilmente evidentes para um especialista na técnica a partir das seguintes figuras, descrições e reivindicações.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[0016] Para uma compreensão mais completa desta divulgação e suas características, faz-se agora referência à seguinte descrição, tomada em conjunto com os desenhos anexos, nos quais:

[0017] Figura 1 ilustra um exemplo de uma vista de seção transversal de uma estrutura suportada em uma interseção com uma estrutura de suporte de acordo com esta descrição;

Figuras 2 e 3 ilustram um primeiro exemplo de um conjunto de reforço de acordo com esta descrição;

Figura 4 ilustra um segundo exemplo de um conjunto de reforço de acordo com esta descrição;

Figura 5 ilustra um terceiro exemplo de um conjunto de reforço de acordo com esta descrição;

Figura 6 ilustra um quarto exemplo de um conjunto de reforço de acordo com esta descrição;

Figura 7 ilustra um quinto exemplo de um conjunto de reforço de acordo com esta descrição; e

Figura 8 ilustra uma vista de topo de uma utilização exemplar de um conjunto de reforço de acordo com esta descrição.

DESCRIÇÃO DETALHADA

[0018] As Figuras 1 a 8, discutidas abaixo, e as várias modalidades utilizadas para descrever os princípios da presente invenção neste documento de patente são apenas a título de ilustração e não devem ser interpretadas de qualquer forma para limitar o âmbito da invenção. Os peritos

na arte compreenderão que os princípios da invenção podem ser implementados em qualquer tipo de dispositivo ou sistema adequadamente arranjado.

[0019] Por simplicidade e clareza, algumas características e componentes não são mostradas explicitamente em todas as figuras, incluindo aquelas ilustradas em conexão com outras figuras. Será entendido que todas as características ilustradas nas figuras podem ser utilizadas em qualquer uma das modalidades descritas neste documento de patente. A omissão de uma característica ou componente de uma figura particular é para fins de simplicidade e clareza e não pretende implicar que a característica ou componente não pode ser empregado na(s) modalidade(s) descrita(s) em conexão com aquela figura.

[0020] A Figura 1 ilustra um exemplo de uma vista de seção transversal 100 de uma estrutura suportada em uma interseção com uma estrutura de suporte de acordo com esta divulgação. A Figura 1 também mostra a localização típica da fissuração da tração diagonal na estrutura suportada. Neste exemplo, uma estrutura de laje 101 (a estrutura suportada) é anexada a uma coluna de suporte 102 (a estrutura de suporte). A estrutura de laje 101 pode ser formada a partir de qualquer material adequado, tal como concreto ou concreto reforçado com aço. A coluna 102 também pode ser formada a partir de qualquer material adequado, tal como concreto ou concreto reforçado com aço. Cada uma da estrutura de laje 101 e a coluna de suporte 102 pode ter qualquer tamanho, forma e dimensões adequados. Em algumas modalidades, a estrutura de laje 101 poderia ter uma espessura de cerca de seis polegadas a cerca de doze polegadas e a coluna de suporte 102 poderia

ter cerca de dezesseis polegadas a cerca de vinte e quatro polegadas quadradas, embora outras dimensões possam ser utilizadas.

[0021] A estrutura de laje 101 inclui tipicamente componentes estruturais internos que fornecem reforço. Estes componentes internos podem representar qualquer estrutura(s) adequada formada de qualquer material(is) adequado, tal como barra de reforço ("vergalhão") 103 formada de aço carbono ou outro material(is). O vergalhão 103 pode ser colocado ao longo do comprimento da estrutura de laje 101 e/ou através da largura da estrutura de laje 101 e é geralmente colocado na vizinhança da coluna de suporte 102. Em algumas modalidades, o vergalhão 103 estende através do topo da estrutura de laje 101 (dentro e fora da vista como mostrado), bem como ao longo do fundo da estrutura de laje 101. No entanto, ambos podem não ser necessários, tal como quando o vergalhão 103 é utilizado apenas no topo da estrutura de laje 101.

[0022] Neste exemplo, uma área de carga ou de "reação" 104 da estrutura de laje 101 representa uma área onde grandes forças ascendentes podem existir, criando tensões de cisalhamento de perfuração na estrutura de laje 101. Aqui, as tensões de cisalhamento de perfuração estão criando fissuras de tração diagonal indesejáveis na estrutura de laje 101. As fissuras 105 podem formar-se particularmente em áreas de alta tensão da estrutura de laje 101. Muitas vezes, as fissuras 105 podem formar geralmente na área intermediária da estrutura de laje 101 e podem estender para cima e para baixo, frequentemente em uma direção diagonal, se não for impedida. Como descrito em mais detalhe abaixo, vários conjuntos de reforço são aqui divulgados que podem ajudar a

reduzir ou mesmo eliminar a formação de fissuras causadas por forças de cisalhamento em uma estrutura de laje 101 ou outra estrutura suportada de forma semelhante.

[0023] Embora a Figura 1 ilustre um exemplo de uma vista de seção transversal 100 de uma estrutura suportada em uma interseção com uma estrutura de suporte, podem ser feitas várias alterações à Figura 1. Por exemplo, cada um dos componentes da Figura 1 pode ter qualquer tamanho, forma e dimensões adequados. Além disso, os conjuntos de reforço descritos abaixo podem ser utilizados em qualquer outro ambiente onde as forças de cisalhamento afetam uma estrutura, tal como com qualquer estrutura suportada adequada que seja suportada por qualquer estrutura de suporte adequada.

[0024] As Figuras 2 e 3 ilustram um primeiro exemplo de um conjunto de reforço 200 de acordo com esta descrição. Nestas figuras e na descrição seguinte, assume-se que o conjunto de reforço 200 é utilizado em conjunção com a estrutura de laje 101 e a coluna de suporte 102 da Figura 1. No entanto, o conjunto de reforço 200 pode ser usado com qualquer outra estrutura suportada ou qualquer outra estrutura de suporte.

[0025] Como mostrado na Figura 2, o conjunto de reforço 200 inclui múltiplas barras de suporte, de apoio, ou de reforço estendendo longitudinalmente adjacentes, 202a a 202b (referidas como barras de suporte 202). Em algumas modalidades, cada uma das barras de suporte 202 poderia representar uma única barra contínua, embora as barras de suporte 202 formadas a partir de múltiplos segmentos conectados possam ser usadas. Cada uma das barras de suporte 202 pode ter qualquer forma de seção transversal adequada, e cada uma das barras de suporte 202 pode ser formada a

partir de qualquer material adequado, tal como vergalhão. Em algumas modalidades, cada uma das barras de suporte 202 é formada utilizando o vergalhão #4 ou #5. As barras de suporte 202 podem ter superfícies nervuradas, serrilhadas ou outras superfícies rugosas ao longo de todo o seu comprimento. As barras de suporte 202 podem ser conectadas entre si, tal como através de soldadura estrutural, ao longo de todo o seu comprimento ou em pontos especificados ao longo dos seus comprimentos. A utilização de múltiplas barras de suporte 202 em vez de uma única barra de suporte maior poderia ser vantajosa, tal como fornecendo uma superfície horizontal mais larga que fornece uma maior área de suporte. No entanto, uma única barra de suporte 202 também pode ser usada.

[0026] Múltiplos membros de trabalho 204 são independentemente conectados às barras de suporte 202. Cada membro de trabalho 204 aqui denota uma estrutura que é conectada às barras de suporte 202, tal como através de soldadura estrutural, e estende para baixo e para longe das barras de suporte 202. Cada um dos membros de trabalho 204 pode ter qualquer forma de seção transversal adequada, e cada um dos membros de trabalho 204 pode ser formado a partir de qualquer material(is) adequado, tal como vergalhões. Em algumas modalidades, cada um dos membros de trabalho 204 é formado utilizando o vergalhão #3. Os membros de trabalho 204 podem ter superfícies nervuradas, serrilhadas ou outras superfícies rugosas ao longo de todo o seu comprimento.

[0027] Em algumas modalidades, as barras de suporte 202 são soldadas juntas (lado-a-lado) apenas nos pontos em que os membros de trabalho 204 estão conectados às barras de suporte 202, embora outras abordagens possam também ser utilizadas.

Além disso, em alguns casos, todo o conjunto de reforço 200 pode ser fabricado utilizando apenas barras de reforço (possivelmente apenas dois tamanhos de barras de reforço) com conexões soldadas.

[0028] Como mostrado na Figura 2, cada um dos membros de trabalho 204 inclui um lado estendendo descendentemente 206 e uma porção de extremidade enganchada 208. A extremidade de topo do lado estendendo descendentemente 206 conecta para as barras de suporte 202, enquanto a porção de extremidade enganchada 208 permanece livre. A extremidade de topo do lado estendendo descendentemente 206 pode ser conectada a porções iguais das barras de suporte 202, porções desiguais das barras de suporte 202, ou mesmo a uma única das barras de suporte 202. A ponta superior do lado estendendo descendentemente 206 pode ser conectada às barras de suporte 202, ou uma porção superior do lado estendendo descendentemente 206 pode ser dobrada para correr paralelamente às barras de suporte 202 e ser conectada às barras de suporte 202 ao longo da porção superior.

[0029] A porção de extremidade enganchada 208 indica uma porção do lado estendendo descendentemente 206 que é dobrada para trás. Neste exemplo, a porção de extremidade enganchada 208 é dobrada em pelo menos 180° , embora qualquer quantidade adequada de curva possa ser usada para formar a porção de extremidade enganchada 208 (tal como pelo menos 90° , pelo menos 225° , ou pelo menos 270°). Além disso, a porção de extremidade enganchada 208 pode ou não ser curva ao longo de todo o seu comprimento. Na Figura 2, por exemplo, parte da porção de extremidade enganchada 208 é mais reta que curva, embora isto não seja necessário.

[0030] As porções de extremidade enganchadas 208 dos membros de trabalho adjacentes 204 podem enganchar em direções alternadas ou opostas. Na Figura 2, por exemplo, a porção de extremidade enganchada 208 do primeiro membro de trabalho 204 pode enganchar para dentro da página, a porção de extremidade enganchada 208 do segundo membro de trabalho 204 pode enganchar para fora da página, a porção de extremidade enganchada 208 do terceiro membro de trabalho 204 pode enganchar para dentro da página, a porção de extremidade enganchada 208 do quarto membro de trabalho 204 pode enganchar para fora da página, e assim por diante.

[0031] O lado estendendo descendentemente 206 de cada membro de trabalho 204 pode ter qualquer comprimento adequado, e a porção de extremidade enganchada 208 de cada membro de trabalho 204 pode ter qualquer tamanho e raio de curvatura adequados. Em algumas modalidades, a porção de extremidade enganchada 208 de cada membro de trabalho 204 tem um raio de curvatura de cerca de uma polegada. Note que, neste exemplo, o lado estendendo descendentemente 206 e a porção de extremidade enganchada 208 de cada membro de trabalho 204 formam um membro de trabalho substancialmente plano 204, embora isto não seja necessário.

[0032] Como mostrado na Figura 2, cada membro de trabalho 204 é orientado diagonalmente em relação a um eixo longitudinal 210 que estende ao longo das barras de suporte 202. Através desta orientação diagonal, os membros de trabalho 204 podem impedir mais efetivamente a formação e propagação de fissuras diagonais na estrutura de laje 101 e possivelmente mesmo impedir a formação de fissuras 105. Um ângulo 212 entre cada membro de trabalho 204 e as barras de suporte 202 pode ter

qualquer valor adequado, tal como cerca de 20° a cerca de 70°. Em modalidades particulares, o ângulo 212 é de cerca de 35° ou cerca de 45°. O ângulo 212 pode ser substancialmente o mesmo para todos os membros de trabalho 204, de modo que os membros de trabalho 204 são substancialmente paralelos entre si quando o conjunto de reforço 200 é visto a partir do seu lado, embora isto não seja necessário.

[0033] Em algumas modalidades, os membros de trabalho 204 são posicionados de modo que pelo menos alguns dos membros de trabalho 204 se sobrepõem uns aos outros quando o conjunto de reforço 200 é visto a partir do seu lado. Por outras palavras, estes membros de trabalho 204 são arranjados de modo que, quando o conjunto de reforço 200 seja visto a partir do seu lado, parte de um membro de trabalho 204 está localizada sobre parte de um membro de trabalho vizinho 204 em uma direção perpendicular ao eixo longitudinal 210 das barras de suporte 202. A vista "lateral" do conjunto de reforço 200 é definida aqui como a vista na qual as barras de suporte 202 estendem da esquerda para a direita e os membros de trabalho 204 estendem para baixo a partir das barras de suporte 202.

[0034] Um espaçamento 214 entre os membros de trabalho 204 pode ser consistente ao longo do comprimento do conjunto de reforço 200, ou o espaçamento 214 entre os membros de trabalho 204 pode variar. Em algumas modalidades, os espaçamentos 214 entre pares adjacentes de membros de trabalho 204 ao longo do comprimento do conjunto de reforço 200 variam em seções diferentes ou variam continuamente ao longo do comprimento do conjunto de reforço 200. Por exemplo, pares adjacentes de membros de trabalho 204 mais perto do

conjunto de reforço 200 a coluna de suporte 102 pode ter espaçamentos menores 214, enquanto pares adjacentes de membros de trabalho 204 mais distantes da coluna de suporte 102 podem ter espaçamentos maiores 214. Em modalidades particulares, o menor espaçamento horizontal 214 entre dois membros de trabalho adjacentes 204 pode ter cerca de três a cerca de quatro polegadas, e o maior espaçamento 214 entre dois membros de trabalho adjacentes 204 pode ter cerca de dez polegadas.

[0035] O espaçamento(s) 214 e o comprimento(s) dos membros de trabalho (204) para qualquer instalação particular podem ser com base em vários fatores. Exemplos de fatores incluem a espessura da estrutura de laje 101, a carga a ser colocada na estrutura de laje 101, a resistência do concreto ou outro material(is) que forma a estrutura de laje 101, e o tamanho da coluna 102. Em geral, qualquer técnica para aumentar ou diminuir os espaçamentos 214 entre pelo menos alguns dos pares adjacentes de membros de trabalho 204 ao longo do comprimento do conjunto de reforço 200 pode ser usada. Note que a utilização de espaçamentos menores 214 mais próximos da coluna 102 permite que o conjunto de reforço 200 proporcione maior reforço perto da coluna de suporte 102. No entanto, espaçamento variável não é necessário no conjunto de reforço 200.

[0036] Como mostrado na Figura 2, cada barra de suporte 202 pode opcionalmente incluir uma seção 216 que termina dentro da coluna 102 e que é dobrada. As seções 216 das barras de suporte 202 são projetadas para estender para a coluna de suporte 102 e opcionalmente para um reforço de coluna 218 (tal como vergalhão de suporte) para fornecer suporte

adicional e ação de aperto em uma área de máxima tensão e transferência de carga. Note que o tamanho e a forma de cada seção 216 podem variar conforme necessário ou desejado.

[0037] O conjunto de reforço 200 é mostrado aqui como sendo usado em conjunto com reforço adicional 220. O reforço adicional 220 pode denotar o vergalhão 103 ou outros materiais fornecendo reforço normal dentro da estrutura de laje 101. Como pode ser visto aqui, o espaçamento(s) 214 dos membros de trabalho 204 pode ser selecionado de modo que os membros de trabalho 204 são localizados em áreas onde o reforço adicional 220 não é.

[0038] Como mostrado na Figura 2, cada um dos membros de trabalho 204 pode ser dobrado uma única vez antes, durante ou depois de ser conectado às barras de suporte 202. Máquinas automáticas podem ser usadas para dobrar o vergalhão ou outros materiais para formar os membros de trabalho 204 e soldar ou de outro modo anexar os membros de trabalho 204 às barras de suporte 202.

[0039] Como mostrado na Figura 3, os membros de trabalho 204 são colocados diagonalmente nas barras de suporte 202 para engatar qualquer fissura nascente 105 na estrutura de laje 101 em um ângulo de 90° ou próximo de 90° em relação à própria fissura 105. Isto fornece uma eficiência melhorada ou máxima em termos de alinhamento dos membros de trabalho 204 para se oporem diretamente às forças de tração diagonal (divisão). Com a colocação diagonal, cada membro de trabalho 204 engata uma percentagem muito maior da zona de fissura potencial por unidade de comprimento em comparação com uma orientação vertical. O posicionamento diagonal também permite que cada membro de trabalho 204 se encarregue de até

duas vezes mais zonas de fissura por unidade. Além disso, o tamanho compacto e o alinhamento dos membros de trabalho 204 permitem que os membros de trabalho 204 penetrem para baixo, mesmo entre concentrações de vergalhão de topo densamente empacotadas, e para engatar a profundidade total da espessura de laje estrutural.

[0040] Embora o uso de vergalhões pequenos (rugosos) possa significar que mais membros de trabalho sejam necessários por instalação, isso fornece uma vantagem na medida em que permite uma distribuição mais dispersa dos membros de trabalho individuais no concreto do que é fornecido pelas abordagens convencionais. Como resultado, o reforço pode "se misturar" ao material de concreto e agir mais como parte integral do próprio concreto.

[0041] A Figura 4 ilustra um segundo exemplo de um conjunto de reforço 400 de acordo com esta descrição. Como mostrado na Figura 4, o conjunto de reforço 400 inclui múltiplas barras de suporte, de apoio ou de reforço estendendo longitudinalmente adjacentes 402a a 402b (referidas como barras de suporte 402). Note, no entanto, que uma única barra de suporte 402 também pode ser usada.

[0042] Múltiplos membros de trabalho 404 são independentemente conectados às barras de suporte 402. Cada um dos membros de trabalho 404 inclui um lado estendendo descendentemente 406 e uma porção de extremidade enganchada 408, e as porções de extremidade enganchadas 408 de membros de trabalho adjacentes 404 podem enganchar direções alternadas ou opostas. O lado estendendo descendentemente 406 pode ser conectado a uma ou a ambas as barras de suporte 402 (igual ou desigualmente). A porção de extremidade

enganchada 408 pode ou não ser curva ao longo de todo o seu comprimento e, neste exemplo, parte da porção de extremidade enganchada 408 é mais reta do que curva.

[0043] Cada membro de trabalho 404 é orientado diagonalmente em relação a um eixo longitudinal 410 que estende ao longo das barras de suporte 402. Um ângulo 412 entre cada membro de trabalho 404 e as barras de suporte 402 pode ter qualquer valor adequado, como cerca de 20° a cerca de 70° . Em modalidades particulares, o ângulo 412 é de cerca de 35° ou cerca de 45° . O mesmo ângulo 412 pode ou não ser usado para cada membro de trabalho 404.

[0044] Um espaçamento 414 entre os membros de trabalho 404 pode ser consistente ou variar. Se for utilizado um espaçamento variável 414, os espaçamentos 414 podem variar em seções ou continuamente ao longo do comprimento do conjunto de reforço 400. Cada barra de suporte estendendo longitudinalmente 402 pode terminar opcionalmente na coluna 102 em uma estrutura 416. Esta estrutura 416 é concebida estender para a coluna de suporte 102 e pode ou não estender para um reforço de coluna 418 (tal como um vergalhão de suporte). O conjunto de reforço 400 pode ser usado em conjunto com reforço adicional 420. Os componentes 402 a 414, 418 a 420 mostrados na Figura 4 podem ser os mesmos ou similares aos componentes correspondentes 202 a 214, 218 a 220 nas Figuras 2 e 3.

[0045] Em vez de representar porções dobradas das barras de suporte 402, a estrutura 416 inclui um ou mais componentes adicionais que são conectados às barras de suporte 402. Por exemplo, a estrutura 416 aqui pode ser formada por conectar uma ou mais barras estendendo descendentemente até barras de

suporte 402. As barras estendendo descendentemente podem ser formadas de vergalhões #3, #4 ou #5 ou outras estruturas que são soldadas ou de outra forma presas às barras de suporte 402. Note que enquanto a estrutura 416 é mostrada como estendendo reta para baixo na Figura 4, isso não precisa ser o caso. Por exemplo, a estrutura 416 pode estender para baixo e, em seguida, angular de volta para fora da coluna 102 e para dentro da estrutura de laje 101.

[0046] Em algumas modalidades, os membros de trabalho 404 são posicionados de modo que pelo menos alguns dos membros de trabalho 404 se sobrepõem entre si quando o conjunto de reforço 400 é visto a partir do seu lado. Por outras palavras, estes membros de trabalho 404 são dispostos de modo que, quando o conjunto de reforço 400 é visto a partir do seu lado, parte de um membro de trabalho 404 está localizada sobre parte de um membro de trabalho vizinha 404 em uma direção perpendicular ao eixo longitudinal 410 das barras de suporte 402. A vista "lateral" do conjunto de reforço 400 é definida aqui como a vista na qual as barras de suporte 402 estendem da esquerda para a direita e os membros de trabalho 404 estendem para baixo a partir das barras de suporte 402.

[0047] A Figura 5 ilustra um terceiro exemplo de um conjunto de reforço 500 de acordo com esta descrição. Na descrição seguinte, assume-se que o conjunto de reforço 500 é utilizado em conjunção com a estrutura de laje 101 e a coluna de suporte 102 da Figura 1. No entanto, o conjunto de reforço 500 pode ser usado com qualquer outra estrutura suportada ou qualquer outra estrutura de suporte.

[0048] Como mostrado na Figura 5, o conjunto de reforço 500

inclui múltiplas barras de reforço, de apoio ou suporte 502a a 502b (referidas como barras de suporte 502) e múltiplos membros de trabalho 504 dispostos nas barras de suporte 502. Note, no entanto, que uma única barra de suporte 502 também pode ser usada. Cada membro de trabalho 504 inclui um lado estendendo descendentemente 506 e uma porção de extremidade enganchada 508. Estes componentes podem ser os mesmos, ou semelhantes aos componentes correspondentes descritos acima, exceto que a porção de extremidade enganchada 508 engata por pelo menos 270° aqui. Note que enquanto parte da porção de extremidade enganchada 508 é mais reta do que curva, isto não precisa ser o caso. Embora não seja mostrado, em algumas modalidades, os membros de trabalho 504 são posicionados de modo que pelo menos alguns dos membros de trabalho 504 sobrepõem entre si quando o conjunto de reforço 500 é visto a partir do seu lado.

[0049] A Figura 6 ilustra um quarto exemplo de um conjunto de reforço 600 de acordo com esta descrição. Na descrição seguinte, assume-se que o conjunto de reforço 600 é utilizado em conjunção com a estrutura de laje 101 e a coluna de suporte 102 da Figura 1. No entanto, o conjunto de reforço 600 pode ser usado com qualquer outra estrutura suportada ou qualquer outra estrutura de suporte.

[0050] Como mostrado na Figura 6, o conjunto de reforço 600 inclui pelo menos uma barra de reforço, de apoio ou de suporte 602 (referida como barra(s) de suporte 602) e múltiplos membros de trabalho 604 dispostos na barra(s) 602. o membro de trabalho 604 inclui um lado estendendo descendentemente 606 e uma porção de extremidade enganchada 608.

[0051] Neste exemplo, uma única barra de suporte 602 pode ser usada no conjunto de reforço 600, embora múltiplas barras de suporte 602 possam ser usadas como descrito acima. Além disso, a porção de extremidade enganchada 608 de cada membro de trabalho 604 aqui pode ser dobrada em um ângulo menor, tal como um ângulo de pelo menos 45°, embora possam ser utilizados outros ângulos incluindo os descritos acima. Além disso, cada membro de trabalho 604 pode ser dobrado de modo que a porção de extremidade enganchada 608 estende ao longo de um eixo longitudinal 610 da barra(s) de suporte 602 (afastado a partir de uma coluna 102), em vez de estender transversalmente ao eixo longitudinal 610 da barra(s) de suporte 602. Qualquer uma destas características individuais ou qualquer combinação destas características pode ser utilizada nos conjuntos de reforço 200, 400, 500 descritos acima. Embora não seja mostrado, em algumas modalidades, os membros de trabalho 604 são posicionados de modo que pelo menos alguns dos membros de trabalho 604 sobrepõem entre si quando o conjunto de reforço 600 é visto a partir do seu lado.

[0052] A Figura 7 ilustra um quinto exemplo de um conjunto de reforço 700 de acordo com esta descrição. Na Figura 7 e a descrição seguinte, assume-se que o conjunto de reforço 700 é utilizado em conjunção com a estrutura de laje 101 e a coluna de suporte 102 da Figura 1. No entanto, o conjunto de reforço 700 pode ser usado com qualquer outra estrutura suportada ou qualquer outra estrutura de suporte.

[0053] Como mostrado na Figura 7, o conjunto de reforço 700 inclui uma ou mais barras de reforço, de apoio ou suporte estendendo longitudinalmente 702 (referidas como barra(s) de

suporte 702). Em algumas modalidades, cada barra de suporte 702 pode representar uma única barra contínua, embora uma barra de suporte 702 formada a partir de múltiplos segmentos conectados possa ser usada. Cada das barras de suporte 702 pode ter qualquer forma de seção transversal adequada, e cada das barras de suporte 702 pode ser formada a partir de qualquer material(is) adequado, tal como vergalhão. Em algumas modalidades, cada uma das barras de suporte 702 é formada utilizando o vergalhão #4 ou #5. Em modalidades particulares, as barras de suporte 702 podem denotar barras de reforço de momento negativo usadas em uma laje de concreto ou outra estrutura. As barras de suporte 702 podem ter superfícies nervuradas, serrilhadas ou outras superfícies rugosas ao longo de todo o seu comprimento. Se forem utilizadas múltiplas barras de suporte adjacentes 702 (tais como duas barras de suporte adjacentes 702), as barras de suporte 702 podem ser conectadas entre si, tal como através de soldadura estrutural, ao longo de todo o seu comprimento ou em pontos especificados ao longo dos seus comprimentos. A utilização de múltiplas barras de suporte 702 em vez de uma única barra de suporte maior pode ser vantajosa, por exemplo, fornecendo uma pegada horizontal mais ampla que fornece uma maior área de apoio.

[0054] Múltiplos membros de trabalho 704 são independentemente conectados às barras de suporte 702. Cada membro de trabalho 704 aqui denota uma estrutura que é conectada às barras de suporte 702, tal como através de soldadura estrutural, e que estende para baixo e para longe das barras de suporte 702. Cada um dos membros de trabalho 704 pode ter qualquer forma de seção transversal adequada,

e cada um dos membros de trabalho 704 pode ser formado a partir de qualquer material(is) adequado, tal como vergalhões. Em algumas modalidades, cada um dos membros de trabalho 704 é formado utilizando o vergalhão #3. Os membros de trabalho 704 podem ter superfícies nervuradas, serrilhadas ou outras superfícies rugosas ao longo de todo o seu comprimento.

[0055] Em algumas modalidades, as barras de suporte 702 podem denotar estruturas que já serão utilizadas dentro da estrutura de laje 101 ou outra estrutura suportada, tal como quando as barras de suporte 702 representam barras de reforço de momento negativo. Nestes tipos de modalidades, os membros de trabalho 704 podem ser adicionados às barras de suporte 702 (tipicamente, mas não necessariamente em uma loja) e podem representar a única adição necessária para implementar o conjunto de reforço 700 na estrutura de laje 101.

[0056] Além disso, em algumas modalidades, múltiplas barras de suporte 702 são soldadas juntas (lado-a-lado) apenas nos pontos em que os membros de trabalho 704 são conectados às barras de suporte 702, embora outras abordagens possam também ser utilizadas. Além disso, em alguns casos, todo o conjunto de reforço 700 pode ser fabricado utilizando apenas vergalhão (possivelmente apenas dois tamanhos de vergalhão) com conexões soldadas.

[0057] Como mostrado na Figura 7, cada um dos membros de trabalho 704 inclui um lado estendendo descendentemente 706 e uma porção de extremidade enganchada 708. A extremidade de topo do lado estendendo descendentemente 706 conecta para as barras de suporte 702, enquanto a porção de extremidade enganchada 708 permanece livre. Note, no entanto, que os

membros de trabalho 704 podem ter quaisquer outros desenhos adequados que permitam que os membros de trabalho 704 estendam para baixo a partir da barra(s) 702 e forneçam reforço. Por exemplo, os membros de trabalho 704 podem ter a forma mostrada na Figura 5 ou na Figura 6.

[0058] A extremidade de topo do lado estendendo descendentemente 706 pode ser conectada a porções iguais das barras de suporte 702, porções desiguais das barras de suporte 702, ou mesmo a uma única das barras de suporte 702. A ponta superior do lado estendendo descendentemente 706 pode ser conectada às barras de suporte 702, ou uma porção superior do lado estendendo descendentemente 706 pode ser dobrada para correr paralelamente às barras de suporte 702 e ser conectada às barras de suporte 702 ao longo da porção superior.

[0059] A porção de extremidade enganchada 708 denota uma porção do lado estendendo descendentemente 706 que é dobrada para trás. Neste exemplo, a porção de extremidade enganchada 708 é dobrada em pelo menos 180° , embora qualquer quantidade adequada de curva possa ser usada para formar a porção de extremidade enganchada 708 (tal como pelo menos 45° , pelo menos 90° , pelo menos 225° , ou pelo menos 270°). Além disso, a porção de extremidade enganchada 708 pode ou não ser curva ao longo de todo o seu comprimento. Na Figura 7, por exemplo, parte da porção de extremidade enganchada 708 é mais reta do que curva, embora isto não seja necessário.

[0060] As porções de extremidade enganchadas 708 dos membros de trabalho adjacentes 704 podem enganchar em direções alternadas ou opostas. Na Figura 7, por exemplo, a porção de extremidade enganchada 708 do primeiro membro de trabalho

704 pode enganchar para dentro da página, a porção de extremidade enganchada 708 do segundo membro de trabalho 704 pode enganchar para fora da página, a porção de extremidade enganchada 708 do terceiro membro de trabalho 704 pode enganchar para dentro da página, a porção de extremidade enganchada 708 do quarto membro de trabalho 704 pode enganchar para fora da página, e assim por diante.

[0061] O lado estendendo descendentemente 706 de cada membro de trabalho 704 pode ter qualquer comprimento adequado, e a porção de extremidade enganchada 708 de cada membro de trabalho 704 pode ter qualquer tamanho e raio de curvatura adequados. Em algumas modalidades, a porção de extremidade enganchada 708 de cada membro de trabalho 704 tem um raio de curvatura de cerca de uma polegada. Note que, neste exemplo, o lado estendendo descendentemente 706 e a porção de extremidade enganchada 708 de cada membro de trabalho 704 formam um membro de trabalho substancialmente planar 704, embora esta necessidade possa não ser o caso.

[0062] Como mostrado na Figura 7, cada membro de trabalho 704 é orientado diagonalmente em relação a um eixo longitudinal 710 estendendo ao longo das barras de suporte 702. Através desta orientação diagonal, os membros de trabalho 704 podem impedir mais eficazmente a formação e propagação de fissuras diagonais na estrutura de laje 101 e possivelmente até impedir a formação de fissuras 105. Um ângulo 712 entre cada membro de trabalho 704 e as barras de suporte 702 pode ter qualquer valor adequado, tal como cerca de 20° a cerca de 70°. Em modalidades particulares, o ângulo 712 é de cerca de 35° ou cerca de 45°. O ângulo 712 pode ser substancialmente o mesmo para diferentes conjuntos de membros de trabalho

704, de modo que os membros de trabalho 704 em cada conjunto são substancialmente paralelos entre si quando o conjunto de reforço 700 é visto a partir do seu lado, embora isto não seja necessariamente o caso.

[0063] No exemplo mostrado na Figura 7, as barras de suporte 702 não terminam em ou dentro da coluna de suporte 102. Em vez disso, as barras de suporte 702 começam em alguma distância a partir da coluna de suporte 102, deslocam-se através ou perto da coluna de suporte 102, e terminam alguma distância da coluna de suporte 102. Porque as barras de suporte 702 estendem em direções opostas a partir da coluna de suporte 102, os membros de trabalho 704 nas extremidades opostas da coluna de suporte 102 são angulados em direções opostas. Ou seja, os membros de trabalho 704 na extremidade esquerda das barras de suporte 702 na Figura 7 angulam para baixo e para a esquerda afastam-se da coluna de suporte 102, enquanto os membros de trabalho 704 na extremidade direita das barras de suporte 702 na Figura 7 angulam para baixo e para a direita afastam-se da coluna de suporte 102. Os ângulos utilizados pelos membros de trabalho direito e esquerdo 704 podem ser os mesmos ou podem variar conforme necessário ou desejado. Em modalidades particulares, uma metade do conjunto de reforço 700 é uma imagem de espelho da outra metade do conjunto de reforço 700.

[0064] O conjunto de reforço 700 pode ser fabricado de qualquer maneira adequada. Por exemplo, o conjunto de reforço 700 pode ser construído soldando ou de outro modo anexando os membros de trabalho 704 a uma ou mais barras de suporte contínuas 702. Como outro exemplo, conjuntos de reforço separados (tais como qualquer um dos conjuntos de reforço

descritos acima) podem ser soldados ou de outro modo anexados em conjunto em suas barras de suporte 702.

[0065] Em algumas modalidades, os membros de trabalho 704 são posicionados de modo que pelo menos alguns dos membros de trabalho 704 se sobreponham entre si quando o conjunto de reforço 700 é visto a partir do seu lado. Por outras palavras, estes membros de trabalho 704 são dispostos de modo que, quando o conjunto de reforço 700 é visto a partir do seu lado, parte de um membro de trabalho 704 está localizada sobre parte de um membro de trabalho vizinho 704 em uma direção perpendicular ao eixo longitudinal 710 das barras de suporte 702. A vista "lateral" do conjunto de reforço 700 é definida aqui como a vista na qual as barras de suporte 702 estendem da esquerda para a direita e os membros de trabalho 704 estendem para baixo a partir das barras de suporte 702.

[0066] Um espaçamento 714 entre membros de trabalho adjacentes 704 pode ser consistente ao longo do comprimento do conjunto de reforço 700 (exceto em uma área central onde as barras de suporte 702 passam através da coluna de suporte 102), ou os espaçamentos 714 entre membros de trabalho adjacentes 704 podem variar. Em algumas modalidades, os espaçamentos 714 entre pares adjacentes de membros de trabalho 704 ao longo do comprimento do conjunto de reforço 700 variam em seções diferentes ou movendo continuamente a partir de um centro do conjunto de reforço 700. Por exemplo, pares adjacentes de membros de trabalho 704 mais perto da coluna de suporte 102 podem ter espaçamentos menores 714, enquanto pares adjacentes de membros de trabalho 704 mais afastados da coluna de suporte 102 podem ter espaçamentos

maiores 714. Em modalidades particulares, o menor espaçamento horizontal 714 entre dois membros de trabalho adjacentes 704 pode ter cerca de três a cerca de quatro polegadas, e o espaçamento maior 714 entre dois membros de trabalho adjacentes 704 pode ter cerca de dez polegadas.

[0067] O espaçamento(s) 714 e o comprimento(s) dos membros de trabalho 704 para qualquer instalação particular podem ser com base em vários fatores. Exemplos de fatores incluem a espessura da estrutura de laje 101, a carga a ser colocada na estrutura de laje 101, a resistência do concreto ou outro material que forma a estrutura de laje 101, e o tamanho da coluna 102. Em geral, qualquer técnica para aumentar ou diminuir os espaçamentos 714 entre pelo menos alguns dos pares adjacentes de membros de trabalho 704 ao longo do comprimento do conjunto de reforço 700 pode ser usada. A utilização de espaçamentos menores 714 mais próximos da coluna 102 permite que o conjunto de reforço 700 forneça maior reforço mais próximo da coluna de suporte 102. No entanto, espaçamento variável não é necessário no conjunto de reforço 700.

[0068] Como referido acima, uma ou mais barras de suporte 702 aqui podem denotar uma ou mais barras de reforço de momento negativo, que são frequentemente encontradas em lajes de concreto ou outras estruturas. Nestas modalidades, os membros de trabalho 704 podem ser seguros a algumas ou todas as barras de reforço de momento negativo na área de uma coluna de suporte 101.

[0069] O conjunto de reforço 700 é aqui mostrado como sendo usado em conjunto com reforço adicional 720. O reforço adicional 720 pode denotar o vergalhão 103 ou outros

materiais fornecendo reforço normal dentro da estrutura de laje 101. Como pode ser visto aqui, o espaçamento(s) dos membros de trabalho 704 pode ser selecionado de modo que os membros de trabalho 704 são localizados em áreas onde o reforço adicional 720 não é.

[0070] Como mostrado na Figura 7, cada um dos membros de trabalho 704 pode ser dobrado uma única vez antes, durante ou depois de ser conectado às barras de suporte 702. Máquinas automáticas podem ser usadas para dobrar o vergalhão ou outros materiais para formar os membros de trabalho 704 e soldar ou de outro modo anexar os membros de trabalho 704 nas barras de suporte 702.

[0071] Os membros de trabalho 704 podem ser colocados diagonalmente nas barras de suporte 702 para encarregar-se de qualquer fissura nascente 105 na estrutura de laje 101 em um ângulo de 90° ou próximo de 90° em relação à própria fissura 105. Isto fornece uma eficiência melhorada ou máxima em termos de alinhamento dos membros de trabalho 704 para se oporem diretamente às forças de tração diagonais (divisão). Com a colocação diagonal, cada membro de trabalho 704 se encarrega de uma percentagem muito maior da zona de fissura potencial por unidade de comprimento em comparação com uma orientação vertical. A colocação diagonal também permite que cada membro de trabalho 704 se encarregue de até duas vezes mais zonas de fissura por unidade. Além disso, o tamanho compacto e o alinhamento dos membros de trabalho 704 permitem que os membros de trabalho 704 penetrem para baixo, mesmo entre concentrações de vergalhão de topo densamente compactadas, e para engatar a profundidade total da espessura de laje estrutural.

[0072] Embora o uso de vergalhões pequenos (rugosos) possa significar que mais membros de trabalho são necessários por instalação, isso fornece uma vantagem na medida em que permite uma distribuição mais dispersa dos membros de trabalho individuais no concreto do que a fornecida pelas abordagens convencionais. Como resultado, o reforço pode "se misturar" ao material de concreto e agir mais como parte integral do próprio concreto.

[0073] A Figura 8 ilustra uma vista de topo de um exemplo de utilização de um conjunto de reforço 700 de acordo com esta descrição. Como mostrado aqui, múltiplos conjuntos de reforço 700 são utilizados dentro da estrutura de laje 101, e alguns dos conjuntos de reforço 700 estendem através da área onde a coluna de suporte 102 se junta à estrutura de laje 101. Dado o tamanho retangular da coluna de suporte 102 neste exemplo particular, números diferentes de conjuntos de reforço 700 podem ser utilizados em diferentes direções através da estrutura de laje 101 (embora isto não seja necessariamente o caso).

[0074] Existem também múltiplas instâncias de cabos pós-tensionados 802 estendendo através da estrutura de laje 101 e da coluna de suporte 102 em diferentes direções. Os cabos pós-tensionados 802 são rotineiramente usados em lajes de concreto ou outras estruturas para fornecer reforço contra tensões de tração.

[0075] Note que, neste exemplo, existem conjuntos de reforço 700 estendendo através da estrutura de laje 101 através da área onde a coluna de suporte 102 se junta à estrutura de laje 101 e próximo da área onde a coluna de suporte 102 se junta à estrutura de laje 101. Note também que isto ocorre

em diferentes direções através da estrutura de laje 101. No entanto, isso não precisa ser o caso. Por exemplo, embora existam quatro conjuntos de reforço 700 deslocando-se para cima e para baixo na Figura 8, os dois conjuntos de reforço externos 700 que se deslocam para cima e para baixo na Figura 8 podem ser omitidos de modo que apenas os dois conjuntos de reforço internos 700 que se deslocam para cima e para baixo na Figura 8 permanecem. Estes dois conjuntos de reforço internos 700 passam através da área onde a coluna de suporte 102 se junta à estrutura de laje 101. Qualquer outro número e arranjo de conjuntos de reforço 700 podem ser usados na estrutura de laje 101.

[0076] Durante a utilização, os conjuntos de reforço 200, 400, 500, 600, 700 nas Figuras 2 a 7 podem funcionar como segue. Os membros de trabalho 204, 404, 504, 604, 704 de um conjunto de reforço transmitem forças horizontais e verticais dentro de uma estrutura de laje 101 até as barras de suporte 202, 402, 502, 602, 702. Estas forças horizontais e verticais são respectivamente axiais com e transversais às barras de suporte. As barras de suporte são projetadas para resistir à movimentação em resposta a essas forças horizontais e verticais. Como resultado, as barras de suporte transmitem estas forças para a zona superior da estrutura de laje 101 e depois para a coluna 102, possivelmente para o vergalhão ou outro reforço de coluna 218, 418 dentro da coluna 102. Efetivamente, o conjunto de reforço opera para "pegar" cargas descendentes dentro da estrutura de laje 101 e transportar essas cargas para a coluna 102, ajudando a reduzir as cargas verticais na estrutura de laje 101.

[0077] A capacidade de transmitir forças horizontais e

verticais dentro de uma estrutura de laje 101 para as barras de suporte é diferente de como várias abordagens convencionais operam. Por exemplo, rebites de aço (como no sistema STUD-RAIL) não são projetados para capturar e transmitir forças horizontais para barras de suporte e são projetados para fornecer reforço vertical dentro de uma laje. Além disso, barras planas horizontais em sistemas como o sistema STUD-RAIL são lisas e não são usadas para resistir a forças horizontais nas barras planas. Além disso, os rebites verticais, como no sistema STUD-RAIL, não são projetados para prender o concreto ao longo de todo o seu comprimento, mas são projetados para incluir hastes lisas que conectam os flanges superiores e inferiores. Quando as fissuras diagonais começam a se formar, a carga do concreto é transferida para os flanges e depois para as hastes dos rebites verticais, e os eixos podem realmente alongar. Como resultado, quando fissuras devido a tensões de tração diagonais começam a se formar, as superfícies fraturadas podem deslizar ao longo das hastes lisas, e as fissuras estendem em fissuras maiores e mais amplas. Essas fissuras mais amplas podem ser particularmente prejudiciais à integridade da estrutura geral, pois podem levar a uma condição conhecida como "perda de intertravamento de agregado", que permite o deslizamento diferencial entre as superfícies e a sequência de falhas começa.

[0078] Em contraste, os conjuntos de reforço nas Figuras 2 a 7 podem ser formados a partir de materiais tais como vergalhões que podem prender concreto adjacente, e os membros de trabalho podem ser dispostos substancialmente perpendiculares a quaisquer fissuras ou potenciais fissuras.

Assim, os conjuntos de reforço podem reduzir significativamente as fissuras e podem impedir significativamente fissuras adicionais se as fissuras se formarem. Além disso, se as fissuras se formarem, as superfícies rugosas das fissuras podem ser mantidas juntas pelos conjuntos de reforço, permitindo que as superfícies internas das fissuras continuem a se "acasalar" e reduzir ou evitar o deslizamento diferencial. Mesmo se pequenas microfissuras se formarem, o uso de vergalhões com superfícies rugosas ajuda a evitar fissuras mais amplas e a perda de intertravamento de agregados, ajudando, assim, a evitar que uma sequência de falhas comece.

[0079] Nas Figuras 2 a 7, o uso de superfícies nervuradas, serrilhadas ou outras superfícies rugosas dos vários componentes dos conjuntos de reforço ajuda a unir os conjuntos de reforço ao concreto ou outro material(is) da estrutura de laje 101. Isto ajuda a inibir movimento axial do concreto ou outro material(is) e para inibir a formação localizada e separação de fissuras. A colocação angulada dos membros de trabalho nos conjuntos de reforço permite que os membros de trabalho sejam substanciais ou completamente perpendiculares à orientação de fissuras antecipadas, permitindo que os membros de trabalho proporcionem uma eficiência estrutural aumentada ou máxima. Estruturas de reforço verticais (como no sistema STUD-RAIL) podem ser puxadas para os lados quando se formam fissuras diagonais, que podem esmagar o concreto nas bordas das fissuras e permitir que as superfícies fissuradas se afastem ligeiramente. A orientação angulada dos membros de trabalho também permite que os membros de maior comprimento possam

ser utilizados nos conjuntos de reforço em comparação com os sistemas nos quais os rebites de aço (como no sistema STUD-RAIL) estão orientados verticalmente dentro de uma laje. Além disso, porque o vergalhão #3 (com diâmetro de 3/8", 0,95 cm) tem uma área transversal menor em comparação com os dispositivos convencionais (como os rebites de aço com diâmetro de 1/2", 1,27cm, no sistema STUD-RAIL), pode haver mais membros de trabalho em um determinado espaço, fornecendo assim uma distribuição mais ampla de reforço nos conjuntos de reforço. A área de seção transversal menor dos membros de trabalho também fornece mais área de superfície por quilo de material, o que ajuda a fornecer melhor eficiência de ligação. Além disso, o espaçamento variável dos membros de trabalho (se usados) permite que mais reforço seja fornecido em áreas onde as tensões de cisalhamento de perfuração ou outras tensões são as mais altas, como ao redor de colunas ou outras estruturas de suporte.

[0080] Note que as barras de suporte nos conjuntos de reforço estão localizadas no topo dos conjuntos de reforço, em vez de no fundo dos conjuntos de reforço dentro da estrutura de laje 101. Descobriu-se que quando uma laje de concreto sofre deformação devido à tensão de cisalhamento de perfuração, o topo da laje de concreto próxima a uma coluna experimenta uma tensão de tração biaxial excessiva, enquanto a parte inferior da laje de concreto perto da coluna experimenta tensão de compressão excessiva. Se as barras de suporte estiverem localizadas no fundo de um conjunto de reforço com os membros de trabalho estendendo para cima, as extremidades livres dos membros de trabalho podem ser incapazes de manter a ancoragem com o concreto no topo da laje devido ao excesso

de tensão de tração horizontal biaxial, que reduz a resistência à compressão do concreto nessa área.

[0081] Arranjar as barras de suporte no topo dos conjuntos de reforço permite que as barras de suporte forneçam reforço de tração para o topo da estrutura de laje 101. Além disso, correr múltiplas barras de suporte horizontalmente fornece uma área de apoio mais larga para suportar as forças de tração verticais nos membros de trabalho. Além disso, arranjar as barras de suporte no topo dos conjuntos de reforço permite que as extremidades livres dos membros de trabalho estejam localizadas perto do fundo da estrutura de laje 101. Neste caso, a tensão de compressão devido a dobra aumenta a resistência de compressão do concreto de modo que pode prender de forma mais eficiente as extremidades de fundo dos membros de trabalho, o que pode ajudar a manter uma ligação segura com as porções de extremidade enganchadas dos membros de trabalho. Este é o oposto da condição que ocorre no topo da laje de concreto.

[0082] Além disso, as barras e os membros de trabalho dos conjuntos de reforço são frequentemente descritos acima como sendo formados a partir de vergalhões. No entanto, outros materiais podem ser usados para formar as barras e/ou membros de trabalho dos conjuntos de reforço. Por exemplo, em vez de vergalhões, cada barra e/ou membro de trabalho de um conjunto de reforço pode ser formado usando uma barra ou haste "roscada". Como um exemplo particular, cada barra e/ou membro de trabalho de um conjunto de reforço pode ser formado usando uma barra ou haste de aço roscada. Semelhante a um ferrolho ou parafuso, uma barra ou haste roscada inclui pelo menos uma rosca que envolve uma barra ou haste ao longo de pelo

menos parte do comprimento da estrutura. A rosca ou roscas ajudam a envolver o concreto em torno da estrutura roscada. Tal estrutura pode ser fabricada de qualquer maneira adequada, tal como por maquinar pelo menos uma rosca ao longo de parte ou todo o comprimento de uma barra ou haste. Outros tipos de estruturas podem também ser utilizados para formar as barras e/ou membros de trabalho, tais como outras estruturas com características de superfície que permitem que as barras e/ou membros de trabalho agarrem ou engatem no concreto.

[0083] Embora as Figuras 2 a 7 ilustrem exemplos de conjuntos de reforço para utilização com estruturas de concreto ou outras estruturas suportadas e a Figura 8 ilustre um exemplo de utilização de um conjunto de reforço, podem ser feitas várias alterações às Figuras 2 a 8. Por exemplo, as formas e tamanhos relativos e as dimensões dos componentes em cada Figura são apenas para ilustração. Além disso, o número de cada componente em cada figura pode variar, como quando mais de duas barras de suporte são usadas em um conjunto de reforço ou várias peças de vergalhão são usadas para formar um membro de trabalho. Além disso, cada um dos conjuntos de reforço pode encontrar uso em várias situações diferentes do exemplo mostrado. Por exemplo, um ou mais conjuntos de reforço podem ser usados com uma coluna, com um estribo de viga de uma viga profunda de longo alcance, ou dentro de um estribo de viga de uma viga larga e rasa, e múltiplos conjuntos de reforço podem ser posicionados em cada lado de uma coluna ou outra estrutura de suporte.

[0084] Além disso, qualquer uma das características mostradas ou descritas em relação a uma ou algumas das figuras pode

ser usada nas outras figuras, mesmo que não seja mostrada ou descrita em relação às outras figuras. Como um exemplo particular, uma ou mais barras de reforço de momento negativo, embora descritas como possivelmente sendo usadas como barra(s) de suporte 702, podem também ser usadas em qualquer um dos outros conjuntos de reforço descritos acima. Como outro exemplo particular, enquanto os membros de trabalho 704 na Figura 7 são os mesmos ou similares aos membros de trabalho 204 e 404 nas Figuras 2 a 4, os membros de trabalho 500 ou 600 na Figura 5 ou 6 podem ser usados na Figura 7. Como ainda outro exemplo particular, qualquer um dos conjuntos de reforço mostrados nas Figuras 2 a 6 pode ser posicionado em torno da coluna 102 como mostrado na Figura 8, embora esses conjuntos de reforço possam não estender através da coluna 102 como os conjuntos de reforço 700 fazem.

[0085] Note que múltiplas barras de suporte nos conjuntos de reforço descritos acima podem ou não ter o mesmo comprimento e/ou extremidades que estão alinhadas com ou anexadas umas às outras. Por exemplo, em algumas modalidades, uma das barras de suporte pode ser mais curta do que a outra barra de suporte, ou barras de suporte de comprimentos iguais ou diferentes podem ser deslocadas umas das outras. Isto pode permitir, por exemplo, que uma barra de suporte estende para mais longe de uma coluna ou outra estrutura de suporte do que a outra barra de suporte. Como um exemplo particular, uma barra de suporte pode se estender mais para longe da coluna ou de outra estrutura de suporte do que a outra barra de suporte em cerca de um ou dois pés. Se as barras de suporte estendem através da coluna como na Figura 7, uma

barra de suporte pode se estender mais para longe da coluna ou outra estrutura de suporte do que a outra barra de suporte em ambas as extremidades, ou diferentes barras de suporte podem se afastar da coluna ou outra estrutura em lados diferentes da coluna. Esta pode ser uma opção em alguns casos, uma vez que o reforço que é necessário pode ser menor quando mais distante da coluna ou de outra estrutura de suporte, pelo que apenas uma barra de suporte pode ser necessária ou desejada nessas distâncias mais distantes. Entre outras coisas, isso pode reduzir a quantidade de metal ou outros materiais necessários para as barras de suporte. Isso pode ser particularmente benéfico em grandes estruturas quando centenas ou milhares de conjuntos de reforço podem ser necessários.

[0086] Um uso particular dos conjuntos de reforço descritos neste documento pode ser o seguinte (obviamente, outros usos são possíveis). Dois tipos de tensões de flexão estão tipicamente presentes em uma laje de concreto elevada em cada lado de um membro de suporte carregado, tipicamente uma coluna de concreto, ou um painel de queda. Uma é a tração flexural horizontal na porção superior da laje devido a momentos de flexão negativos. A outra é a tração diagonal (para a direção horizontal) devido à interação entre tensões de cisalhamento verticais resultantes da carga de laje e da tensão de cisalhamento horizontal causada pela flexão flexural. A prática atual para o reforço de tração flexural é usar vergalhões retos distribuídos ou amarrados em feixes no topo da laje.

[0087] As tensões de tração horizontais podem estar no máximo imediatamente adjacentes à coluna e podem diminuir movendo

para longe da coluna. O cisalhamento vertical devido a cargas de gravidade pode interagir com o cisalhamento de flexão horizontal e desviar parte dessa tensão para um alinhamento diagonal, o que pode levar à tração diagonal. Em outras palavras, altas tensões de flexão não desaparecem simplesmente à medida que se afastam da coluna, mas podem, na verdade, curvar-se para baixo. A tração criada por esta curvatura é acomodada usando reforço de tração, o qual pode ser fornecido pelas conexões soldadas ou outras às barras de suporte nas extremidades de topo dos membros de trabalho nos conjuntos de reforço. Os conjuntos de reforço podem, portanto, fornecer unicamente reforço contínuo para corresponder substancialmente ao padrão de tensão na laje.

[0088] Tensões de tração diagonais tendem a causar fissuras em uma direção diagonal ao eixo horizontal da laje. Os membros de trabalho podem ser posicionados perpendicularmente ou substancialmente perpendiculares à orientação das fissuras, como descrito acima, para fornecer reforço. No entanto, uma vez que os membros de trabalho são diagonais à espessura de laje, os membros de trabalho podem ser muito curtos para desenvolver a ligação necessária ou desejada ao concreto circundante nas extremidades de topo dos membros de trabalho. As extremidades de topo dos membros de trabalho podem, portanto, ser soldadas ou fixadas de outra maneira na barra ou hastes de suporte (possivelmente feitas de vergalhão maior), que serve como uma ancoragem e ajuda a eliminar a necessidade de longos comprimentos de ligação nas extremidades de topo. Nas extremidades de fundo dos membros de trabalho, a ancoragem é fornecida pelas alças ou ganchos, o que pode ser suficiente, uma vez que o concreto no fundo

da laje está sob compressão biaxial e, portanto, não precisa de comprimentos de ligação normais para desenvolver sua resistência. As barras de suporte no topo da laje continuam a se encarregar das tensões de tração de momento de flexão no topo da laje.

[0089] As conexões soldadas entre as barras de suporte e os membros de trabalho podem fornecer um padrão contínuo e essencialmente curvo de reforço de tração em toda a área sob tensão. Estas conexões soldadas permitem que as barras de suporte horizontais mantenham sua função principal como reforço para a tensão de tração, tal como devido à flexão negativa perto da coluna de suporte, enquanto servindo também como uma ancoragem às extremidades de topo dos membros de trabalho diagonais. Normalmente, o projeto do vergalhão assume que as tensões de tração estão em alinhamento reto. Quando as tensões de tração são desviadas de uma linha reta, o vergalhão desvia de acordo para ser eficaz, mas a curvatura do vergalhão cria concentrações de tensão no ponto de curvatura e requer ancoragem lateral nesse ponto. As conexões soldadas ou outras dos membros de trabalho às barras de suporte fornecem uma solução única e eficiente para esta condição. Simplesmente enganchar os membros de trabalho em suas extremidades de topo provou ser ineficaz em vários cenários de uso.

[0090] Pode ser vantajoso estabelecer definições de certas palavras e frases usadas ao longo deste documento de patente. Os termos "incluir" e "compreender", assim como seus derivados, significam inclusão sem limitação. O termo "ou" é inclusivo, significando e/ou. As frases "associado com" e "associado a ele", assim como seus derivados, podem

significar incluir, ser incluído dentro, interconectar com, conter, ser contido, conectar a ou com, acoplar a ou com, ser comunicável com, cooperar com, intercalar, justapor, estar próximo de, ser ligado a ou com, ter, ter uma propriedade de, ter um relacionamento para ou com, ou semelhantes.

[0091] A descrição no presente pedido não deve ser interpretada como implicando que qualquer elemento, passo ou função particular é um elemento essencial ou crítico que deve ser incluído no âmbito da reivindicação. O âmbito do assunto patentado é definido apenas pelas reivindicações permitidas. Além disso, nenhuma das reivindicações tem a intenção de invocar 35 U.S.C. § 112 (f) com relação a qualquer uma das reivindicações anexadas ou elementos de reivindicação, a menos que as palavras exatas "meio para" ou "passo para" sejam explicitamente usadas na reivindicação particular, seguidas por uma frase específica identificando uma função.

[0092] Embora esta descrição tenha descrito certas modalidades e métodos geralmente associados, alterações e permutações destas modalidades e métodos serão evidentes para os peritos na arte. Por conseguinte, a descrição acima de exemplos de modalidades não define ou restringe esta divulgação. Outras alterações, substituições e alterações são também possíveis sem se afastar do espírito e âmbito desta divulgação, como definido pelas seguintes reivindicações.

REIVINDICAÇÕES

1. Conjunto de reforço (200, 400, 500, 600, 700), **caracterizado** pelo fato de que compreende:

uma ou mais barras estendendo longitudinalmente (202a a 202b, 402a a 402b, 502a a 502b, 602, 702) tendo uma primeira extremidade, uma segunda extremidade oposta à primeira extremidade, e um ponto central entre a primeira e a segunda extremidade; e

múltiplos membros de trabalho (204, 404, 504, 604, 704) estendendo descendentemente, cada um independentemente conectado em um topo do membro de trabalho (204, 404, 504, 604, 704) a pelo menos uma das uma ou mais barras (202, 402, 502, 602, 702), os membros de trabalho (204, 404, 504, 604, 704) orientados diagonalmente em relação a um eixo longitudinal (210, 410, 610, 710) estendendo ao longo da uma ou mais barras (202, 402, 502, 602, 702);

em que os membros de trabalho (204, 404, 504, 604, 704) conectados às uma ou mais barras (202, 402, 502, 602, 702) entre a primeira extremidade e o ponto central são inclinadas em direções diferentes do que os membros de trabalho (204, 404, 504, 604, 704) conectados à uma ou mais barras (202, 402, 502, 602, 702) entre a segunda extremidade e o ponto central.

2. Conjunto de reforço (200, 400, 500, 600, 700), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que:

os membros de trabalho (204, 404, 504, 604, 704) conectados à uma ou mais barras (202, 402, 502, 602, 702) entre a primeira extremidade e ponto central são substancialmente paralelos entre si quando o conjunto de

reforço (200, 400, 500, 600, 700) é visto a partir de um lado; e

os membros de trabalho (204, 404, 504, 604, 704) conectados a uma ou mais barras (202, 402, 502, 602, 702) entre a segunda extremidade e ponto central são substancialmente paralelos entre si quando o conjunto de reforço (200, 400, 500, 600, 700) é visto a partir de um lado.

3. Conjunto de reforço (200, 400, 500, 600, 700), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que o eixo longitudinal (210, 410, 610, 710) se estendendo ao longo da uma ou mais barras (202, 402, 502, 602, 702) é substancialmente reto.

4. Conjunto de reforço (200, 400, 500, 600, 700), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que:

a uma ou mais barras (202, 402, 502, 602, 702) compreendem múltiplas barras (202, 402, 502, 602, 702), e

as barras (202, 402, 502, 602, 702) são conectadas umas às outras.

5. Conjunto de reforço (200, 400, 500, 600, 700), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que as barras (202, 402, 502, 602, 702) são soldadas umas às outras apenas em localizações onde os membros de trabalho (204, 404, 504, 604, 704) são conectados às barras (202, 402, 502, 602, 702).

6. Conjunto de reforço (200, 400, 500, 600, 700), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que:

a uma ou mais barras (202, 402, 502, 602, 702)

compreendem múltiplas barras (202, 402, 502, 602, 702); e

as múltiplas barras (202, 402, 502, 602, 702) são deslocadas para que (i) as extremidades das barras (202, 402, 502, 602, 702) não sejam alinhadas e (ii) as barras (202, 402, 502, 602, 702) coletivamente tenham a primeira extremidade, a segunda extremidade oposta da primeira extremidade, e o ponto central entre a primeira e segunda extremidades.

7. Conjunto de reforço (200, 400, 500, 600, 700), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que:

a uma ou mais barras (202, 402, 502, 602, 702) compreendem múltiplas barras (202, 402, 502, 602, 702); e

pelo menos alguns dos membros de trabalho (204, 404, 504, 604, 704) são conectados à todas as barras (202, 402, 502, 602, 702).

8. Conjunto de reforço (200, 400, 500, 600, 700), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que cada membro de trabalho compreende um lado estendendo descendentemente (206, 406, 506, 606, 706) e uma porção enganchada ou dobrada (208, 408, 508, 608, 708) em uma extremidade do lado se estendendo descendentemente (206, 406, 506, 606, 706).

9. Conjunto de reforço (200, 400, 500, 600, 700), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que:

a uma ou mais barras (202, 402, 502, 602, 702) são configuradas para se encarregar de tensões de tração de momento de flexão em uma estrutura suportada; e

os membros de trabalho (204, 404, 504, 604, 704) são

configurados para estender para baixo de uma porção central da estrutura suportada para se encarregar de tensões de tração diagonais.

10. Conjunto de reforço (200, 400, 500, 600, 700), **caracterizado** pelo fato de que compreende:

múltiplas barras estendendo longitudinalmente (202a a 202b, 402a a 402b, 502a a 502b, 602, 702) conectadas umas às outras ao longo do comprimento das barras (202, 402, 502, 602, 702) e configuradas para fornecer reforço estrutural dentro de uma estrutura (416), as barras (202, 402, 502, 602, 702) coletivamente tendo uma primeira extremidade, uma segunda extremidade oposta da primeira extremidade, e um ponto central entre a primeira e segunda extremidade; e

múltiplos membros de trabalho (204, 404, 504, 604, 704), cada um independentemente conectados em um topo do membro de trabalho a pelo menos uma das barras (202, 402, 502, 602, 702), os membros de trabalho (204, 404, 504, 604, 704) orientados diagonalmente em relação a um eixo longitudinal (210, 410, 610, 710) estendendo ao longo das barras (202, 402, 502, 602, 702);

em que os membros de trabalho (204, 404, 504, 604, 704) conectados à pelo menos uma das barras (202, 402, 502, 602, 702) entre a primeira extremidade e ponto central são inclinadas em uma direção diferente do que os membros de trabalho (204, 404, 504, 604, 704) conectados à pelo menos uma das barras (202, 402, 502, 602, 702) entre a segunda extremidade e ponto central.

11. Conjunto de reforço (200, 400, 500, 600, 700), de acordo com a reivindicação 10, **caracterizado** pelo fato de que:

os membros de trabalho (204, 404, 504, 604, 704) conectados à pelo menos uma das barras (202, 402, 502, 602, 702) entre a primeira extremidade e ponto central são substancialmente paralelos entre si quando o conjunto de reforço (200, 400, 500, 600, 700) é visto a partir de um lado; e

os membros de trabalho (204, 404, 504, 604, 704) conectados à pelo menos uma das barras (202, 402, 502, 602, 702) entre a segunda extremidade e ponto central são substancialmente paralelos entre si quando o conjunto de reforço (200, 400, 500, 600, 700) é visto a partir de um lado.

12. Conjunto de reforço (200, 400, 500, 600, 700), de acordo com a reivindicação 10, **caracterizado** pelo fato de que o eixo longitudinal (210, 410, 610, 710) se estendendo ao longo das barras (202, 402, 502, 602, 702) é substancialmente reto.

13. Conjunto de reforço (200, 400, 500, 600, 700), de acordo com a reivindicação 10, **caracterizado** pelo fato de que nenhum membro de trabalho é conectado às barras (202, 402, 502, 602, 702) no e adjacentes ao ponto central.

14. Conjunto de reforço (200, 400, 500, 600, 700), de acordo com a reivindicação 10, **caracterizado** pelo fato de que as barras (202, 402, 502, 602, 702) são soldadas umas às outras apenas em localizações onde os membros de trabalho (204, 404, 504, 604, 704) são conectados a pelo menos uma das barras (202, 402, 502, 602, 702).

15. Conjunto de reforço (200, 400, 500, 600, 700), de acordo com a reivindicação 10, **caracterizado** pelo fato de que múltiplas barras (202, 402, 502, 602, 702) são deslocadas

para que as extremidades das barras (202, 402, 502, 602, 702) não sejam alinhadas.

16. Conjunto de reforço (200, 400, 500, 600, 700), de acordo com a reivindicação 10, **caracterizado** pelo fato de que pelo menos alguns dos membros de trabalho (204, 404, 504, 604, 704) são conectados a todas as barras (202, 402, 502, 602, 702).

17. Conjunto de reforço (200, 400, 500, 600, 700), de acordo com a reivindicação 10, **caracterizado** pelo fato de que cada membro de trabalho compreende um lado se estendendo descendentemente (206, 406, 506, 606, 706) e uma porção enganchada ou dobrada (208, 408, 508, 608, 708) em uma extremidade do lado se estendendo descendentemente (206, 406, 506, 606, 706).

18. Conjunto de reforço (200, 400, 500, 600, 700), de acordo com a reivindicação 10, **caracterizado** pelo fato de que:

as barras (202, 402, 502, 602, 702) são configuradas para se encarregar de tensões de tração de momento de flexão em uma estrutura suportada; e

os membros de trabalho (204, 404, 504, 604, 704) são configurados para estender para baixo de uma porção central da estrutura suportada para se encarregar de tensões de tração diagonais.

19. Conjunto de reforço (200, 400, 500, 600, 700), de acordo com a reivindicação 10, **caracterizado** pelo fato de que as barras (202, 402, 502, 602, 702) compreendem barras (202, 402, 502, 602, 702) de reforço de momento negativo.

20. Conjunto de reforço (200, 400, 500, 600, 700), **caracterizado** pelo fato de que compreende:

múltiplas barras (202, 402, 502, 602, 702) estendendo longitudinalmente (202a a 202b, 402a a 402b, 502a a 502b, 602, 702) soldadas umas às outras ao longo de comprimentos das barras (202, 402, 502, 602, 702) e configuradas para fornecer reforço estrutural dentro de uma estrutura (416), as barras (202, 402, 502, 602, 702) coletivamente tendo uma primeira extremidade, uma segunda extremidade oposta da primeira extremidade, e um ponto central entre a primeira e segunda extremidade; e

múltiplos membros de trabalho (204, 404, 504, 604, 704), cada um independentemente conectados em um topo do membro de trabalho às barras (202, 402, 502, 602, 702), os membros de trabalho (204, 404, 504, 604, 704) orientados diagonalmente em relação a um eixo longitudinal (210, 410, 610, 710) estendendo ao longo das barras (202, 402, 502, 602, 702);

em que os membros de trabalho (204, 404, 504, 604, 704) conectados às barras (202, 402, 502, 602, 702) entre a primeira extremidade e ponto central se estendem descendentemente a partir das barras (202, 402, 502, 602, 702) para longe do ponto central;

em que os membros de trabalho (204, 404, 504, 604, 704) conectados às barras (202, 402, 502, 602, 702) entre a segunda extremidade e ponto central se estendem descendentemente a partir das barras (202, 402, 502, 602, 702) para longe do ponto central;

em que os membros de trabalho (204, 404, 504, 604, 704) conectados às barras (202, 402, 502, 602, 702) entre a primeira extremidade e o ponto central são inclinados em uma direção diferente do que os membros de trabalho (204, 404,

504, 604, 704) conectados às barras (202, 402, 502, 602, 702) entre a segunda extremidade e o ponto central.

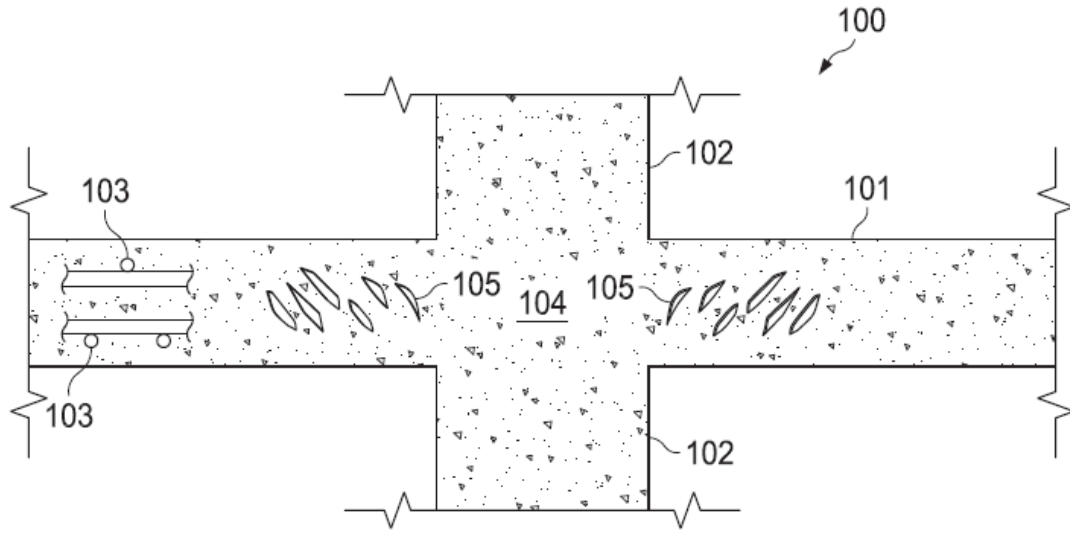
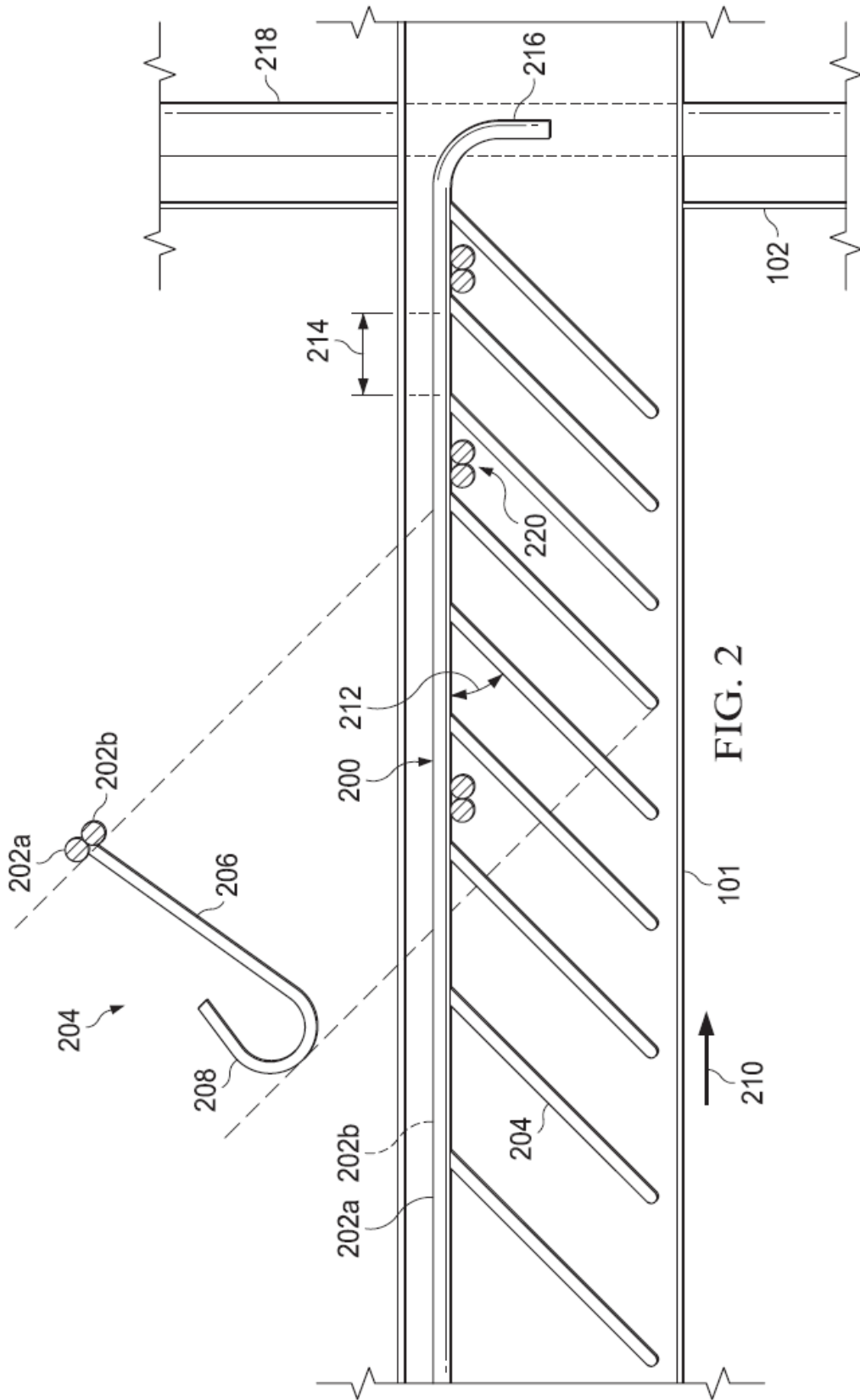


FIG. 1



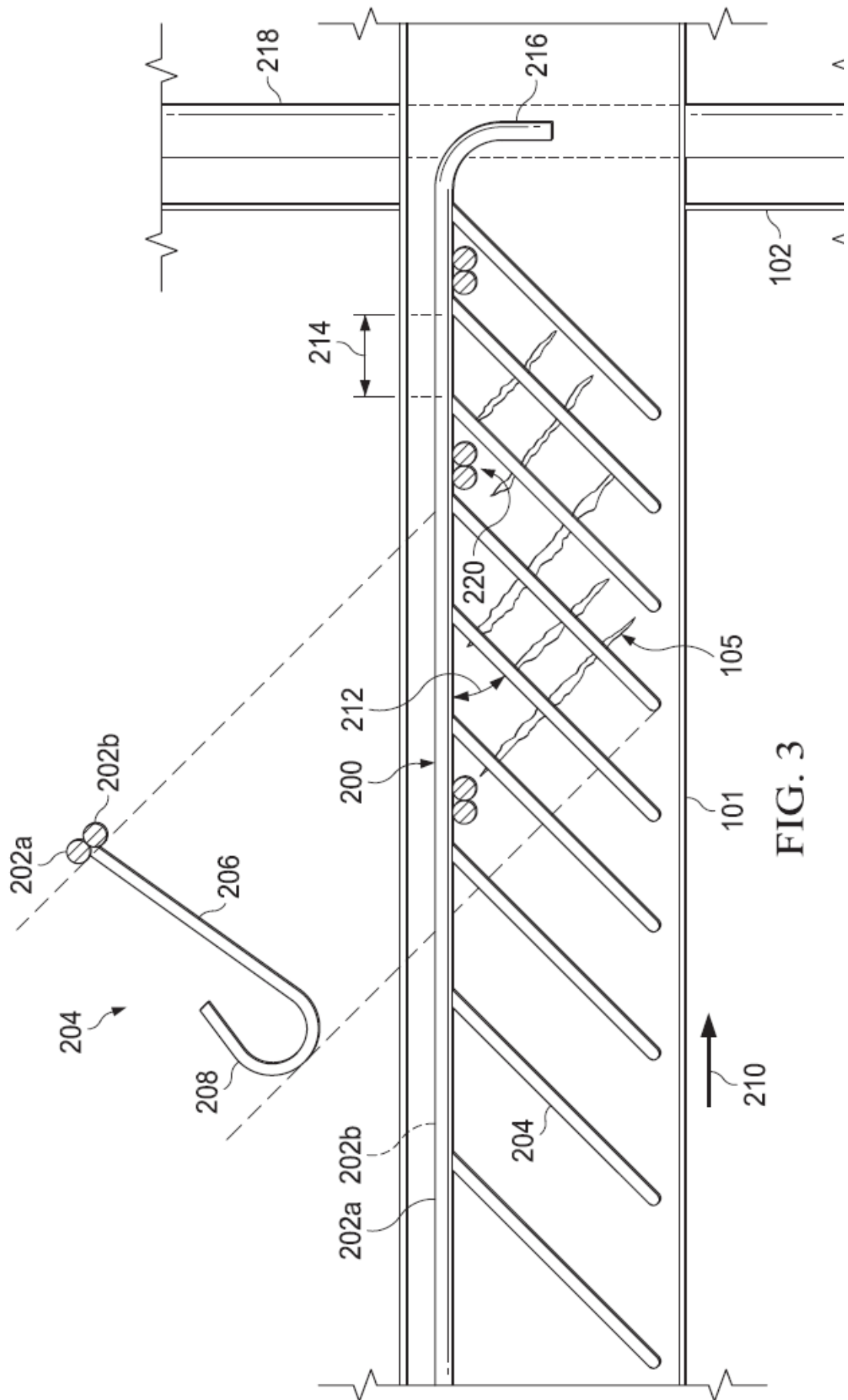


FIG. 3

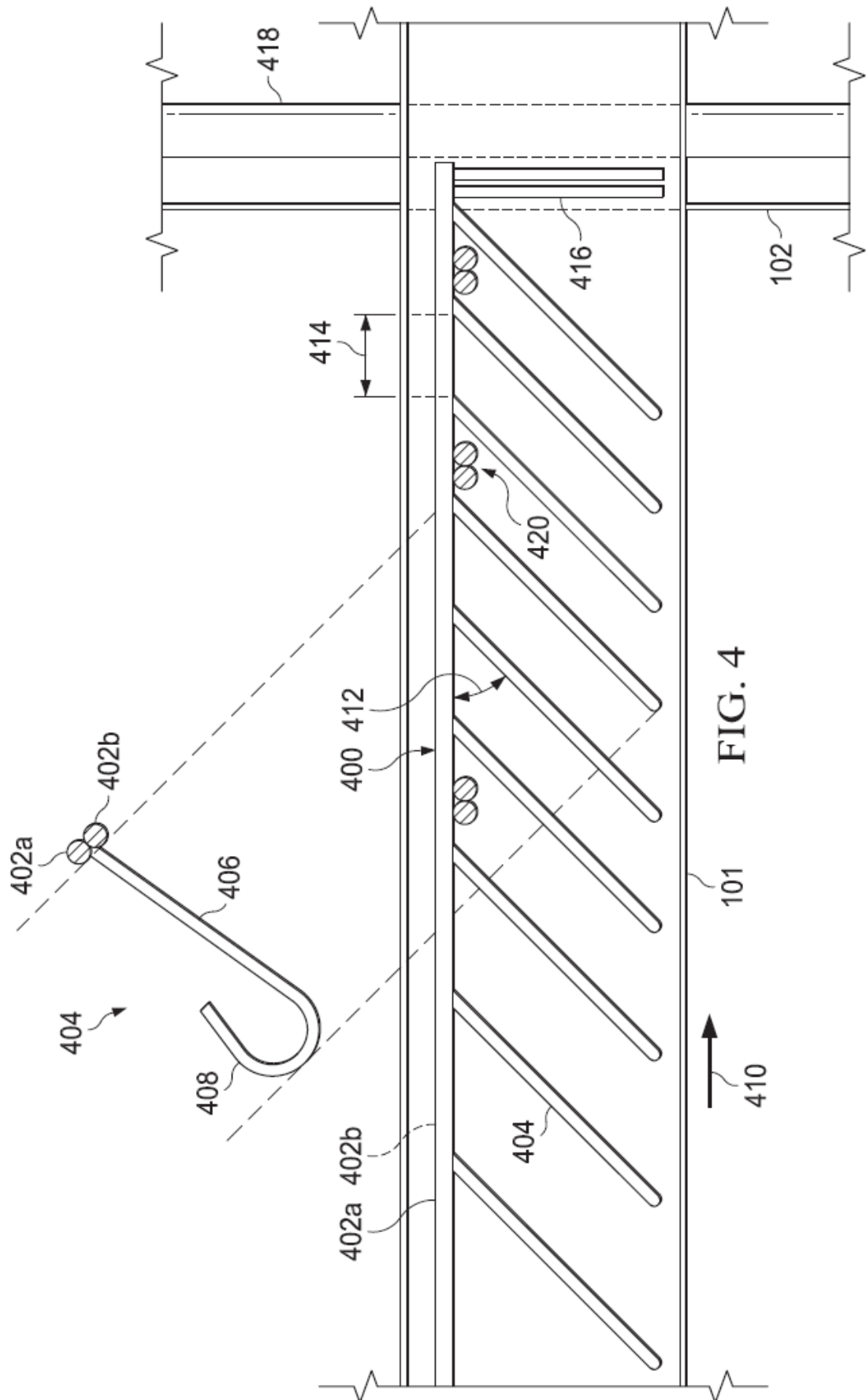


FIG. 4

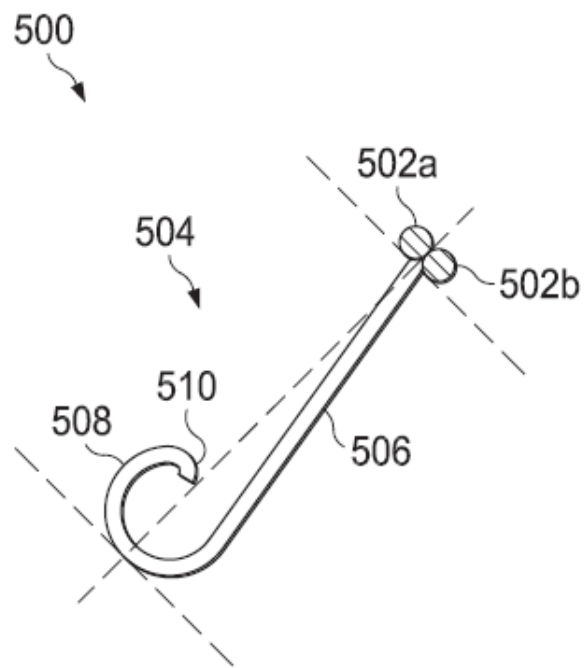


FIG. 5

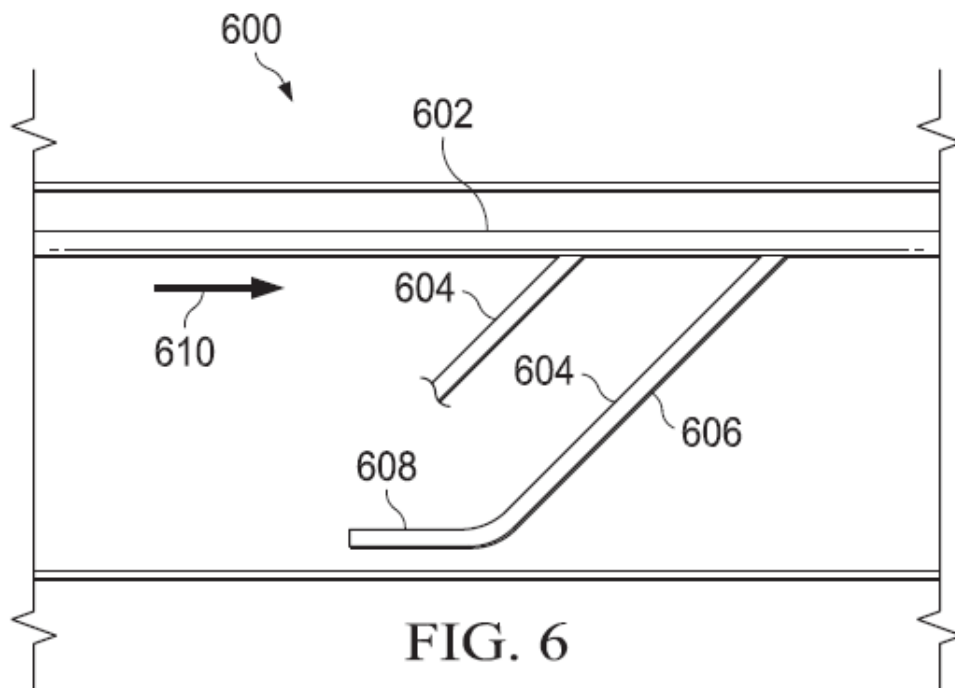
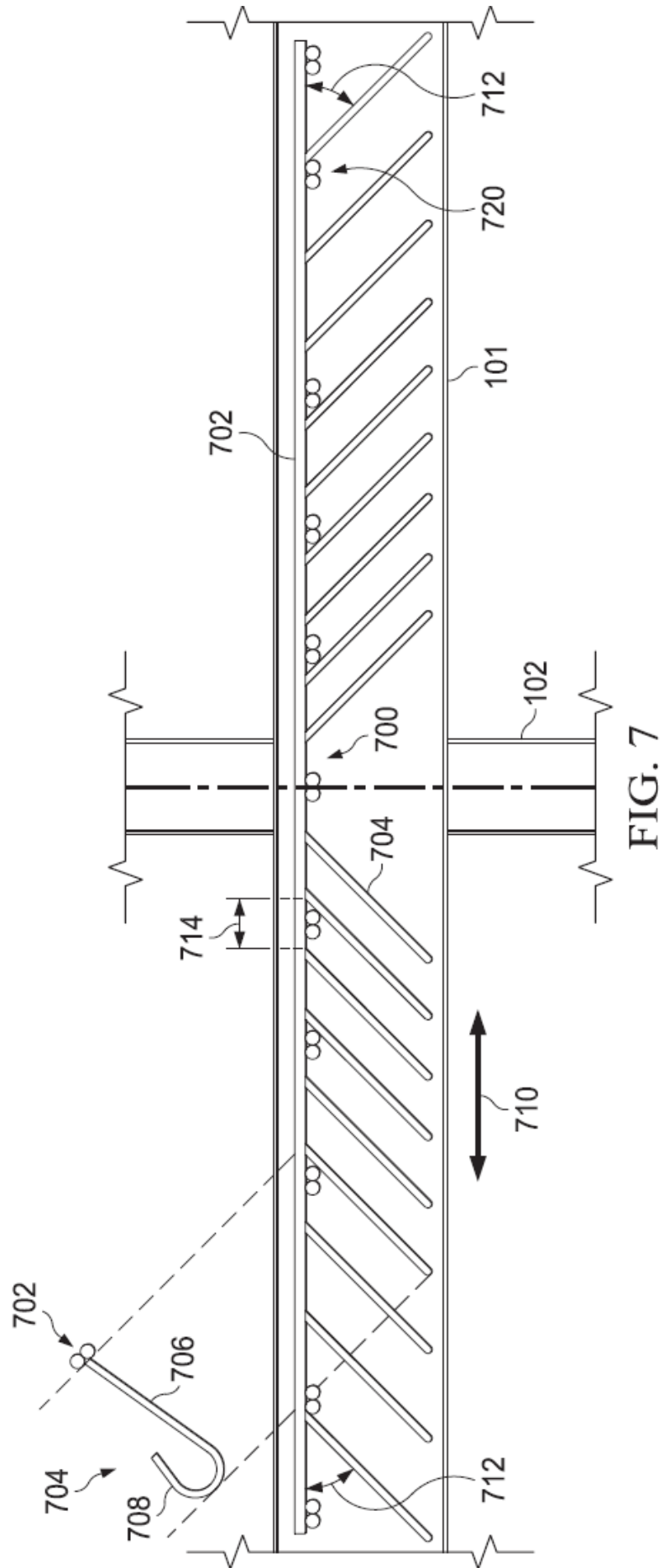


FIG. 6



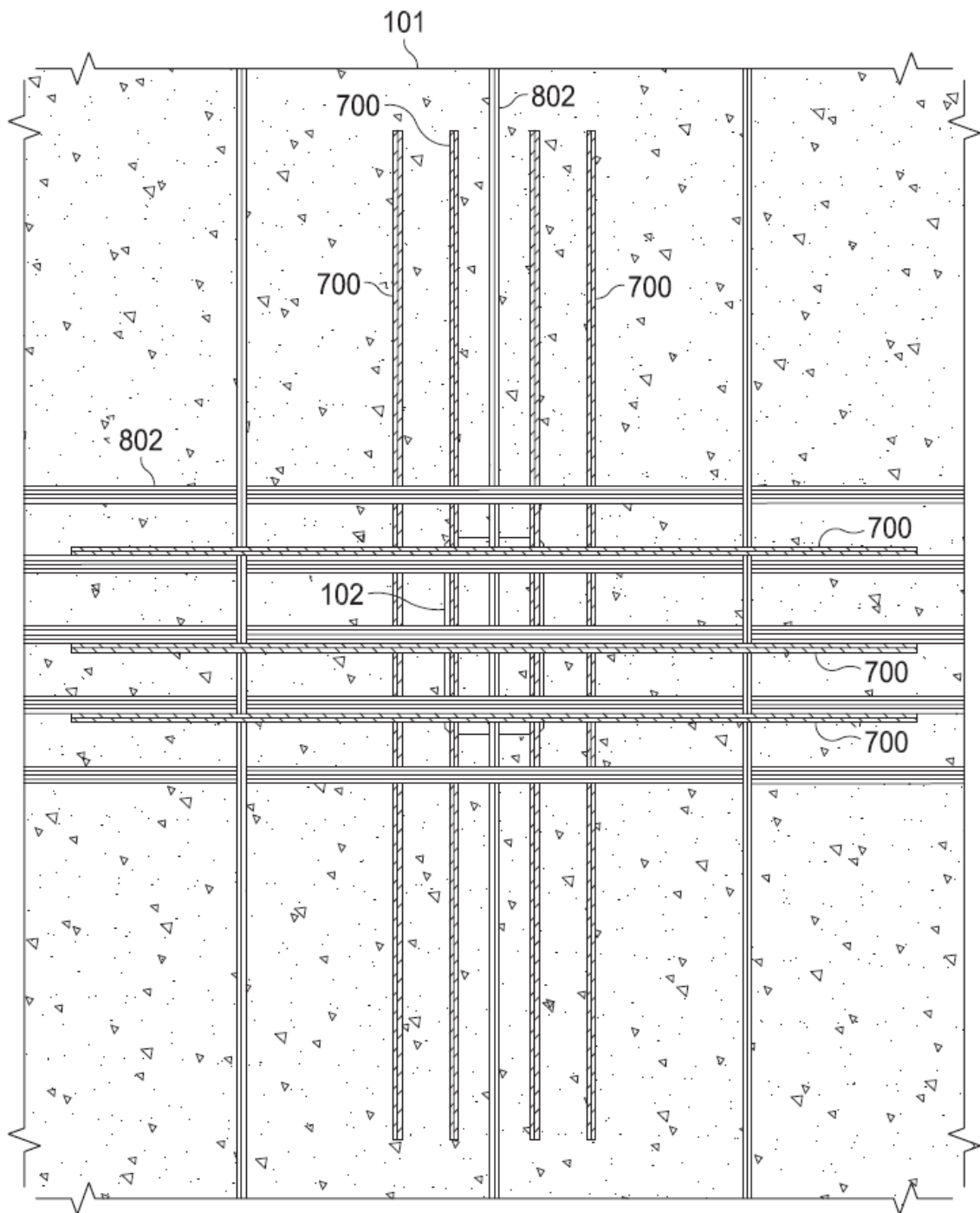


FIG. 8