



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

(21) **PI 0718441-7 A2**

(22) Data de Depósito: 08/03/2007
(43) Data da Publicação: 15/01/2013
(RPI 2193)



(51) *Int.Cl.:*
E04B 7/08
E04H 12/00

(54) **Título:** DISPOSIÇÃO DE NODO DE CONEXÃO DE MOLDURA ESPAÇADORA

(30) **Prioridade Unionista:** 22/09/2006 US 11/525,721

(73) **Titular(es):** Gossamer Space Frames

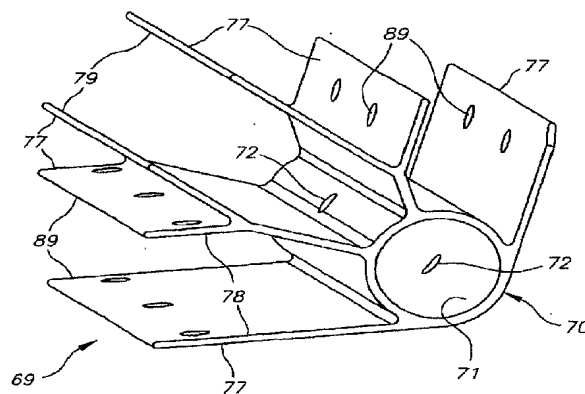
(72) **Inventor(es):** Dean R. Hackbarth, Gary N. Curtis, Glenn A. Reynolds

(74) **Procurador(es):** Dannemann, Siemsen, Bigler & Ipanema Moreira

(86) **Pedido Internacional:** PCT US2007005761 de 08/03/2007

(87) **Publicação Internacional:** WO 2008/039233 de 03/04/2008

(57) **Resumo:** DISPOSIÇÃO DE MODO DE CONEXÃO DE MOLDURA ESPAÇADORA. A presente invenção refere-se a conector de nodo em uma camada dupla tipo grade de moldura espaçadora, de preferência, é uma extrusão que inclui uma porção tubular, de extremidade aberta, para envolver, comodamente, pelo menos de modo substancial, um elemento de corda de armação de configuração seccional transversal desejada, que é disposto na passagem. O conector de modo tem elementos externos fixos que se estendem ao longo do conector paralelo à passagem. Aquelles elementos definem superfícies planas, paralelas, de faceamento, dispostas em pelo menos dois pares dessas superfícies. As superfícies de cada par ficam equidistantemente de um plano central entre elas. Cada plano central é paralelo ao eixo geométrico de passagem e, de preferência, inclui o eixo geométrico de passagem. Cada par de superfícies planas de faceamento do conector de nodo pode cooperar estritamente com superfícies planas opostas na extremidade de cada uma de outras molduras, suportando elemento colocado entre as superfícies de faceamento. O conector de nodo pode ser preso a um elemento de corda em sua passagem e às extremidades de outros elementos de armação por meio de pinos de cisalhamento que têm folgas zero nos furos do conector de nodo e em furos ou passagens através dos respectivos elementos de armação. A moldura espaçadora pode ser uma armação móvel para um refletor solar curvado, a moldura espaçadora tendo uma superfície principal em forma de V. Pelo menos alguns dos elementos de armação podem ter tubos de parede fina modificados para terem zona de parede exterior plana, opostas, ao longo do comprimento de cada tubo e em que a espessura da parede é aumentada localmente e através da qual furos para pinos de isalhamento são definidos.



Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**DISPOSIÇÃO DE NODO DE CONEXÃO DE MOLDURA ESPAÇADORA**".

CAMPO DA INVENÇÃO

5 A presente invenção refere-se a molduras espaçadoras estruturais. Mais particularmente, refere-se a outras molduras espaçadoras que não envoltórios e a disposições de nodo de conexão e outros elementos estruturais para tais molduras.

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

10 Uma moldura espaçadora é uma rede de elementos de armação estruturais, tais como tubos, interconectados em pontos de conexão de múltiplos elementos (comumente chamados "nodos") de tal maneira que toda a estrutura se comporta como um elemento estrutural. Em contraste, na armação típica de feixes e colunas, como em edifícios, elementos estruturais, frequentemente, atuam de modo independente um do outro e podem ter cursos de
15 força completamente separados.

Duas amplas classes de molduras espaçadoras são reconhecidas na técnica. Elas são grades de camada simples e grades de camadas duplas (múltiplas) (DLGs). Uma grade de camada simples é uma rede (disposta em um esquema triangular, retangular ou outro esquema geométrico)
20 de estruturas de nodos e elementos estruturais de seções transversais e tamanhos desejados. Uma grade de camada simples obtém sua resistência estrutural através da localização dos elementos de grade em uma superfície curvada. Desse modo, grades de camada única são mais comumente usadas para definir abóbadas, arcos e outras construções tendo curvatura simples ou composta.
25

Grades de camadas duplas, como o nome implica, são molduras espaçadoras em que os nodos estão localizados em duas superfícies separadas que comumente são planas e espaçadas em paralelo em relação uma à outra; DLGs arqueados tendo superfícies espaçadas paralelas curvadas
30 também são conhecidas. Em uma grade de camada dupla (DLG), os nodos são interconectados em cada superfície por elementos estruturais retos chamados cordas. As cordas em cada superfície são dispostas em padrões

geométricos de repetição que, usualmente, são quadrados, mas triângulos e retângulos também podem ser definidos pelo arranjo de cordas em cada superfície. Os quadrados (ou outras formas geométricas) definidos pelas cordas nas superfícies principais de uma DLG normalmente são do mesmo tamanho por todas as estruturas. As duas superfícies de uma DLG são interconectadas por outros elementos estruturais retos, que são referidos aqui como escoras para distingui-los dos elementos de corda que ficam nas superfícies principais de uma DLG. Os nodos em uma superfície de topo de uma DLG estão localizados de modo que o centróide da área do quadrado, por exemplo, que eles definem está localizado através de um nodo na superfície de fundo da DLG e as escoras são conectadas de cada um daqueles nodos de superfície de topo até aquele nodo da superfície de fundo. Como um resultado, as escoras em uma DLG, que se estendem entre as superfícies principais da DLG, são oblíquas às superfícies principais.

Armações espaçadoras são usadas rotineiramente como estruturas estáticas, isto é, estruturas que são montadas e suportadas por suportes fixos ou fundações. As estruturas de DLG que são quadradas ou retangulares em vista de plano global (isto é, como visto de um ponto de vantagem em uma linha perpendicular às superfícies principais de DLGs) podem ser suportadas nas extremidades da estrutura ou no comprimento mediano, por exemplo, da estrutura. Contudo, é conhecido usar armações espaçadoras como coberturas móveis sobre arenas esportivas e estádios, em cujo caso os suportes de armações espaçadoras são conduzidos nas unidades de roletes ou de carrinhos que são móveis ao longo de trilhas horizontais; armações espaçadoras usadas nessas situações são, fundamentalmente, estruturas estáticas porque o movimento dessa armações espaçadoras não altera significativamente as cargas das armações devido à gravidade.

As conexões de elementos de armação aos nodos em uma grade de camada única raramente são alguma outra coisa que não conexões rígidas definidas por aparafusamento, rebitagem ou soldagem dos elementos de armação associados um ao outro ou a outros elementos de nodos em um nodo. Essas conexões rígidas dos elementos de armação em nodos de

grades permitem que às conexões transmitam para os nodos e para outros elementos no nodo, cargas de momento nos elementos de armação; as cargas de momento são cargas que atuam sobre um elemento de armação em maneiras que fazem com que o elemento de armação tenda a girar ou se articular em relação ao nodo. Em grades de camadas duplas modernas, por outro lado, as conexões dos elementos de armação aos nodos raramente são conexões de momento; elas são conexões que são conexões com pinos verdadeiras com pinos ou são conexões que são modeladas como conexões com pinos. Em uma grade de camadas duplas, as cargas sobre a grade como um todo, que tenderiam a produzir movimentos rotacionais de elementos de armação em relação aos nodos sofrem resistência através de forças de tensão ou de compressão que atuam nos elementos de armação ao longo de seus comprimentos, isto é, axialmente dos elementos de armação. A razão para o uso de conexões com pinos em DLGs é o custo e a dificuldade de montagem dessas grades tendo conexões de momento dos elementos de armação em ou para os nodos.

Uma conexão com pinos verdadeira de um elemento de armação de DLG em um nodo é uma conexão simples para definir e para fazer. Essa conexão, tipicamente, é feita através da passagem de um parafuso ou um pino através de furos alinhados em um elemento de armação e em uma disposição de conector de nodo à qual aquele elemento de armação e outros elementos de armação são presos com pinos. Até o ponto em que os eixos geométricos de escoras não intersectam os eixos geométricos das cordas no nodo (ou o eixo geométrico de uma corda principal no nodo), o nodo é dito ter excentricidade. A excentricidade em um nodo de DLG faz com que o nodo tenha cargas de momento ou outras cargas indesejadas a ele aplicadas. A presença de cargas de momento em nodos de uma DLG requer que pelo menos alguns dos componentes da grade sejam mais pesados do que se nenhuma carga de momento estivesse presente. Excentricidade de carga em um nodo de DLG pode ser causada por imperfeições nos alinhamentos do elemento de armação acoplado ao nodo e desalinhamentos do elemento de armação podem ser produzidos pelas folgas nas conexões com pinos no

nodo. As folgas em conexões com pinos em uma DLG também podem fazer com que os elementos de armação de grade tenham comprimentos efetivos entre nodos que desviam dos comprimentos do projeto, assim, afetando as magnitudes das cargas reais nos elementos de armação quando comparado com as magnitudes de cargas do projeto. A solução para a existência de (ou potencial para) diferenças entre cargas reais e dos elementos de armação do projeto é fazer os elementos de armação mais pesados.

É evidente, portanto, que estruturas e técnicas existentes para estabelecimento de conexões de elementos de armação com nodos em DLGs têm deficiências que afetam adversamente as capacidades de condução de carga de uma DLG global e dos elementos de armação presentes na mesma. Existem necessidades de estruturas e procedimentos pelos quais conexões com pinos em nodos de DLGs podem ser feitas com excentricidade reduzida ou nenhuma e com efeitos mínimos de folgas nas conexões com pinos. Satisfação significativa de qualquer ou de todas aquelas necessidades pode resultar em DLGs que fazem uso mais eficiente de seus elementos de armação e, assim, permitem que pesos de elementos de armação sejam reduzidos junto com outros benefícios e vantagens consequentes. Os principais fatores que afetam o custo de uma dada DLG são, principalmente, o custo dos materiais usados para definir os componentes de grade e, em segundo lugar, o custo da mão-de-obra para montar aqueles componentes. O custo do material é uma função do peso do material. Os custos da mão-de-obra são uma função, principalmente, das horas de trabalho necessárias para montar uma DLG.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

A invenção direciona, de modo benéfico, as necessidades identificadas acima. Ela assim faz através do fornecimento de disposições estruturais e são procedimentos que descritos em detalhes abaixo, junto com descrições dos diversos benefícios daquelas estruturas e procedimentos. Os aspectos principais da invenção, conforme reivindicados, estão resumidos em seguida, abaixo.

A presente invenção proporciona uma estrutura de conector de

nodo que é útil na definição de interconexões de múltiplos elementos de armação em um nodo em um tipo de grade de camadas duplas de armação espaçadora. O conector de nodo compreende uma porção de base cilíndrica, definindo uma passagem tendo um eixo geométrico. A passagem é dimensionada e moldada para inserção confortável, deslizável, substancialmente axial na mesma de um elemento de armação de corda, alongado, o elemento de corda tendo um eixo geométrico ao longo de seu comprimento, o qual é substancialmente alinhável com o eixo geométrico da passagem mediante inserção do elemento de corda na passagem. A passagem é configurada para encerrar, substancialmente, o elemento de armação de corda e manter o eixo geométrico do elemento de armação em alinhamento com o eixo geométrico da passagem mediante inserção do elemento de armação na passagem. O conector de nodo conduz substancialmente ao longo do comprimento da porção de base e externamente da mesma múltiplos elementos estruturais fixos que definem pelo menos dois pares de superfícies paralelas, espaçadas, opostas, substancialmente planas. As superfícies de cada par são espaçadas equidistantemente de um plano central entre elas; o plano central é paralelo ao eixo geométrico da passagem e intersecta substancialmente o mesmo. Pelo menos um par de furos é definido na porção de base; aqueles furos são alinhados em uma linha que atravessa o eixo geométrico de passagem e é normal ao mesmo. Pelo menos um par de outros furos é definido através dos elementos que definem cada par de superfícies paralelas espaçadas opostas; aqueles furos são alinhados em uma linha que é normal àquele par de superfícies.

A presente invenção também proporciona uma conexão com pinos de um elemento de armação em um tipo de grade de camadas duplas de moldura espaçadora em um nodo da moldura através de um conector de nodo tendo elementos que definem um par de superfícies opostas, paralelas, substancialmente planas. O elemento de armação tem em uma de suas extremidades, entre as superfícies opostas do conector de nodo, suas próprias superfícies exteriores opostas, substancialmente planas e substancialmente paralelas, que são espaçadas para terem pouca folga da extremidade de

elemento de armação entre as superfícies do conector de nodo opostas. Uma passagem de recebimento de pino é formada através do elemento de armação ao longo de uma linha que é substancialmente normal às superfícies exteriores paralelas do elemento de armação. Um par de furos é formado através dos elementos do conector de nodo em uma linha substancialmente normal ao par de superfícies de oposição definidas por aqueles elementos. Um pino é inserível através dos furos e da passagem, mediante colocação adequada do elemento de armação e entre as superfícies opostas do conector de nodo. Naquele contexto, o pino é definido para ter, substancialmente, um encaixe de interferência dentro dos furos e da passagem mediante inserção do pino nos furos e na passagem.

A presente invenção também proporciona um elemento estrutural tubular que tem tamanho e configuração seccional transversal substancialmente constantes ao longo de seu comprimento. O elemento tem um par de áreas planas, paralelas, substancialmente alinhadas em sua superfície exterior. O elemento tubular tem uma espessura de parede substancialmente uniforme predeterminada, exceto em uma porção selecionada de cada uma das áreas externamente planas, onde a espessura de parede é uma quantidade selecionada maior do que a espessura de parede predeterminada. Um respectivo de um par de furos alinhados é definido através do tubo em cada uma das porções selecionadas da espessura de parede de tubo maior.

Também, a presente invenção proporciona uma armação de suporte móvel para um refletor curvado de radiação eletromagnética. A armação é definida, substancialmente, como uma armação espaçadora de grade de camadas duplas, tendo superfícies principais não-paralelas. A armação é compreendida por múltiplos elementos de armação de cordas principais paralelos, cada um dos quais tem um eixo geométrico alongado e é disposto em uma superfície principal de armação. Cada elemento de corda principal se estende paralelo a uma extensão alongada moldura. Os elementos de corda principais incluem um par de elementos de corda principais de fundo essencialmente em um fundo das superfícies principais de moldura e três

elementos de corda principais superiores. Os elementos de corda principais superiores incluem um elemento de corda central, que está localizado entre dois elementos de corda externos. Os elementos de corda externos ficam em respectivos de dois planos que também incluem o elemento de corda central. Os planos se intersectam no elemento de corda central em um ângulo oblíquo incluso que é côncavo para longe do plano de fundo de moldura. As estruturas do conector de nodo são conectadas a cada elemento de corda principal em localizações espaçadas ao longo de cada elemento. Os elementos de corda menores são conectados entre nodos correspondentes nos elementos de corda principais, definindo os respectivos planos descritos acima, para definir arranjos retangulares de elementos de corda menores em cada plano. Elementos de armação de escoras são interconectados entre nodos em diferentes dos planos. Elementos de armação de braceamento são conectados entre nodos diagonalmente opostos em cada arranjo retangular.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

Os previamente mencionados e outros aspectos da presente invenção e benefícios, características e vantagens dos mesmos não são completamente descritos e notados nas descrições detalhadas a seguir, feitas com referência a certas modalidades estruturais e de procedimentos da invenção que estão representados nos desenhos em anexo, em que:

a figura 1 é uma vista em perspectiva de uma armação espaçadora de grade de camadas duplas (DLG) de comprimento indeterminado e que tem espaçamento de baía quadrada constante;

a figura 2 é uma perspectiva de uma armação espaçadora de DLG simples, na natureza de uma pilastra triangular, que tem espaçamento de baía variável;

a figura 3 é uma vista em perspectiva de um conector de nodo para a armação espaçadora mostrada na figura 2;

a figura 4 é uma vista fragmentária em alçado final do conector de nodo da figura 3 com conexões de elementos de armação para o mesmo, na construção da armação espaçadora mostrada na figura 2;

a figura 5 é uma vista em alçado final de uma armação espaçadora de DLG mais complexa, que é uma armadura de suporte móvel para um espelho curvo e é útil em uma instalação de geração de energia solar;

5 a figura 6 é uma vista de extremidade de uma primeira configuração de conector de nodo útil na DLG 15 mostrada na figura 5;

a figura 7 é uma vista em perspectiva do conector de nodo da figura 6;

a figura 8 é uma vista de extremidade de uma segunda configuração de conector de nodo útil na DLG mostrada na figura 5;

10 a figura 9 é uma vista em perspectiva do conector de nodo da figura 8;

a figura 10 é uma vista de extremidade de uma terceira configuração de conector de nodo útil na DLG mostrada na figura 5;

15 a figura 11 é uma vista em alçado de um pino de cisalhamento útil na construção de conexões de elementos de armação de molduras espaçadoras aos conectores de nodos na prática de aspectos da presente invenção;

a figura 12 é uma vista de plano de um estilo conhecido do retentor de clipe útil com o pino de cisalhamento da figura 11;

20 a figura 13 é uma vista em perspectiva ilustrando uma primeira etapa na construção da DLG da figura 5;

a figura 14 é uma vista em perspectiva ilustrando uma segunda etapa naquele mesmo processo de construção;

25 a figura 15 é uma vista em perspectiva ilustrando uma terceira etapa naquele mesmo processo de construção;

a figura 16 é uma vista em perspectiva ilustrando uma quarta etapa naquele mesmo processo de construção;

a figura 17 é uma vista em perspectiva ilustrando uma quinta etapa naquele mesmo processo de construção;

30 a figura 18 é uma vista em perspectiva ilustrando uma sexta etapa naquele mesmo processo de construção;

a figura 19 é uma vista em perspectiva ilustrando uma sétima

etapa naquele mesmo processo de construção.

a figura 20 é uma vista em perspectiva ilustrando uma oitava etapa naquele mesmo processo de construção.

5 a figura 21 é uma vista em perspectiva ilustrando uma nona etapa naquele mesmo processo de construção.

10 a figura 22 é uma vista em perspectiva ilustrando uma décima etapa naquele mesmo processo de construção, partes substanciais da armação espaçadora previamente montada sendo cancelada da figura 22 para clareza acentuada da representação da estrutura sendo adicionada pela etapa 10;

a figura 23 é uma vista em plano de topo que ilustra uma décima primeira etapa naquele mesmo processo de construção;

a figura 24 é uma vista fragmentária em alçado final de uma porção da estrutura mostrada na figura 23;

15 a figura 25 é uma vista em perspectiva de um dos dois braços pivô (transferência de torque), que são componentes da armação de suporte de espelho da figura 5;

a figura 26 é uma vista em alçado de outro pino de cisalhamento útil na prática de aspectos da presente invenção;

20 a figura 27 é uma vista em alçado seccional transversal de um elemento de armação de DLG de acordo com um aspecto da invenção;

A figura 28 é uma vista em alçado seccional transversal de outro elemento de armação de DLG, que usa os mesmos princípios de desenho no elemento de armação mostrado na figura 27;

25 a figura 29 é uma vista seccional transversal de outro conector de nodo de acordo com a invenção em que a passagem de recebimento de corda de conector não é completamente fechada, mas é suficientemente fechada de modo que a cooperação do conector com uma corda inserida axialmente na mesma mantém a corda de modo que seu eixo geométrico é
30 alinhado com o eixo geométrico da passagem e a corda pode se mover apenas axialmente na passagem;

a figura 30 é uma vista seccional transversal de um outro conec-

tor de nodo, que é uma variante do conector de nodo mostrado na figura 29, a variação sendo tal que o conector de nodo é definido por duas partes idênticas, que, de preferência, são extrusões, presas uma à outra e a uma corda de armação;

5 a figura 31 é uma vista seccional transversal de outro conector de nodo de acordo com a invenção, que é uma variante do conector de nodo mostrado na figura 30 e em que a corda inclui uma nervura radial externa através da qual passa um parafuso prendendo as partes do conector uma à outra e à corda;

10 a figura 32 é uma vista de plano esquemática de uma moldura espaçadora de DLG de "forma livre", que pode ser construída usando os conectores de nodo de acordo com a presente invenção; e

a figura 33 é uma vista em alçado tomada ao longo da linha 33 - 33 da figura 32.

15 DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

A figura 1 é uma vista em perspectiva de uma porção de uma moldura espaçadora de DGL 10, retilinearmente subdividida. A moldura 10 é composta de elementos de armação, que são dispostos para definir camadas de topo 11 e de fundo 12 da moldura e interligar aquelas camadas em uma disposição que faz com que as camadas de armação 11 e 12 estejam em relação paralela espaçada uma da outra. As camadas 11 e 12 também podem ser chamadas grades, daí o nome grade de camadas duplas (DLG) para o tipo de armação espaçadora mostrada na figura 1.

25 Os elementos de armação de DLG 10 são compreendidos por cordas que são interconectadas para definir camadas de topo e de fundo 11 e 12 da DLG, que tem uma extremidade 3 e lados opostos 14 e 15. As cordas que se estendem ao longo do comprimento da DLG podem ser, e, de preferência, são, contínuas (sujeitas à limitações nos comprimentos disponíveis) e, para os presentes fins, são chamadas de cordas principais. Desse modo, a DLG 10 inclui cordas principais superiores 16 e cordas principais inferiores 17. Em cada camada de DLG 10, as cordas principais superiores e inferiores são interconectadas e espaçadas por cordas menores transversais

superiores 18 e inferiores 19, cada uma das quais tem um comprimento igual (ou essencialmente assim) ao espaçamento entre as cordas principais que interconectam. As cordas principais e as menores da DLG 10 são alinhadas para serem paralelas às respectivas direções ortogonais, isto é, o comprimento e a largura, da DLG. Em cada camada, as cordas principais e menores são interconectadas em pontos de junção que são comumente chamados nodos. Desse modo, a DLG 10 tem nodos superiores 20 e nodos inferiores 21. Como é comum na DLG, a distância em cada camada entre as cordas menores paralelas adjacentes é igual à distância entre cordas principais paralelas adjacentes e, assim, os nodos superiores 20 e os nodos inferiores 21 estão localizados nos cantos de fileiras e colunas alinhadas de quadrados ligados pelas cordas principais e menores; cada quadrado de camada de topo corresponde a uma baía da DLG; as cordas na camada de fundo da moldura 10 também definem baías quadradas. Assim, consistente com o precedente, a DLG 10 tem espaçamento constante de baía quadrada.

Se o espaçamento entre cordas menores paralelas adjacentes de uma DLG é maior ou menor do que o espaçamento entre cordas principais adjacentes em uma camada, a DLG é descrita como tendo espaçamento de baía retangular constante.

As cordas 16 e 18 da DLG 10 podem ser ditas estarem em (ou definirem) uma superfície de fundo da DLG. As superfícies de topo e de fundo da DLG 10 são paralelas.

As camadas de topo e de fundo da DLG 10 são espaçadas de e suportadas em relação uma da outra por elementos de armação diagonais adicionais 22, chamados escoras, cada um dos quais se estende entre um nodo de camada de topo 20 e um nodo de camada de fundo 21. A fim de que as grades superior e inferior possam ser fixadas em relação uma à outra por escoras, as cordas principais e menores superiores são deslocadas em relação às cordas principais e menores inferiores de tal maneira que os nodos inferiores 21 fiquem localizados verticalmente abaixo dos centros das aberturas quadradas, definidas pelas cordas da grade superior; nodos superiores 20 estão localizados verticalmente acima dos centros das aberturas

definidas pelas cordas da grade inferior. Assim, as escoras são dispostas em planos que são inclinados em relação às superfícies de topo e de fundo da moldura 10. Conforme mostrado na figura 1, dentro dos limites da moldura, há quatro escoras 22 conectadas a cada nodo superior 20 e a cada nodo inferior 21. Como um resultado, as escoras são dispostas em dois conjuntos de planos paralelos, um conjunto paralelo e intersectando uma corda principal superior e uma corda principal inferior e um conjunto paralelo e intersectando uma linha de cordas menores superiores e uma linha de cordas menores inferiores. Ao longo das extremidades e lados da moldura 10, há duas escoras 22 conectadas a cada nodo superior 20 e a extremidade da moldura e as superfícies laterais (planos de escoras) se inclinam para baixo e para dentro, entre as superfícies de topo e de fundo da moldura.

Na moldura clássica 10, mostrada na figura 1, há menos quadrados na camada de fundo 12 do que há na camada de topo 11. Como a moldura 10 está representada na figura 1, a moldura tem seis quadrados (baías) de largura em sua camada de topo e cinco quadrados (baías) de largura em sua camada de fundo, enquanto o comprimento da moldura, conforme representado, é indefinido. Essa moldura de DLG pode ser descrita pela notação $6xn/5x(n-1)$, em que $6xn$ denota uma grade de topo com 6 baías de largura por n baías de comprimento e a notação $5x(n-1)$ denota uma grade de fundo com 5 baías de largura por $(n - 1)$ baía de comprimento.

A descrição da moldura 10 até este ponto tem se referido aos aspectos geométricos da moldura, aos elementos de armação estruturais lineares, que compreendem a moldura e aos nodos onde as linhas (eixos geométricos) dos diferentes elementos de armação intersectam um ao outro em uma moldura ideal. Aquela descrição é uma base e um fundamento para as descrições a seguir das molduras reais e das estruturas que são empregadas para interconectar elementos de armação em nodos naquelas molduras. As descrições a seguir incluem descrições de disposições de conectores de nodos, que permitem o desenho e a construção de molduras espaçadoras do tipo DLG, tendo propriedades e benefícios avançados.

A figura 2 é uma vista em perspectiva de uma moldura espaça-

dora do tipo DLG 25, na forma de um suporte de seção transversal triangular equilateral. Usando a notação descrita acima, a moldura 25 é uma moldura de DLG de 1x8/0x0. A moldura 25 tem duas cordas principais superiores 26 e uma corda inferior 27, todas as quais se estendem ao longo do comprimento total da moldura.

As figuras 3 e 4 mostram um conector de nodo 28 da moldura 25. Como a configuração seccional transversal da moldura 25 é a de um triângulo equilátero, uma única configuração básica de conector de nodo pode ser usada em todos os nodos na moldura. Os elementos de armação da moldura 25, de preferência, são tubos quadrados, as cordas principais, de preferência tendo seções transversais maiores do que as seções transversais dos outros elementos de armação (cordas menores, escoras e braçadeiras de torção) presentes na moldura; os outros elementos de armação, de preferência, são das mesmas dimensões seccionais transversais. O material da moldura, de preferência, é uma liga de alumínio extrudável e os elementos de armação, de preferência, são tubos de alumínio extrudados. Também, os conectores de nodos 28, de preferência, são definidos por extrusões da mesma liga de alumínio.

A figura 4 mostra conexão com pinos de duas escoras 30 a um conector de nodo 28, que tem uma conexão com pinos com a corda inferior 27; uma conexão de escoras com um conector de nodo em ambas as cordas principais superiores terá substancialmente a mesma aparência que aquela mostrada na figura 4, exceto que as cordas principais superiores são giradas realmente em torno de seus eixos geométricos longitudinais - visualizem que a figura 4 é girada 60° em ambas as direções.

O conector de nodo 28 tem uma porção de canal de base para recebimento de corda 31, que tem uma base plana 32 e dois flanges paralelos espaçados 33 perpendiculares à base. O espaçamento entre faces opostas dos flanges 33 é ligeiramente maior do que a largura exterior de uma corda principal e a altura dos flanges da base 31, de preferência, é igual à altura de uma corda principal. O conector de nodo 28 também conduz ao longo do exterior da porção de canal, em direções paralelas ao comprimento

da porção de canal de conector, múltiplos elementos estruturais fixos (flanges ou nervuras) 34, que definem dois pares de superfícies opostas paralelas espaçadas e substancialmente planas 35 e 36. As superfícies 35 e as superfícies 36 são espaçadas por uma distância que é ligeiramente maior do que a largura da extrusão da qual as escoras, as cordas menores e as braçadeiras de torção da moldura 25 são definidas. Ainda, as superfícies 35 são espaçadas em paralelo e igualmente de lados opostos de um plano 37 que passa através do eixo geométrico neutro estrutural da corda de fundo 27, conforme recebido em e preso na porção de canal 31 do conector de nodo 28, conforme mostrado na figura 4. Como a corda 27 é definida por um tubo quadrado extrudado de espessura de parede uniforme, a localização do eixo geométrico neutro da corda é coincidente com o centróide da área seccional transversal da corda tubular. Similarmente, as superfícies 36 são espaçadas em paralelo e igualmente de lados opostos de um plano 38, que passa através do eixo geométrico neutro da corda 27, conforme recebido e preso no conector de nodo 28. Desse modo, independente da angularidade de uma escora 30, conforme conectado com pinos ao conector de nodos, em relação ao comprimento do conector de nodo, forças axiais (de tensão ou de compressão) no suporte triangular são alinhadas com o eixo geométrico neutro da corda à qual o conector de nodo é fixamente (rigidamente) montado e passam através do mesmo, como pelo uso de pinos de cisalhamento. Isto é, como os flanges 34 são paralelos ao comprimento do conector de nodo e têm as relações geométricas descritas com a porção de canal do conector de nodo, a conexão de nodo montada está livre de excentricidades, independente das angularidades das escoras pertinentes em relação à corda.

O conector de nodo 28, de preferência, é duplamente conectado com pinos à corda 27 pelo uso de pinos de cisalhamento 40 e retentores de clipe 41, conforme representado nas figuras 11 e 12. A conexão com pinos dupla do conector com a corda 27 proporciona uma conexão rígida entre eles; em uma DLG, uma conexão rígida de um conector de nodo com pelo menos um dos elementos de armação encaixando aquele conector de nodo é importante. Para permitir que o conector de nodo 28 seja duplamente co-

nectado com pinos à corda 27, o conector tem dois conjuntos de furos 42 de pinos de cisalhamento formados através de flanges 33 de porções de canal em localizações espaçadas ao longo do comprimento do conector. Os dois furos 42 em cada conjunto de furos são centralizados em uma linha que é normal ao comprimento do conector de nodo e passa através do eixo geométrico neutro da corda 27 enquanto presa no conector de nodo. Furos de pinos de cisalhamento similares são formados através das paredes de corda 27 em uma linha perpendicular ao comprimento da corda e passando, de preferência, através do eixo geométrico neutro da corda. Se o comprimento do suporte triangular 10 excede o comprimento em que cordas 26 e 27 podem ser obtidas ou manipuladas convenientemente, os conectores de nodos 28 podem ser usados para fazer junções entre comprimentos de elementos de corda alinhados. A junção é realizada fazendo-se um conector de nodos de junção de comprimento estendido e por conexão dupla com pinos das extremidades adjacentes de dois pedaços de elementos de corda com o conector de nodo.

De maneira semelhante, os furos 43 de pinos de cisalhamento são formados através de flanges 34 de conector de nodos para cada outro elemento de armação que deva ser conectado àquele conector de nodo em moldura completa 25. Nesse caso, como cada outro elemento de armação é conectado com pinos simplesmente (unicamente) com o conector de nodo, um furo 43 por cada elemento de armação a ser conectado ao conector é formado em cada flange relevante 34 e os dois furos nos flanges co-atuantes são centralizados em uma linha que é perpendicular às superfícies de flange 35 ou 36. Similarmente, dois furos de pinos de cisalhamento alinhados são formados através das paredes de cada outro elemento de armação; eles estão localizados em uma linha perpendicular ao comprimento do elemento de armação e passando, de preferência, através do eixo geométrico neutro daquele elemento.

Conforme mostrado na figura 2, as cordas principais superiores 26 e a corda inferior 27 da moldura 25 são de igual comprimento; compare os diferentes comprimentos de cordas principais 16 e 17 na moldura 10 mos-

trada na figura 1. As cordas principais superiores 26 estão localizadas em relação paralela espaçada uma com a outra e perpendiculares às cordas principais e, assim, as cordas principais superiores suportam (conforme descrito acima) conectores de nodos 28 em suas extremidades e em localizações opostas espaçadas ao longo de seus comprimentos. . A fim de proporcionar pontos de conexão para as escoras diagonais 30 na armação 10, os conectores de nodos 28 são montados fixamente na corda inferior 27 em localizações entre as extremidades daquela corda que estão, respectivamente, a meio caminho ao longo da distância entre cordas menores superiores correspondentes 44. Também, para acomodar a montagem de encaixes de suporte de moldura 45 nas extremidades opostas da armação 25, um conector de nodo de extremidade 28 é montado fixamente em cada extremidade da corda inferior 27.

Quanto a cada um dos conectores de nodos 28 localizados entre as, em lugar de nas, extremidades da corda inferior 27, quatro escoras 30 são presas com pinos a cada conector; duas daquelas escoras têm suas extremidades recebidas confortavelmente, ainda que movelmente, entre as superfícies 35 do conector, de modo que as superfícies exteriores planas opostas da escora ficam substancialmente em registro com as superfícies 35 e outras duas daquelas escoras têm suas extremidades recebidas confortavelmente, ainda que movelmente, entre as superfícies 36 do conector, de modo que as superfícies exteriores planas opostas daquelas escoras ficam substancialmente em registro com as superfícies 36. As extremidades das escoras 30 são conectadas com pinos aos conectores 28 com os quais elas cooperam pelo uso de pinos de cisalhamento 40 passados através de furos de extremidades de escoras e furos passantes 43 do conector. Todos os pinos de cisalhamento são mantidos no lugar através de conexões de retentores de clipe 41 com os pinos; cada retentor coopera com seu pino em uma reentrância (ranhura) circunferencial 47 oculta na espiga de pino redondo adjacente a uma extremidade distal do pino que é oposta de uma cabeça ampliada 48 na outra extremidade do pino. Duas escoras 30 são conectadas do conector de nodo em cada extremidade da corda inferior 27 até um co-

nector de extremidade de moldura correspondente nas extremidades adjacentes de cordas principais superiores 26; vide a figura 2.

Ainda, para tornar a moldura 25 resistente contra as cargas torcionais ou de transporte impostas sobre ela em uso, a moldura 25 inclui um
5 elemento de armação de braçadeira de torção 49 em cada baía da moldura; uma baía de moldura 25 é a abertura ligada pelas cordas principais superiores 26 e as duas cordas menores superiores 44 adjacentes. Cada braçadeira de torção é conectada entre os conectores de nodos nos cantos diagonalmente opostos de uma baía. As braçadeiras de torção ficam no plano das
10 cordas menores superiores e, assim, as extremidades das braçadeiras de torção são simplesmente (unicamente) conectadas com pinos entre as mesmas superfícies 35 ou 36 de cada conector de nodo afetado entre as quais uma extremidade de uma corda menor superior 44 é, similarmente, presa com pinos. Na porção da moldura 25 entre suas baías de extremida-
15 des, as braçadeiras de torção 49 se alternam nas direções em que elas são inclinadas em relação ao comprimento da moldura.

A atenção é direcionada para os conectores de nodos denotados 28' e 28" na figura 2; eles estão nas extremidades opostas de uma corda menor superior 44. Além de estar associado com uma corda principal superior 26, o conector 28' tem com ele associado duas escoras 30, uma corda menor superior 44 e duas braçadeiras de torção 49. As escoras 30 podem ser recebidas entre superfícies 35 do conector 28' e elementos de armação 44 (um) e 49 (dois) podem ser recebidos entre superfícies 36 daquele conector. Em contraste, o conector de nodo 28" tem com ele associada uma corda principal superior, uma corda menor 44 e duas escoras 30. Para acomodar aquelas diferenças no número de conexões, o conector 28' tem um comprimento maior do que aquele do conector 28" por uma quantidade adequada para acomodar as extremidades de três elementos de armação entre as superfícies 36 do conector 28'. Aquela diferença de comprimento de conector é
25 facilmente manipulada fazendo-se o conector 28' de um comprimento maior da extrusão do conector do que o comprimento da seção de extrusão usada para fazer o conector 28" e por meio da perfuração de três conjuntos de fu-
30

ros 43 através das superfícies de formação de flanges 35 em lugar de um conjunto desses furos.

É uma característica da moldura 25 que todos os furos de pinos de cisalhamento formados em cada conector de nodo 28 tenham o mesmo diâmetro de desenho (e, de preferência, diâmetro real) que o diâmetro das espigas cilíndricas dos pinos de cisalhamento usados para prendê-los ao conector de nodo 28. Isto é, cada pino de cisalhamento tem folga zero em relação ao conector de nodo e aos furos dos elementos de armação através dos quais sua espiga será inserida para conectar o elemento de armação relevante ao conector de nodo relevante. Essa folga zero significa, como questão prática, que cada pino de cisalhamento tem um encaixe de interferência em cada um dos furos com que co-atua quando instalado na moldura. Essa folga zero de pinos de cisalhamento nos furos dos elementos de armação e conector significa que a moldura 25 pode ser construída com grande precisão e não tem jogo ou frouxidão em qualquer de suas conexões. Conforme observado acima, a falta de jogo ou frouxidão nas conexões de elementos de armação em uma moldura espaçadora significa que cada elemento de armação experimentará e transmitirá cargas que correspondem muito intimamente às cargas planejadas e que todos os elementos de armação, efetivamente, compartilharão e transmitirão, corretamente, cargas e forças de cargas dentro da moldura. Haverá casos mínimos de alguns elementos de armação conduzindo mais ou menos da fração das cargas totais que se planejou conduzir. Em consequência, fatores menores de segurança podem ser usados no planejamento da moldura 25 e elementos de armação correspondentemente mais leves podem ser usados do que se as conexões de moldura tivessem jogo ou frouxidão, sem comprometer a segurança ou a adequação estrutural.

Um exame da figura 2 revelará que ela tem 8 baías ao longo do seu comprimento, isto é, 8 intervalos entre 9 cordas menores superiores 44 espaçadas. Esse exame da figura 2 revelará que as 4 baías no comprimento mediano da moldura são do mesmo comprimento, comprimento que é menor do que os comprimentos iguais das outras 4 baías da moldura. Desse modo,

a moldura 25 tem espaçamento de baía variável; o espaçamento de baía na moldura 25 pode ser definido como a distância ao longo do comprimento da moldura entre os centróides das áreas retangulares em lados opostos de uma corda menor. O espaçamento de baía variável significa que alguns conectores de nodos estão mais perto uns dos outros ao longo de uma dada corda principal do que estão outros dos conectores de nodos ao longo da corda principal. Por causa das naturezas dos conectores de nodos 28, conforme descrito acima, todos os conectores de nodos ao longo daquela corda principal podem ser (de preferência, são) feitos com a mesma configuração seccional transversal, isto é, feitos pelo uso de diferentes pedaços cortados de uma extrusão única. O espaçamento de baía variável é possível com conectores de nodos 28 porque, em todos os conectores de nodos, os elementos dos conectores que definem superfícies 35, 36 são dispostos para serem paralelos ao comprimento da porção do conector que coopera com a corda principal da moldura que pode se estender (de preferência, se estende) continuamente através do conector. O espaçamento de baía variável é obtido facilmente na moldura 25 pela variação dos comprimentos das escoras 30 e de braçadeiras de torção 49, conforme necessário.

É preferido que os conectores de nodos e os elementos de armação da moldura 25 sejam definidos dos mesmo material de modo que todos tenham o mesmo coeficiente de expansão térmico, assim, resultando em uma moldura que nela desenvolve tensões mínimas com a mudança de temperatura e não flexiona ou se distorce devido às mudanças de temperatura. O material preferido para definição dos conectores de nodos e elementos de armação da moldura 25 é uma liga de alumínio e aqueles elementos de armação, de preferência, são feitos por processos de extrusão. Os pinos de cisalhamento usados nas conexões dentro da moldura podem ser feitos de alumínio ou aço inoxidável.

Contudo, está dentro do escopo da presente invenção que os conectores de nodos 28 e os elementos de armação da moldura 25 ou de outras molduras de acordo com a presente invenção podem ser feitos de outros materiais. Se aço for o material de escolha, será evidente que os co-

nectores de nodos podem ser fabricados de componentes distintos, de preferência soldados juntos em artigos integrais de fabricação. Materiais pultrudados, tais como plásticos reforçados com fibras (resinas sintéticas) podem ser usados; naquela conexão, componentes pultrudados são considerados
5 como equivalentes de componentes extrudados. Ambos os componentes, extrudados e pultrudados, podem ser usados em uma dada moldura de acordo com a presente invenção. Os conectores de nodos podem ser feitos por outros processos de fabricação, tais como fundição ou usinagem.

Com relação à moldura 25, foi notado que, como a configuração
10 seccional transversal global da moldura é a de um triângulo equilátero invertido, todos os conectores de nodos na moldura podem ter a mesma configuração seccional transversal. Se a configuração seccional transversal da moldura for aquela de um triângulo isósceles, então, duas configurações seccionais transversais diferentes serão necessárias para os conectores de nodos.
15 Similarmente, se a configuração de moldura tiver que ser aquela de um triângulo não tendo ângulos inclusos, três seções transversais de conectores de nodos diferentes serão requeridas. Os princípios usados no desenho dos conectores de nodos 28 podem ser usados no desenho de conectores de nodos para molduras espaçadoras do tipo DLG tendo outras configurações
20 que não suporte de seção transversal triangular. Suportes de caixas de seção quadrada podem ser definidos por uma variação de conectores de nodos 28 em que os planos centrais entre superfícies 35 e 36 intersectam um ao outro em um ângulo de 90° em lugar de um ângulo de 60° . Além disso, um suporte desenhado e construído de acordo com a presente invenção pode ser disposto verticalmente para servir como uma torre. Seções transversais de conectores de nodos diferentes são prontamente acomodadas na
25 prática da presente invenção, como tornado mais claro pelas descrições a seguir.

A figura 5 é uma vista final de outra moldura espaçadora 50 de
30 acordo com a presente invenção. A moldura 50 é uma moldura de grade de camadas duplas (DLG) que tem uma superfície de fundo plana definida por duas cordas principais inferiores 51, 52 e cordas menores inferiores 53 que

se estendem transversalmente daquelas cordas principais. A superfície superior da moldura 50 não é plana, mas, na verdade, tem o contorno de um V superficial (ângulo oblíquo incluso) que é côncavo para cima, para longe da superfície inferior da moldura; a moldura é substancialmente simétrica em torno de um plano bissector daquele ângulo incluso. A superfície superior é definida por dois planos 54, 55, que se intersectam no eixo geométrico de uma corda principal central superior 57. Duas cordas principais externas superiores 58, 59 estão localizadas equidistantemente de e em lados opostos da corda central 57 e ficam, respectivamente, em planos 54 e 55. A corda principal central superior 57 é posicionada centralmente acima e paralela às cordas principais inferiores 51, 52 por escoras centrais 60 de igual comprimento. Cada uma das cordas principais externas superiores 58, 59 é posicionada em relação à corda principal central superior e à corda principal inferior adjacente pelas cordas menores superiores 61 e por escoras 62, que são mais longas do que as escoras centrais 60. As cordas principais da moldura 50, de preferência, são definidas por tubos redondos. As cordas menores, escoras, braçadeiras de torção e elementos de armação auxiliares (vide as descrições a seguir) de preferência, são definidos por tubos quadrados. Os tubos (redondos e quadrados, de preferência, são definidos por extrusões de alumínio, como o são todos os três estilos diferentes de conectores de nodos 28 em que os elementos de armação da moldura 50 são interconectados.

O uso pretendido da moldura 50 é como uma armação de suporte móvel para um espelho alongado, de preferência, curvado cilindricamente 64 em uma instalação de geração de energia solar; a posição de um espelho 64 em relação à moldura é mostrada na figura 5. Para permitir que a moldura sirva naquela capacidade, a moldura é projetada e construída para conduzir um braço de transmissão de torque e montagem 65 em cada uma de suas extremidades e conduzir suportes 66 para tubos através dos quais um líquido é circulado para ser aquecido por radiação solar refletida pelo espelho. O conjunto completo de espelho e moldura de suporte de espelho tem um centro de gravidade e um centro de rotação que são coincidentes em 67

nos braços 65.

À luz das descrições precedentes da moldura 25 de suporte e seus conectores de nodos 28, será evidente que a moldura 50 inclui três estilos de conectores de nodos que cooperam, respectivamente, com as cordas principais inferiores 51, 52, com a corda principal central superior 57 e com as cordas principais externas superiores 58, 59. Aqueles três estilos de conectores de nodos 28 são mostrados, respectivamente, nas figuras 6 e 7, nas figuras 8 e 9 e na figura 10.

Conectores de nodos 69 de cordas principais inferiores têm a configuração seccional transversal mostrada na figura 6. Ao contrário dos conectores de nodos 28 na moldura 25, conectores de nodos 28 69 são configurados para cooperação com um elemento de armação de corda principal que é definido na forma de um tubo redondo. Um conector de nodo 69 tem uma porção de encaixe de corda de braçadeira circularmente cilíndrica 70 que define uma passagem redonda circunferencialmente fechada 71, que se estende ao longo do comprimento do conector. O diâmetro de passagem 71 é ligeiramente maior do que os diâmetros externos das cordas principais inferiores da moldura 50 de modo que cada conector permite que um tubo de corda seja inserido, confortavel e deslizavelmente no e através do conector de nodo. Pelo menos um par (de preferência, dois pares) de furos 72, alinhados em um diâmetro de passagem 71, são formados através da porção de encaixe de corda de conector para permitir que pinos de cisalhamento (de preferência, pinos de cisalhamento de folga zero, como descrito acima) sejam usados com furos cooperantes no tubo de corda principal pertinente para montar, fixamente o conector no tubo de corda. Em outros aspectos, porém, o conector de nodo 69, bem como conectores de nodos centrais, superiores 74 (figuras 8 e 9 e conectores de nodos 28 de corda externa superior 75 (figura 10) da moldura 50 são suficientemente similares aos conectores de nodos 28, que, em vista do conteúdo das figuras 6 - 10, descrições estendidas de conectores de nodos de moldura 50 não são necessárias para uma compreensão dos mesmos por uma pessoa versada na técnica.

Portanto, brevemente observado, cada um dos conectores de

5 nodos de cordas principais 69, 74 e 75 conduz ao longo de seu comprimento e externamente de sua porção de base encaixe tubular de corda 70 uma pluralidade de elementos estruturais fixos 77 que definem múltiplos pares de superfícies paralelas, espaçadas, opostas, substancialmente planas 78, 79, 80 (figura 6 quanto ao conector 69), 81, 82, 83, 84 (figura 8, quanto ao conector 74) e 85, 86 e 87 (figura 10, quanto ao conector 75). O faceamento das superfícies 78 - 87 proporciona registro confortável, embora móvel, com superfícies exteriores planas de faceamento oposto das cordas menores e outros elementos de armação da moldura 50 mediante inserção de extremidade daqueles elementos de armação entre aquelas superfícies de faceamento enquanto a moldura 50 é montada (vide as figuras 13 - 24). Pares alinhados de furos 89 são formados através de elementos (flanges) 77 em localizações adequadas em cada conector de nodo particular a fim de permitir a inserção de pinos de cisalhamento de folga zero através deles e através de furos formados através das extremidades dos elementos de armação relevantes, conforme descrito acima com referência à moldura 25.

10 As figuras 6, 8 e 10 mostram que certos flanges 77 podem ser ramificados em suas extremidades externas a fim de definir pares de superfícies de faceamento 78 - 87 em que, em cada par, as superfícies são paralelas e equidistantes de planos centrais correspondentes, que incluem o eixo geométrico daquela passagem de recebimento de corda 71 do conector de nodo e do eixo geométrico neutro da corda principal tubular redonda recebida naquela passagem.

20 Isto é, o conector de nodo mostrado na figura 6, os elementos conectores 77, que definem as adjacentes de superfícies 78 e 79 e que definem a adjacente das superfícies 79 e 80, não são conectados diretamente ao exterior da porção de tubo 70. Na verdade, são conduzidos nas extremidades de nervuras que são conectadas diretamente ao exterior da porção de tubo 70. As nervuras, de preferência, são dispostas em planos que intersectam o eixo geométrico da passagem de conector. Esse aspecto de um conector de nodo permite a conexão ao conector de elementos de armação que ficam em planos que têm separação angular relativamente pequena en-

tre eles no conector de nodo, enquanto permite que os eixos geométricos neutros daqueles elementos de armação tenham a intersecção desejada com o eixo geométrico neutro de um elemento de armação (corda, por exemplo) localizado na passagem 71 daquele conector de nodo. O movimento das localizações do pino de cisalhamento para fora da porção de tubo do conector de nodo não é uma desvantagem.

A estrutura da moldura 50 completa se tornará evidente de uma compreensão das figuras 13 - 24, que representam etapas consecutivas na montagem da moldura de seus elementos componentes de armação tubular redonda e quadrada e seus conectores de nodos 69, 74 e 75. A primeira daquelas etapas é mostrada na figura 13. Os conectores de nodos 69 são encaixados em torno do elemento redondo, de preferência, tubular, que define a corda principal inferior 52 e são presos à mesma nas extremidades e no centro daquela corda. Cada conector de nodo pré-fabricado da moldura 50 pode portar notações de codificação que informam àquelas que montam a moldura onde cada conector de nodo deve ser colocado na moldura e qual é a direcionalidade em relação às extremidades de seu elemento de corda principal. Então, conforme mostrado na figura 14, três conectores de nodos 69 são encaixados, similarmente, em torno e preso à corda principal inferior 51.

Conforme mostrado na figura 15, uma terceira etapa no processo de montagem de moldura pode ser a montagem de cinco conectores de nodos 74 na sequência adequada na corda principal central superior 57 e a conexão com pinos dos mesmos à corda. Naquele processo, uma placa 90 é montada na corda em associação com o conector de nodo central, placa que mais tarde terá a ela conectado um suporte 66. Note que os conectores de nodos 74 não são espaçados uniformemente ao longo do tubo de corda 57; vide também a figura 19, onde a razão para aquele espaçamento de conector é tornada evidente. As quarta e quinta etapas no processo de montagem de moldura podem ser a colocação de conectores de nodos 75 em cada um dos tubos de cordas principais centrais externas 58 e 50 e a conexão com pinos daqueles conectores àquelas tubos; vide as figuras 16 e 17.

A figura 18 ilustra uma sexta etapa no processo de montagem de moldura, a saber, a interconexão de tubos de cordas principais inferiores 51 e 52 pelas cordas menores inferiores 53, elementos de braceamento de torção 92 e elementos adicionais da moldura, usando pinos de cisalhamento de folga zero para fazer todas as conexões aos conectores de nodos 28. As cordas principais 51, 52 e as cordas menores 53 definem duas baías retangulares na camada inferior (superfície) da moldura 50. Aquelas cordas principais são menores em comprimento do que as cordas principais superiores 57 - 59. A compensação para aquela diferença de comprimento de corda principal é obtida através da conexão à cada extremidade de cada tubo de corda principal inferior de um elemento de armação adicional, de preferência, quadrado 93. Em cada extremidade do conjunto de camada inferior, as outras extremidades de elementos transversalmente adjacentes 93 são duplamente conectadas com pinos ou aparafusadas (uma conexão de enrijecimento) a um encaixe de acoplamento 94, ao qual uma extremidade de um braço de torque de moldura 65 será presa mais tarde.

O subconjunto de corda principal central superior (figura 15) pode ser conectado no lugar em relação ao conjunto de corda principal inferior (figura 18), conforme representado na figura 19, como uma sétima etapa no processo de montagem. Escoras centrais 60 são conectadas por pinos entre os conectores de nodos 69 nas cordas principais inferiores e os conectores de nodos extremos 74 na corda central e os dois outros conectores 74 que estão em lados opostos do centro da corda central superior 57. Dois elementos de armação adicionais 95 são conectados por pinos entre o conector de nodo 74 na corda superior 57 e os respectivos conectores de nodos 69 nas cordas inferiores 51, 52. A placa 90 pode então ser presa, como através de aparafusamento ou rebiteagem às extremidades de elementos 95, que são presos com pinos ao conector de nodo CENTRAL 74. A placa 90 pode, ainda, ser fixada em sua posição desejada por braçadeiras de conexão 96 entre a parte central da placa e os elementos de armação 95, conforme mostrado na figura 19. O término dessa etapa de montagem faz com que os encaixes de conexão de braço de torque 94 estejam localizados substancialmente

abaixo das extremidades opostas da corda principal central superior 57.

A oitava e a nona etapas na montagem da moldura 50 pode ser a conexão com pinos das cordas principais externas superiores 59, 58 às cordas principais inferiores 52, 51, respectivamente, via escoras mais longas 62 e conectores de nodos 69 e 75. Vide figuras 20 e 21.

Uma décima etapa na montagem da moldura 50 pode ser a interconexão das cordas principais externas superiores 59, 58 à corda principal central superior 57 e a conexão dos elementos de armação auxiliares às cordas 58 e 59. Essa etapa é representada na figura 22, que mostra os elementos de armação 61 da corda menor superior presos com pinos entre os conectores de nodos 74 de corda central e conectores de nodos 75 de corda externa adjacente; para maior clareza da ilustração, elementos de armação localizados abaixo do topo da moldura não são mostrados na figura 22. Braçadeiras de torção 92 são dispostas (uma em cada uma das seis baias definidas pelos elementos 57, 58, 59 e 61) diagonalmente entre os elementos de corda, de modo que, em cada lado da corda central 57, as braçadeiras de torção se alternam nas maneiras em que elas são inclinadas em relação ao comprimento da moldura 50. Enquanto conectadas entre as cordas principais 57, 58 e 59, as cordas menores superiores 61 podem conduzir cliques em U invertidos 98, em localizações selecionadas ao longo de seus comprimentos para conexão posterior nos mesmos de tubos longitudinais de montagem de espelhos 99 (vide as figuras 23 e 24). Os cliques 98 funcionam como elevadores das superfícies superiores planas da moldura 50 para conformação à curvatura do refletor de focalização, que a moldura suporta em uso. Também, tubos de extensão quadrados 100 podem ser conectados rigidamente entre as superfícies 87 de cada um dos conectores de nodos 75. Cada tubo 100 pode conduzir um clipe em U invertido em sua extremidade não suportada. Desse modo, em cada estação transversal de moldura 50 correspondente às localizações de cordas menores superiores 61, a moldura pode incluir seis cliques 98 como aspectos que facilitam a conexão do espelho 64 à moldura.

A atenção é dirigida para o conector de nodo 74 na corda princi-

pal central superior 57 entre a placa 90 e a extremidade esquerda da moldura, conforme representado nas figuras 21, 22 e 23. Além da corda principal 57, que se estende continuamente (de preferência,) através daquele conector de nodo, há dez elementos de armação adicionais, que têm uma extremidade presa com pinos àquele conector de nodo, a saber, quatro escoras centrais 60, tendo superfícies extremas registradas com superfícies 81 e 82 do conector de nodo, duas braçadeiras de torção 91 e uma corda menor superior 61, tendo superfícies extremas registradas com as superfícies de conector 83 e duas braçadeiras de torção e uma corda menor superior 61, tendo superfícies extremas registradas com as superfícies 84 do conector. Aquela pluralidade de conexões de elementos de armação com aquele conector de nodo ilustra uma forma da versatilidade dos conectores de nodos de acordo com a presente invenção.

A presença de escoras de suporte de espelhos 100 na moldura 50 ilustra outra forma da versatilidade dos conectores de nodos da presente invenção, a saber, a capacidade dos conectores de nodos para funcionar como conectores para elementos que são auxiliares, mas não parte da moldura espaçadora relevante como tal.

As figuras 23 e 24 mostram uma pluralidade de tubos de suporte de espelhos 99, dispostos em linhas paralelas ao longo do comprimento da moldura, conectados diretamente à moldura 50 ou aos cliques em U invertido 98, que são conectados à moldura. Os tubos de suporte de espelhos 99, são extrusão de alumínio com uma configuração seccional transversal que inclui um retângulo ou um quadrado com flanges externos superior e inferior. Os tubos de suporte de espelho se conformam a uma linha curva que é, em essência, a curvatura do lado reverso do espelho côncavo 64.

A figura 23 é uma vista em plano de topo da moldura 50 com tubos de suporte de espelhos nela montados. A figura 23 é uma boa ilustração dos benefícios de uso de elementos extrudados ou pultrudados de seção transversal constante e comprimento indefinido como fontes para conectores de nodos de seção transversal especificada, mas de comprimentos diferentes. Por exemplo, na figura 23 há quatro conectores de nodos 75

conduzidos em cada uma das cordas principais 58 e 59; em cada uma daquelas cordas, os conectores de nodos são de três comprimentos diferentes determinados, principalmente pelo número de outros elementos de armação que são conectados aos mesmos.

5 Um braço de torque 65 para moldura 50 de suporte de espelho é mostrado na figura 25. Bem adjacente a sua extremidade superior, uma grande abertura 102 é formada através da placa para cooperação com um eixo de acionamento de moldura (não mostrado), que pode passar através daquela abertura até um mecanismo adequado para girar controlavelmente o eixo. A placa proporciona um mecanismo para conexão de uma moldura 10 50 a esse eixo de acionamento para movimento da moldura com o eixo. A placa 65 também inclui um furo menor 103 através dela abaixo da abertura 102, mas perto da extremidade superior da placa, para recebimento de uma extremidade da corda principal central superior 57. Uma peça transversal 15 104 pode ser conectada à extremidade inferior da placa e para definir um par de furos através do qual a placa pode ser aparafusada, por exemplo, a um encaixe de acoplamento 94 da moldura 50.

Conforme notado acima, todos os elementos de armação (cordas principais, cordas menores, escoras, braçadeiras de torção e outros 20 componentes) e conectores de nodos da moldura 50, são feitos do mesmo tipo de alumínio. Desse modo, todos aqueles componentes da moldura são afetados igualmente pelas mudanças de temperatura. Também, todas as conexões com pinos na moldura 50, de preferência, são definidas pelo uso da técnica pinos de cisalhamento de folga zero descrita acima. A fabricação 25 com precisão dos componentes da moldura 50 para montagem no campo, incluindo cortes de extrusão em comprimentos desejados e a perfuração (ou outras operações de formação de furos) de furos naqueles comprimentos de extrusão em localizações precisas, pode ser facilitada pelo uso de gabaritos e modelos de precisão e o uso de práticas de compras apropriadas. Como 30 um resultado, a moldura 50 pode ser construída para tolerâncias muito pequenas, que produzem um suporte muito rígido, comparativamente leve e insensível à temperatura para espelho 64, que, essencialmente, não mani-

nesta deflexão alguma à medida que a moldura é girada em torno de seu eixo de montagem experimenta mudanças na maneira em que a gravidade atua na moldura.

Pessoas versadas na técnica apreciarão que as configurações seccionais transversais dos conectores de nodos tendo porções tubulares de retenção de cordas, tais como as porções 70 dos conectores de nodos 69, 74 e 75, podem ser variadas para definir passagens que se conformam aos formatos seccionais transversais de elementos tubulares não redondos ou de elementos não-tubulares tendo formatos padrão (por exemplo, canais) ou formas personalizadas. Aquelas pessoas também apreciarão que cordas transversais, escoras e braçadeiras de torção podem ser quadradas ou outros polígonos de lados regulares, ovais com planos ou de formas enroladas, tendo superfícies exteriores planas e paralelas.

Os pinos de cisalhamento de folga zero descritos acima (vide a figura 11) podem ser instalados para fazer conexões desejadas, pelo acionamento dos mesmos axialmente no lugar através dos furos relevantes em conectores de nodos e elementos de armação ou girando-os no lugar. Se o elemento de armação pertinente tiver seus furos de recebimento de pinos formados em porções de parede relativamente espessas do elemento, então, o pino de cisalhamento de folga zero pode ser instalado através e acionamento axial do mesmo, como martelando levemente na cabeça do pino; a espiga do pino, de preferência, é lubrificada antes que sua instalação seja iniciada. Contudo, se o elemento de armação for um tubo de parede fina, por exemplo, o acionamento de um pino de cisalhamento de folga zero no lugar através daqueles furos pode produzir pequenas ondulações (ou outra distorção permanente indesejada) do elemento de armação nas proximidades daqueles furos. Naquela situação, o procedimento preferido para instalação de um pino de cisalhamento lubrificado de folga zero é girá-lo em posição, como pelo uso de uma chave de parafusos encaixada com uma cabeça de pino de cisalhamento não redonda, enquanto se aplica força axial ao pino. Na última situação, a espiga sem rosca do pino de cisalhamento "forma roscas automaticamente" em seu caminho para e através dos furos dos elementos

de armação, sem causar a formação de ondulações ou outra distorção do elemento de armação em maneiras que podem reduzir a capacidade de transmissão de força do elemento quando conectado ao seu conector de nodo.

5 Uma moldura espaçadora, uma vez montada raramente tem qualquer de suas conexões desmontadas e removidas. A presente invenção proporciona a capacidade de desmontar e re-montar uma moldura espaçadora tendo interconexões usando pinos de cisalhamento de folga zero. Um exemplo dessa moldura espaçadora desmontável é a formação de andaimes

10 e nessas molduras espaçadoras (bem como outras) a configuração de pino de cisalhamento de folga zero 110, mostrado na figura 26, pode ser usada com vantagem. O pino 110 tem uma cabeça não-redonda 111 em uma extremidade de uma espiga redonda não-rosqueada 112, de modo que o pino pode ser acionado ou girado para instalá-lo ou removê-lo de uma conexão

15 com pinos. Em lugar de ser de diâmetro constante ao longo de seu comprimento (salvo pela presença de uma ranhura retentora de clipe circunferencial), como é o pino 40 mostrado na figura 11, a espiga 112 do pino 110 é de diâmetro não-constante. A espiga 112 tem uma porção relativamente curta 113, de diâmetro relativamente grande, adjacente a sua cabeça 111 e uma

20 porção relativamente mais longa de diâmetro relativamente pequeno 114 ao longo do restante de seu comprimento até uma extremidade distal afunilada 115 do pino. Uma ranhura retentora de clipe circunferencial 116 é formada na posição da espiga 114, perto da extremidade distal da espiga. De preferência, as interseções das paredes de ranhuras com a superfície cilíndrica da espiga são chanfradas, como em 117, para tornar mais fácil a inserção e a remoção do pino 110 nos e dos elementos de armação de parede fina. Será evidente que o uso do pino 110 requer que os furos de recebimento de pinos na extremidade de um elemento de armação sejam de diâmetros diferentes, um tendo um diâmetro igual ao diâmetro maior do pino e o outro tendo um diâmetro menor igual ao diâmetro menor do pino. A diferença entre o diâmetro maior e o diâmetro menor da espiga de pino 112, de preferência, é ligeira (por exemplo, da ordem de 0,381 mm (0,015 polegada)) de modo que

25

30

a capacidade de resistência ao cisalhamento do pino não é significativamente reduzida em sua porção de diâmetro menor e de modo que a área de apoio do pino para um elemento de armação conectado por ele não significativamente reduzida. Uma vantagem do pino 110 é que sua porção de espiga de diâmetro pequeno não encontra um furo de recebimento daquele diâmetro, no curso de sua instalação, até aproximadamente o mesmo momento em que a porção de diâmetro grande da espiga encontra um furo de recebimento daquele diâmetro maior. A instalação do pino para fazer uma conexão com pinos é mais fácil e mais rápida. Também, na remoção do pino de uma conexão com pinos, as porções de espiga de pino se tornam livres de seus furos de recebimento substancialmente ao mesmo tempo, tornando a remoção do pino mais fácil e mais rápida. Um outro benefício é a espiga do pino e os furos de recebimento de pinos nos elementos de armação serem submetidos a episódios significativamente reduzidos de desgaste do pino e furos que pode fazer com que seus tamanhos efetivos mudem enquanto conexões com pinos são feitas repetidamente e desmontadas com o tempo. Desse modo, os benefícios das conexões com pinos de folga zero podem ser obtidos com tempos mais longos na formação de andaimes e outras molduras espaçadoras, que são submetidas à desmontagem e à remontagem.

O peso global de uma moldura espaçadora do tipo DLG frequentemente é uma problema significativo de desenho, especialmente onde a moldura deve ser submetida, em uso, a cargas significativas, estáticas ou dinâmicas. O uso de elementos de armação de parede fina sugere em si uma solução para o problema do peso. Contudo, onde os elementos de armação podem ser submetidos à cargas axiais significativas e conexões com pinos devem estabelecer interconexões de elementos de armação, o uso de elementos de armação de parede fina pode ser problemático e difícil. A razão é que os elementos de armação tubulares de paredes finas, por causa da espessura de suas paredes, proporcionam apenas áreas pequenas das seções transversais dos elementos para apoio de pinos de cisalhamento e para transferência de cargas axiais no elemento de armação para um conector de nodo através dos pinos de cisalhamento. Aquelas áreas pequenas de

suporte significam que as forças axiais no elemento de armação são concentradas naquelas áreas pequenas visto que elas transferem do elemento para o pino de cisalhamento e que as tensões nos elementos são mais altas naquelas áreas. Aquelas tensões podem alcançar níveis suficientemente altos para que o elemento de armação se enrugue, se dilacere ou de outro modo se deforme adversamente em seus furos de recebimento de pinos, assim, ampliando o diâmetro efetivo daqueles furos. O aumento do diâmetro de um furo de recebimento de pino de cisalhamento em um elemento de armação da moldura espaçadora tem o efeito de mudar o comprimento de trabalho do elemento, o que significa que o elemento não pode mais conduzir ou transmitir as cargas aplicadas ao mesmo na moldura espaçadora. Isto, por sua vez, faz com que outros elementos de armação na moldura espaçadora sejam submetidos à cargas aumentadas, o que pode fazer com que seus furos de recebimento de pinos se alarguem enquanto aqueles outros elementos de armação se dilaceram ou se enrugam naqueles furos. O resultado pode ser uma falha catastrófica da moldura espaçadora. A figura 27 e a figura 28 representam uma solução para o problema do uso dos tubos de paredes finas como elementos de armação em molduras espaçadoras de peso reduzido.

A figura 27 é uma vista em alçado seccional transversal de um tubo estrutural de parede fina não redondo (oval) 120, de preferência, uma extrusão. Através da maioria de sua circunferência, o tubo 120 tem uma espessura de parede relativamente pequena t_1 . O tubo 120 tem eixos geométricos de simetria X-X e Y-Y (ou eixos geométricos de X e Y) ortogonalmente relacionados (orientados perpendicularmente). A dimensão do tubo ao longo do eixo de Y é menor do que sua dimensão ao longo do eixo geométrico de X. A forma seccional transversal do tubo é disposta de modo que o tubo tem porções de superfície exteriores planas de paredes opostas 121, que são centralizadas no eixo geométrico de Y do elemento e se estendem através dele e são paralelas ao eixo geométrico X e, na largura de cada uma dessas porções de superfície 121, a espessura de parede dos elementos de armação é aumentada (de preferência, para dentro) até a espessura t_2 . Isto é, o

espaçamento da superfície interna do tubo de sua superfície externa aumentada de t_1 para t_2 através da largura de cada porção de superfície 121. Como um resultado, o tubo 120 tem áreas de apoio aumentadas contra um pino de cisalhamento que passa através de furos de recebimento de pinos 122 formados através do tubo em alinhamento com o eixo geométrico de Y. As áreas de apoio aumentadas significam que o tubo pode conduzir e transmitir para as cargas axiais de pinos de cisalhamento no tubo e magnitude maior do que faria um tubo tendo espessura de parede uniforme t_1 enrugado ou se dilacerar em furos 122.

10 No tubo 120, as zonas 121 de espessura de parede aumentada se estendem ao longo de todo o comprimento do tubo. Será evidente que, se o tubo for definido com espessura de parede uniforme em torno de sua circunferência, o módulo de seção do tubo (e sua resistência à curvatura) em torno do eixo geométrico de Y será maior do que o módulo de seção do tubo (e sua resistência à curvatura) em torno do eixo geométrico de X do tubo. Também é evidente que, por causa da espessura de parede do tubo 120 ser aumentada nas porções de circunferência do tubo, onde as superfícies exteriores do tubo são planas e paralelas ao eixo geométrico de X do tubo, o tubo 120 tem um módulo de seção em torno do eixo geométrico de X que é maior do que o módulo de seção do eixo geométrico de X de um tubo do mesmo contorno e dimensão exteriores, tendo espessura de parede uniforme t_1 em torno de sua circunferência e, assim, o tubo 120 é mais resistente à curvatura em torno do eixo geométrico de X do que o tubo comparável de espessura de parede uniforme t_1 . Desse modo, será evidente que pelo ajuste das larguras de zonas de tubo 121 e da diferença entre a espessura da parede de tubo t_1 e t_2 , o tubo 120 pode ser definido para ter um módulo de seção em torno do eixo geométrico de X, que é igual ao módulo de seção do tubo em torno do eixo geométrico de Y, de modo que as capacidades de desempenho estruturais do tubo na curvatura são essencialmente as mesmas que aqueles de um tubo redondo tendo um diâmetro igual à dimensão do eixo geométrico de X do tubo 120 e tendo espessura de parede uniforme t_1 . O tubo de parede fina 120 tem capacidade acentuada para conduzir e

transmitir cargas axiais (tensão ou compressão) por causa de sua espessura de parede aumentada nos furos 122. O tubo 120 também tem propriedades de coluna acentuadas (notavelmente, resistência ao entortamento, quando submetido às cargas compressivas) por causa de seu módulo de seção aumentado em torno de seu eixo geométrico de X. Esses benefícios são obtidos com aumento mínimo no peso do tubo em relação a um de espessura de parede uniforme t_1 porque os ajustes na espessura de parede são feitos em seções pequenas da circunferência do tubo, onde eles são mais efetivos. A presença de áreas planas alinhadas faceando opostamente no exterior do tubo 120 adapta o tubo 120 ao uso efetivo em conectores de nodos da presente invenção porque aquelas superfícies de tubos planos podem entrar em registro estrito com as superfícies planas de faceamento de um conector de nodo, onde o tubo pode ser conectado com pinos ao conector de nodo. A capacidade para usar tubos de paredes finas, modificados de acordo com os princípios ilustrados na figura 27, em uma moldura espaçadora tendo conexões com pinos significa que os pesos dos elementos de armação (cordas principais, cordas menores, escoras, braçadeiras de torção e similares) nessas molduras podem ser reduzidos, sem reduzir a capacidade de transporte de carga da moldura. As reduções no peso de componentes de moldura espaçadora produzem reduções nos custos dos componentes da moldura.

A figura 28 é uma vista seccional transversal de outro tubo estrutural de parede fina não redonda (retangular) 125 que tem sua espessura de parede aumentada para t_2 de T_1 em zonas centrais 126 de sua dimensão maior (largura ao longo do eixo geométrico do tubo, quando comparado com sua altura ao longo do eixo geométrico de Y). A espessura de parede aumentada, de preferência, é manifestada nas superfícies internas do tubo 125. Os furos de recebimento de pinos de cisalhamento 127 são formados através das paredes do tubo em suas zonas de espessura de parede aumentada, de preferência, centralizados no eixo geométrico de Y, adjacentes a cada extremidade do tubo, de modo que o tubo pode ser conectado com pinos a um conector de nodo de acordo com a presente invenção em uma moldura espaçadora de peso reduzido. O tubo 125, como o tubo 120, pode

ser usado para definir uma corda principal, uma corda menor, uma escora ou outro componente da moldura. O tubo 125 pode ser definido para ter módulos de seção iguais em torno de seus eixos geométricos de X e Y, se desejado, ou módulos de seção desiguais ajustados, se aquilo for desejado.

5 Os conectores de nodos 69, 74 e 75 mostrados nas figuras 6, 8 e 10 têm porções de base tubulares 70, definindo passagens 71, que envolvem, completamente, as cordas tubulares redondas com as quais eles cooperam. Embora seja desejável que a configuração seccional transversal de um conector de nodo seja tal que, com a inserção deslizável de um elemento
10 de corda na passagem de recebimento de corda de conectores, o conector e o elemento de corda cooperam de modo que o elemento de corda é mantido no conector com seu eixo geométrico substancialmente alinhado com o eixo geométrico de passagem, objetivo que pode ser alcançado por um conector de nodo adequadamente projetado, tendo uma passagem que não encerra
15 completa e circunferencialmente o elemento de corda. Isto é, a passagem de recebimento de corda de conector de nodo não precisa encerrar completamente o elemento de corda circunferencialmente a fim de que o conector de nodo possa receber o elemento de corda de se mover lateralmente no conector de nodo. Aquela aspecto da presente invenção é ilustrado nas figuras
20 29, 30 e 31.

A figura 29 é uma vista seccional transversal de um conector de nodo 130 que coopera com um elemento de corda tubular 131 de seção transversal não-redonda. O elemento de corda 131 é predominantemente redondo em seção transversal, mas tem uma lateral para fora 132, que sub-
25 tende cerca de 90° da circunferência do elemento de corda de outro modo redondo. A projeção é compreendida por um par de flanges curtos, paralelos, que se estendem para fora 133, que se conectam às extremidades opostas de uma manta plana ou ponte 134. A seção transversal do elemento de corda é simétrica em torno de um plano através do eixo geométrico (cen-
30 tro de curvatura) da porção redonda do tubo de corda e perpendicular ao plano da ponte no comprimento mediano da ponte. A configuração seccional transversal do conector de nodo de preferência extrudado 130 tem uma por-

ção de base de natureza tubular definindo uma passagem 135, que é dimensionada e moldada de modo que, mediante inserção do elemento de corda 131 de ponta a ponta na passagem, as superfícies da passagem cooperam intimamente com as superfícies externas de flanges 133 e a porção principal redonda da corda adequadamente, para manter a corda no conector na maneira desejada. Desse modo, o conector de nodo tem nervuras paralelas espaçadas, que se estendem para fora, 136, que cooperam com as superfícies externas de flanges de projeção 133, mas entre aquelas nervuras a passagem tem uma abertura lateral ao longo de seu comprimento para acomodar a projeção de elemento de corda 132. As extremidades de nervuras 136 ficam no plano do topo de projeção 132, quando o conector de nodo e o elemento de corda são encaixados um com o outro.

O conector de nodo 130 pode ser preso rigidamente ao elemento de corda pela passagem de pinos de cisalhamento através deles, adjacentes e paralelos ao fundo da ponte 133 do elemento de corda. Alternativamente, conforme mostrado na figura 29, a conexão do conector de nodo com o elemento de corda pode ser feita através do encaixe de parafusos 138 através de furos nas nervuras dos conectores de nodos em furos rosqueados nos flanges dos elementos de corda 131.

O conector de nodo 130 e o elemento de corda 131 podem ser componentes na camada superior de uma moldura espaçadora de DLG plana clássica do tipo mostrado na figura I, como em uma aplicação da moldura espaçadora onde a moldura deve suportar uma disposição de telhado ou cobertura. Naquela aplicação, o elemento de corda, devido a sua projeção para cima 132 ao longo do seu comprimento, tem resistência acentuada à curvatura e, assim, tem propriedades similares às daquelas de um feixe. Para uso nessa aplicação, elementos que (flanges) que se estendem para fora 77, presentes ao longo do comprimento do conector de nodo, podem definir pares de superfícies planas, paralelas, espaçadas, de faceamento 140, 1141, 142 e 143 para recebimento de cordas transversais e escoras da moldura. Em cada par de superfície, as superfícies de faceamento podem ser equidistantes de lados opostos de um plano central que inclui o eixo geométrico da

passagem 135. As superfícies 140 e 141 são paralelas com as respectivas delas co-planares; aqueles pares de superfícies podem receber e ter conexões com pinos com as extremidades adjacentes de duas cordas transversais co-lineares da moldura espaçadora. As superfícies 142 e 143 são ângulo para fora e para baixo uma da outra; os elementos que definem aqueles pares de superfícies podem receber e ter conexões com pinos entre elas as extremidades das escoras (duas por par de superfícies) que interconectam os quatros nodos diferentes na outra camada (inferior) da moldura espaçadora.

10 A figura 30 é uma vista seccional transversal de um conector de nodo 139, que é uma variante de conector de nodo 130 e de um elemento de corda 131. Foi notado acima que o conector de nodo 130 tem um plano de simetria, a saber, um plano verticalmente através do centro de curvatura da porção redonda da passagem 135, enquanto o conector de nodo 130 é representado na figura 29. A variação do conector de nodo 139 em relação
15 ao conector de nodo 130 é que ambos têm, essencialmente, a mesma configuração seccional transversal, mas o conector 139 é definido por duas partes idênticas 139A e 139B, que são conectadas juntas no plano vertical de simetria do conector 139. Para permitir que as partes 139A e 139B sejam
20 aparafusadas juntas, como por parafusos 140, cada uma das partes 139A e 139B tem um flange exterior ou nervura 141, da qual um dos elementos 77 é conduzido, tendo uma superfície correspondente no plano de simetria do conector montado 139 e em que os furos para os parafusos 140 são formados. Como as partes 139A e 139B são idênticas em seção transversal, elas
25 podem ser feitas de uma extrusão comum. O conector de nodo de duas partes 139, por exemplo, é vantajoso, se a área seccional transversal total e a dimensão do conector global forem grandes; há um número limitado de grandes prensas de extrusão no mundo e a natureza das duas partes de conector 139 significa que as extrusões para uso em sua construção podem ser
30 feitas em prensas de extrusão menores das quais há muitas.

 A figura 31 é uma vista seccional transversal de um conector de nodo 145 e um elemento de corda tubular 146 que cooperam um com o ou-

tro; o conector 145 é uma variante modesta do conector 139 e o elemento de corda 146 é uma variante modesta do elemento de corda 131. A diferença entre partes idênticas 145A e 145B do conector 145 em relação às partes 139A e 149B do conector 139 é que as nervuras 149 das partes 145A e 145B são definidas para corresponderem às faces opostas da nervura 148 do elemento de corda em lugar de uma com a outra. Por causa da presença de sua nervura externa 148, o elemento de corda 146 tem propriedades de feixe acentuadas em relação ao elemento de corda 131.

Foi feito um comentário acima que uma variante do conector de nodo 130 (figura 29), em que a passagem através do comprimento é uma passagem redonda, circunferencialmente fechada, pode ser usada na construção de uma moldura quadrada clássica (vide a figura 1) em que as cordas principais longitudinais são redondas e outros elementos de armação podem ser quadrados, ovais com planos externos ou de outro modo consistentes com as descrições precedentes. Essa variante de conector de nodo 130 pode ser usada para definir a moldura espaçadora de DLG de "forma livre" ou lateralmente curvada 150, mostrada nas figuras 32 (vista em plano de topo) e 33 (vista em alçado lateral), simplesmente fazendo as cordas transversais superiores e inferiores 151 e 152 redondas e contínuas através de pelo menos alguns dos nodos de moldura (junções podem ser necessárias) e fazendo os elementos de corda longitudinais superiores e inferiores 153 e 154 quadrados e de comprimentos correspondentes à distância ao longo de uma linha de corda longitudinal entre nodos adjacentes. A existência de uma capacidade para construir essa moldura espaçadora de DLG curvada lateralmente é mostrada pela figura 33, um alçado lateral dessa moldura, em que as escoras ficam em planos diagonais estendendo-se através da largura da moldura. Os planos das superfícies de recebimento de escoras 142 e 143 desse conector de nodo assim disposto na moldura serão paralelos às linhas de cordas transversais, todas as quais são retas e uniformemente espaçadas uma da outra ao longo do comprimento da moldura. As escoras 155 se conectam entre nodos superiores 156 e nodos inferiores 157. As escoras conectadas a um dado nodo podem ter comprimentos desiguais para aco-

modar os deslocamentos laterais de elementos de corda transversais adjacentes necessários para produzir a forma de plano curvado lateralmente da moldura mostrada na figura 32.

5 É evidente, portanto, que um conector de nodo de acordo com a presente invenção, em que as superfícies paralelas entre as quais escoras e elementos de corda descontínuos são conectados são superfícies que são paralelas ao comprimento das passagens em que um elemento de corda contínuo é recebido, é um conector de nodo que pode ser usado em uma variedade de molduras espaçadoras de DLG configuradas diferentemente, incluindo molduras que têm espaçamento de baía uniforme, longitudinal e 10 transversalmente, molduras espaçadoras que têm espaçamento de baía variável, longitudinal ou transversalmente, e molduras espaçadoras em que elementos de corda longitudinais ou transversais são deslocados lateralmente um do outro, conforme mostrado na figura 32.

15 Muitos benefícios e vantagens são proporcionados pela presente invenção e seus aspectos e características descritas acima. Os conectores de nodos permitem que certas cordas de uma moldura espaçadora de DLG se estendam continuamente através deles. Os conectores de nodos podem ser usados com elementos de armação de molduras espaçadoras substancialmente de qualquer configuração seccional transversal desejada; eles não 20 estão limitados ao uso com elementos tendo seções transversais redondas ou retangulares. Conectores de nós e elementos de armação podem ser extrudados para precisão dimensional e baixo custo. Os conectores de nodos e elementos de armação podem ser feitos de materiais tendo propriedades metalúrgicas uniformes de modo que, entre outros benefícios, molduras espaçadoras incorporando os mesmos são pouco afetados dimensionalmente pelas mudanças de temperatura. Os conectores de nodos permitem que os 25 elementos de armação de números, tamanho e configuração seccional transversal diferentes sejam, efetivamente, interconectados em um dado nodo em uma moldura espaçadora. Os conectores de nodos podem ser definidos para permitir bons posicionamento e alinhamento, até mesmo ideais, de elementos de armação em um nodo de moldura espaçadora de modo que 30

há excentricidades mínimas ou nenhuma de eixos geométricos de elementos de armação em relação um ao outro em um nodo. Os conectores de nodos permitem uso conveniente de espaçamento variável de baía em uma moldura espaçadora, permitindo que a moldura global conduza, eficientemente, 5 cargas de projeto. Os conectores de nodos podem ser definidos para proporcionar interconexões entre elementos de armação em uma faixa diversa de posições e números, desse modo, permitindo o uso de princípios de desenho e construção de DLG em estruturas mais complexas, incluindo estruturas não-estáticas (móveis) para aplicações de focalização de radiação eletromagnética, tais como armações móveis de suporte de espelho ou refletor 10 em instalações de geração de energia solar e em telescópios de rádio e óticos. Elementos de uso específico podem ser acomodados em molduras espaçadoras, tais como montagens para refletores solares, elementos de torque e outros suportes e acessórios.

15 Os aspectos da conexão de pinos de cisalhamento de folga zero da presente invenção permitem que conexões de precisão em molduras espaçadoras sejam feitas facilmente, e de modo econômico, ao mesmo tempo em que permitem que outros componentes da moldura desempenhem corretamente as funções de condução de carga atribuída. Essas conexões podem 20 ser desmontadas e montadas novamente múltiplas vezes, ao mesmo tempo em que mantêm níveis desejados de precisão e firmeza. Os pinos de cisalhamento podem ser acionados ou girados para dentro ou para fora de posições instaladas em outros elementos. Também, conforme explicado com referências às figuras 27 e 28, aspectos da presente invenção permitem que 25 elementos de armação de peso mínimo tenham capacidades acentuadas de transmissão de cargas axiais em conexões com pinos. A invenção também permite que um elemento estrutural tubular, que é assimétrico nas direções de X e de Y, tenha módulos de seções iguais (ou de outra forma desejada) em torno daqueles eixos geométricos, assim, permitindo que tubos de paredes finas com economia de peso sejam usados para vantagem aumentada 30 em molduras espaçadoras.

As descrições precedentes de aspectos representados e outros

da presente invenção devem ser lidas como explicações ilustrativas para pessoas sendo versadas nas técnicas e tecnologias relevantes, não como um catálogo exaustivo de todas as formas estruturais e de procedimento em que a invenção pode ser concretizada ou usada com vantagem. Variações

5 das estruturas e procedimentos descritos podem ser usadas sem afastamento do escopo da invenção.

REIVINDICAÇÕES

1. Armação móvel de suporte (50) para um refletor curvado de radiação eletromagnética (64), que é definida substancialmente como uma moldura espaçadora de grade de camadas duplas tendo superfícies principais não-paralelas, a armação compreendendo múltiplos elementos de armação de cordas principais paralelas (51, 52, 57, 58, 59) cada um tendo um eixo geométrico alongado e disposto essencialmente nas superfícies principais de moldura e se estendendo paralelo a uma extensão alongada da moldura, os elementos de corda principais incluindo apenas um par de elementos de corda principais inferiores (51, 52) essencialmente em uma inferior das superfícies principais de moldura e apenas três elementos de corda principais superiores (57, 58, 59), os elementos de corda principais superiores (57, 58, 59) incluindo um elemento de corda central (57) localizado entre dois elementos de corda externos (58, 59), os elementos de corda superiores definindo dois planos que se intersectam no elemento de corda superior central (57) em um ângulo oblíquo incluso, que é côncavo para longe do plano de fundo da moldura, a armação também compreendendo estruturas de conectores de nodos (69, 74, 75) dispostas em localizações espaçadas ao longo de cada elemento de corda principal, elementos de corda menores (61) conectados entre nodos correspondentes em elementos de corda principais, definindo os respectivos planos supra-citados para definir arranjos de elementos de corda principais e menores em cada plano e elementos de armação de escoras (60, 62) interconectados entre nodos em diferentes dos planos.

2. Armação de suporte, de acordo com a reivindicação 1, em que cada conexão de um elemento de armação a uma estrutura de nodo (69) é uma conexão com pinos em que há um encaixe substancialmente de interferência entre um elemento de pino e furos cooperantes na estrutura de nodo e no elemento de armação em cada uma dessas conexão.

3. Armação de suporte, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, em que a armação é substancialmente simétrica em torno de um plano bissectando o ângulo incluso.

4. Armação de suporte, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 3, incluindo múltiplos elementos alongados de montagem de refletor (99) estendendo-se ao longo do comprimento da armação e montados nos elementos de corda menores nos dois planos intersectantes, os elementos de montagem de refletor (99) sendo dispostos para definir uma superfície curvada correspondendo à curvatura do refletor.

5. Armação de suporte, de acordo com a reivindicação 4, em que a armação inclui outros elementos alongados de montagem de refletor (99) conduzidos para fora dos elementos de corda superiores externos nos elementos estruturais laterais (100) conectados fixamente aos conectores de nodos (69) dispostos ao longo dos elementos de corda superiores externos (58, 59).

6. Armação de suporte, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, ainda incluindo elementos de armação de braçadeira conectados entre nodos não adjacentes em cada arranjo.

7. Armação de suporte, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, em que a moldura conduz encaixes em suas extremidades que se adaptam à moldura para rotação em torno de um eixo geométrico paralelo aos elementos de corda principais (58, 59) de moldura.

8. Armação, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, em que pelo menos alguns dos elementos de corda principais são definidos por tubos e pelo menos algumas das estruturas de conectores de nodos (69) associadas com aqueles tubos são compreendidos por extrusões.

9. Armação, de acordo com a reivindicação 8, em que as extrusões de conector de nodo (69) formam uma passagem (71) em que o tubo correspondente é recebido e por múltiplos elementos (77) dispostos paralelos ao comprimento da passagem e pelo menos dois pares de superfícies opostas, paralelas, espaçadas (78, 79, 80), as superfícies de cada par sendo espaçadas equidistantemente de um plano central entre elas, que é paralelo com o eixo geométrico neutro do tubo na passagem e intersecta, substancialmente, o mesmo, as extremidades dos elementos de corda menores (53), elementos de armação de escoras (60) e quaisquer elementos de armação

de braçadeira conectados a um conector de nodo extrudado (69) sendo disposto entre as superfícies de um pertinte dos pares de superfícies.

5 10. Armação, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 8, em que os elementos de armação de escoras (60, 62) são dispostos em planos diagonais, cada um dos quais inclui um elemento de armação de corda principal superior (57, 58, 59) e um elemento de corda principal inferior (51, 52) e é orientado diagonalmente em relação às superfícies principais de moldura e em que cada conector de nodo (69, 74, 75) forma uma passagem (71) em que o elemento de corda principal correspondente é recebido, cada conector de nodo também definindo superfícies de conexão (78, 79, 80) que são, respectivamente, paralelas aos correspondentes dos planos em que são dispostos elementos de corda menores (61) e elementos de armação de escoras (60, 62) tendo extremidades conectadas àquele conector de nodo via as superfícies de conexão.

15 11. Armação, de acordo com uma das reivindicações 9 e 10, em que cada uma das pelo menos algumas das estruturas de conectores de nodos (69) é definida por uma única extrusão.

20 12. Armação, de acordo com a reivindicação 11, em que pelo menos um dos conectores de nodos extrudados (69) em pelo menos um dos elementos de corda principais tubulares tem um comprimento diferente dos outros das extrusões (69) de conector de nodo naquele elemento de corda principal.

25 13. Conjunto de refletor móvel compreendendo uma armação de suporte móvel, como definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 12 e um refletor de radiação eletromagnética (64), um eixo geométrico de curvatura do refletor sendo substancialmente paralelo aos eixos geométricos alongados dos elementos de armação de corda principal (51, 52, 57, 58, 59).

30 14. Armação de suporte móvel para um refletor curvado de radiação eletromagnética (64), a armação sendo definida substancialmente como uma moldura espaçadora de grade de camadas duplas tendo superfícies principais não-paralelas, a armação compreendendo múltiplos elementos de armação de cordas principais paralelos cada um tendo um eixo geométrico

alongado e disposto essencialmente nas superfícies principais de moldura e se estendendo paralelo a uma extensão alongada da moldura, os elementos de cordas principais incluindo um par de elementos de cordas inferiores essencialmente em um fundo de uma das superfícies principais de moldura e

5 três elementos de cordas principais superiores, os elementos de cordas principais superiores incluindo um elemento de corda central localizado entre dois elementos de cordas externas, os elementos de cordas superiores definindo dois planos que se intersectam no elemento de corda superior central em um ângulo oblíquo incluso que é côncavo para longe do plano de fundo

10 da moldura, a armação também compreendendo estruturas tubulares de conectores de nodos dispostas em torno e conectadas a cada elemento de corda principal em localizações espaçadas ao longo, elementos de corda menores conectados entre nodos correspondentes em elementos de corda principais, definindo os respectivos planos supra-citados para definir arranjos

15 de elementos de corda principais e menores em cada plano e elementos de armação de escoras (60, 62) interconectados entre nodos em diferentes dos planos, as estruturas de conectores de nodos definindo múltiplas superfícies de conexão de elemento de corda menor e escora, estendendo-se lateralmente de uma passagem através de um corpo do conector e em que a configuração seccional transversal de um dos conectores de nodos associados

20 com um dos elementos de corda longitudinais é diferente da configuração seccional transversal dos conectores de nodos associados com pelo menos um elemento de corda longitudinal adjacente da moldura.

15. Armação, de acordo com a reivindicação 14, em que a diferença na configuração seccional transversal do conector de nodo inclui relações angulares diferentes entre as superfícies de conexão dos diferentes conectores de nodos.

16. Armação, de acordo com uma das reivindicações 14 e 15, em que a diferença na configuração seccional transversal de conector de nodo inclui elementos diferentes de superfícies de conexão.

30

17. Conector de nodos útil para interconexão de múltiplos elementos de armação em um tipo de grade de camadas duplas de moldura

espaçadora tendo superfícies principais espaçadas, os elementos de armação incluindo elementos de corda longitudinais e transversais, definindo as superfícies principais e escoras diagonais espaçando as superfícies principais uma da outra e braçadeiras de torção opcionais, o conector de nodo compreendendo um corpo alongado definindo uma passagem de extremidade aberta, estendendo-se ao longo do comprimento do corpo, a passagem sendo configurada e dimensionada para permitir que um elemento de corda longitudinal se estenda continuamente através do corpo e sendo circunferencialmente fechado o suficiente para manter o conector e sua passagem em alinhamento axial com um elemento de corda longitudinal na passagem, o conector de nodo definindo múltiplas superfícies de conexão de elemento de corda transversal e escoras, estendendo-se lateralmente do corpo substancialmente paralelo aos respectivos planos que se intersectam substancial e centralmente da passagem, as superfícies de conexão permitindo que escoras e elementos de corda transversais dispostos substancialmente nos respectivos dos planos sejam conectados ao conector de nodo e em que pelo menos uma das superfícies de conexões associadas com um plano diagonal particular tem um comprimento suficiente ao longo do corpo para permitir que um par de escoras seja conectado ao corpo através daquela superfície.

18. conector de nodo, de acordo com a reivindicação 17, em que as superfícies de conexão associadas com pelo menos cada plano diagonal de escora são definidas como superfícies paralelas opostas, substancialmente planas, dispostas no corpo de conector de modo que o respectivo plano é substancialmente paralelo às superfícies do par e fica substancialmente a meio caminho entre aquelas superfícies.

19. Conector de nodo, de acordo com a reivindicação 17, em que pelo menos duas das superfícies de conexão são definidas por um elemento externo do conector que se estende ao longo do corpo e que é derivado em pelo menos dois braços, os braços definindo as respectivas superfícies de conexão.

20. Conector de nodo, de acordo com qualquer uma das reivin-

dicações 17 a 19 em que o conector tem uma configuração seccional transversal substancialmente constante em planos perpendiculares ao comprimento da passagem.

5 21. Conector de nodo, de acordo com a reivindicação 20, em que a forma seccional transversal da passagem é redonda.

22. Conector de nodo, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 17 a 21, em que o conector de nodo é definido em parte principal como uma extrusão e metal.

10 23. Conexão com pinos de uma extremidade de um elemento de armação em um tipo de grade de camadas duplas de moldura espaçadora em um nodo da moldura via um conector de nodo tendo elementos que definem um par de superfícies opostas paralelas espaçadas substancialmente planas, a extremidade do elemento de armação sendo disposta entre as superfícies de elementos opostos do conector de nodo e tendo superfícies exteriores opostas substancialmente planas, substancialmente paralelas, uma
15 passagem de recebimento de pinos de cisalhamento através da extremidade de elemento de armação ao longo de uma linha substancialmente normal às superfícies exteriores paralelas de elemento de armação, um par de furos através dos elementos do conector de nodo alinhados em uma linha substancialmente normal ao par da superfície opostas e um pino de cisalhamento
20 inserível através dos furos e da passagem mediante colocação adequada da extremidade do elemento de armação entre a superfície do elemento de oposição, o aperfeiçoamento em que o pino de cisalhamento é definido para ter, substancialmente, um encaixe de interferência dentro dos furos e da
25 passagem mediante inserção do pino nos furos e na passagem.

24. Aparelho, de acordo com a reivindicação 23, em que o pino de cisalhamento tem uma estrutura de cabeça em uma de suas extremidades em uma extremidade e uma espiga de pino redondo, a espiga tendo uma porção de diâmetro maior adjacente à cabeça e uma porção de diâmetro menor em e adjacente à outra extremidade da espiga e os furos nos elementos de conector de nodo têm diâmetros diferentes, correspondentes aos diâmetros maior e menor da espiga de pino.
30

25. Aparelho, de acordo com a reivindicação 24, em que o elemento de armação é tubular em natureza e a passagem através de sua extremidade é definida por um par de furos que têm diâmetros diferentes, correspondentes aos diâmetros maior e menor da espiga de pino.

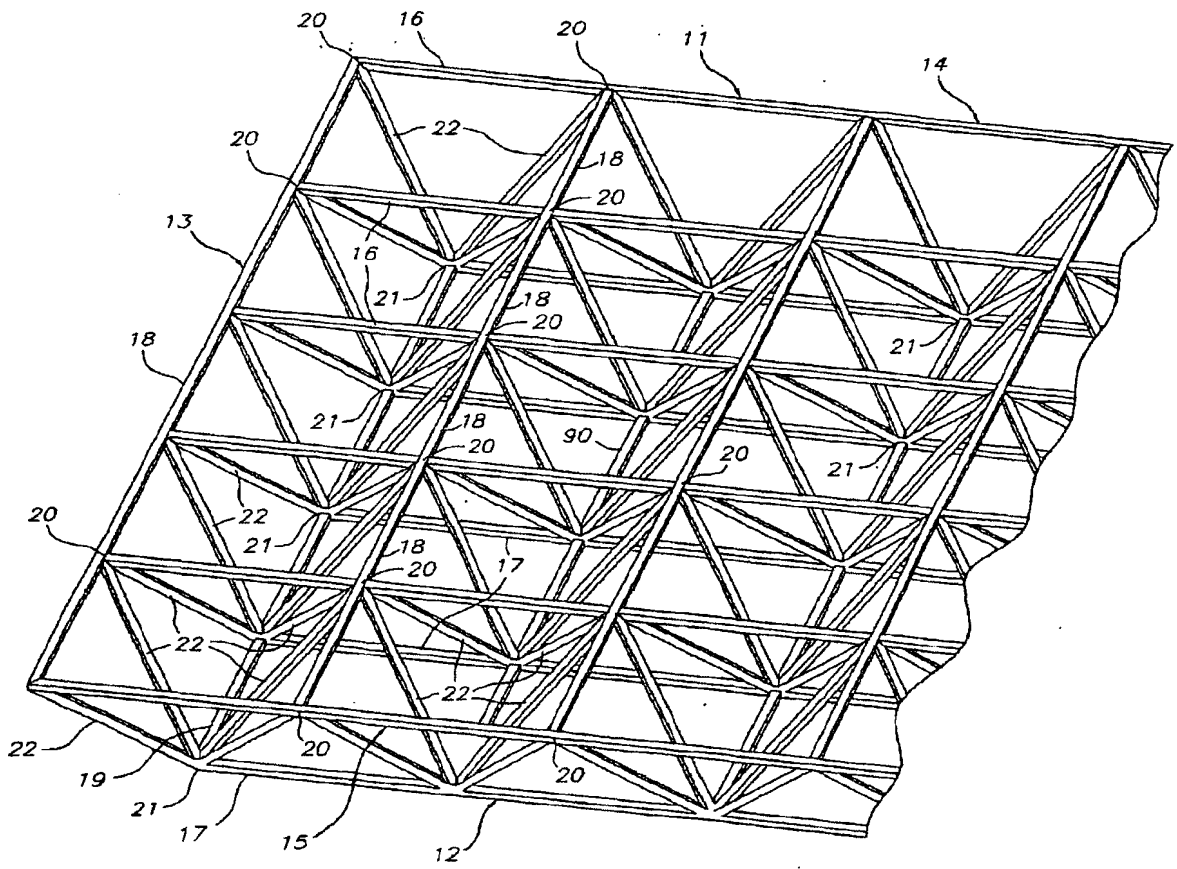
5 26. Aparelho, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 23 a 25, em que o diâmetro de pino em cada furo de elemento de armação é sobredimensionado em relação ao diâmetro de pino requerido para resistir ao cisalhamento do pino sob cargas axiais projetadas no elemento de armação aplicadas ao pino.

10 27. Aparelho, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 23 a 25, em que a cabeça do pino é configurada para cooperação com uma ferramenta pela qual torque pode ser aplicado.

28. Aparelho, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 25 a 27, em que o pino é desprovido de roscas.

15 29. Aparelho, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 23 a 26, em que o elemento de armação é tubular e é de espessura de parede aumentada ao longo de seu comprimento em localizações opostas nos elementos, a passagem sendo definida como furos alinhados através das localizações de espessura de parede aumentada do elemento de arma-
20 ção.

FIG. 1



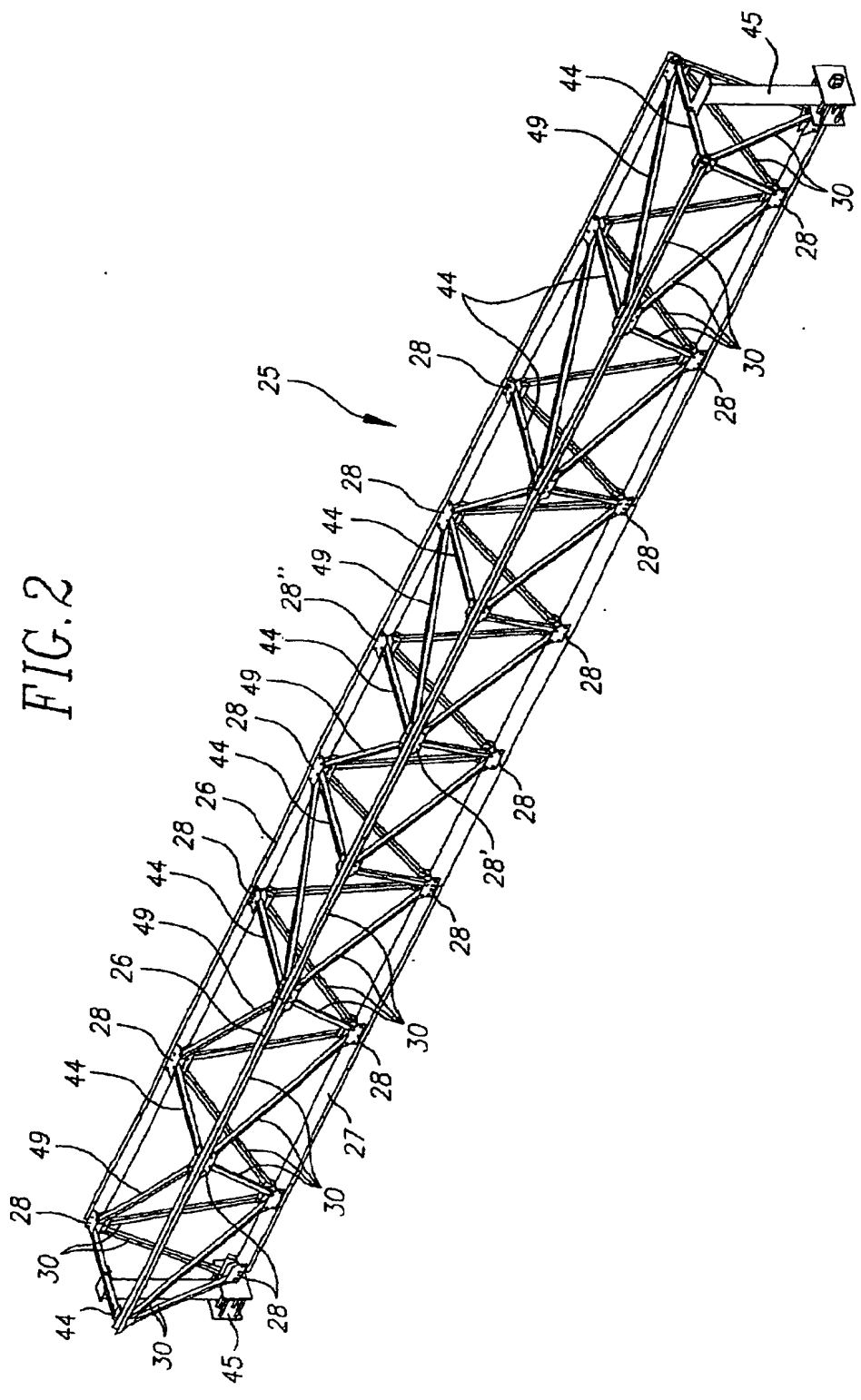


FIG. 2

FIG. 3

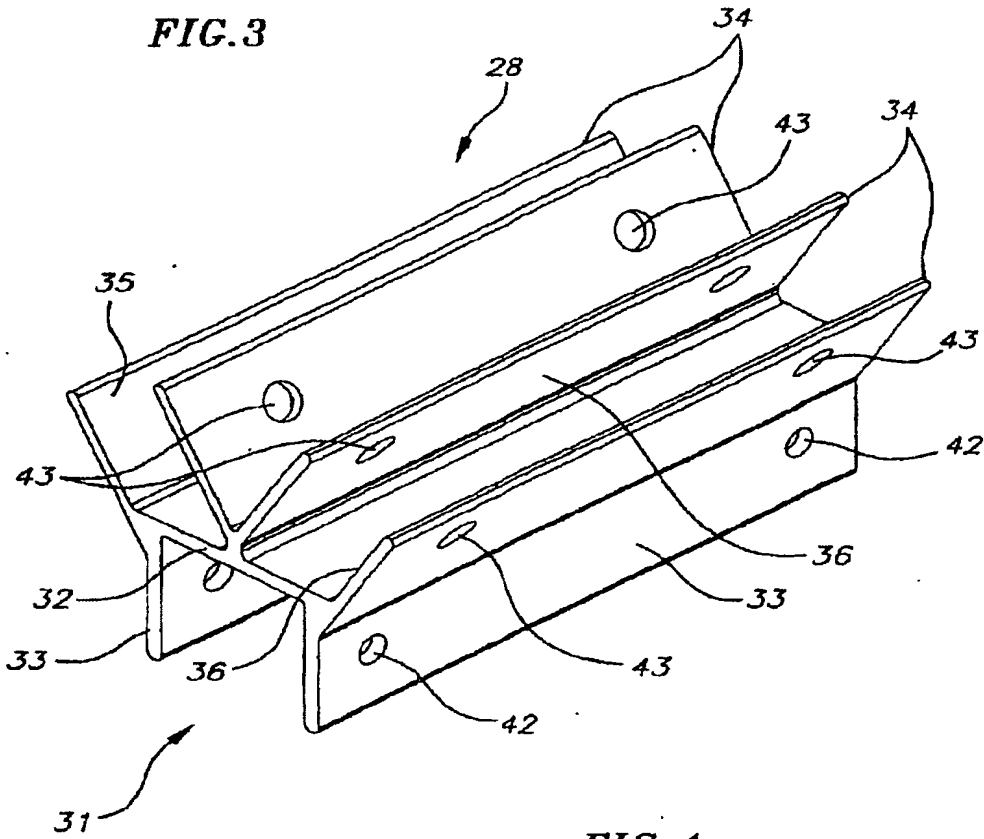


FIG. 4

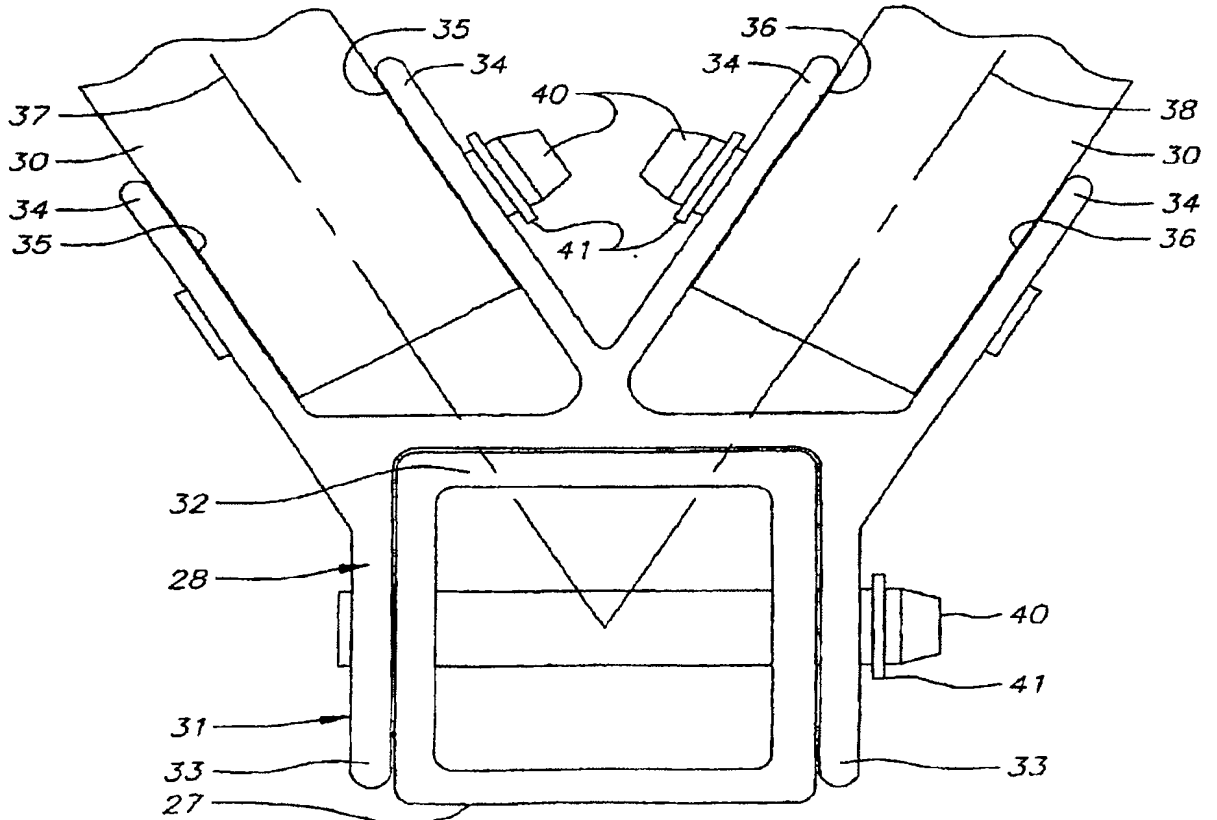


FIG. 5

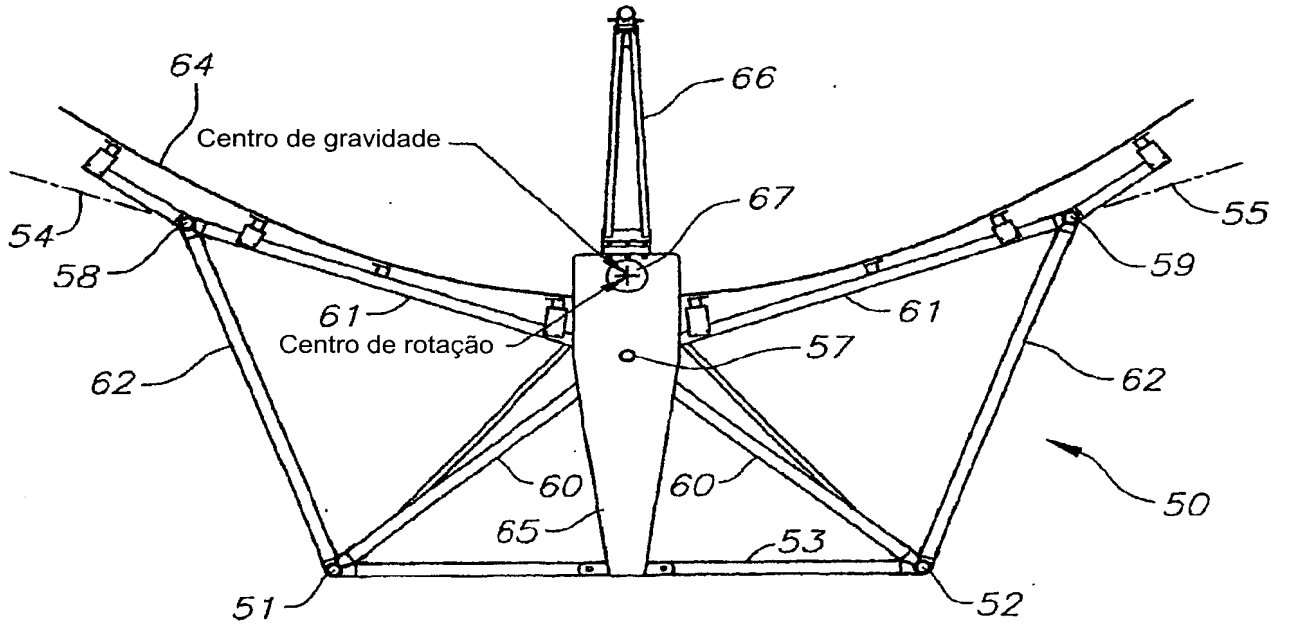


FIG. 6

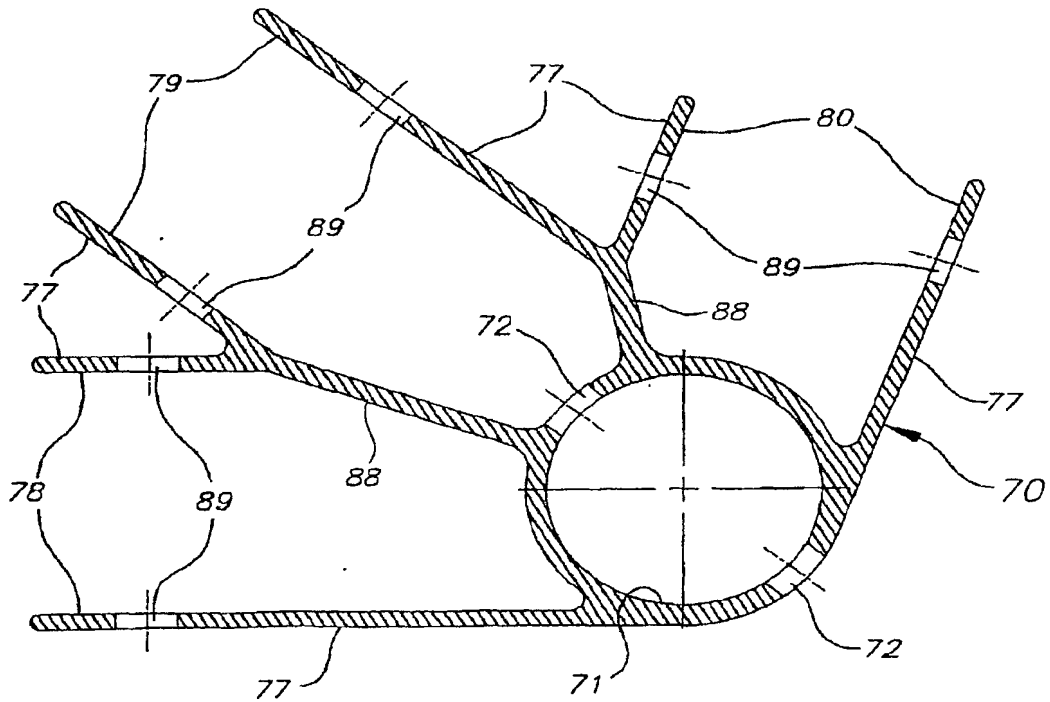


FIG. 7

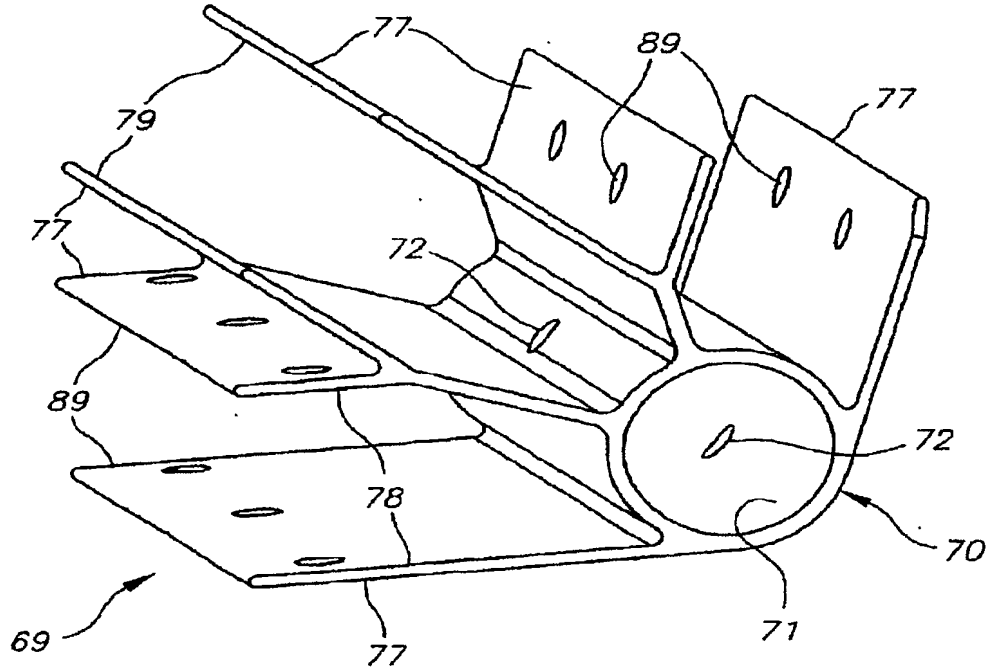


FIG. 8

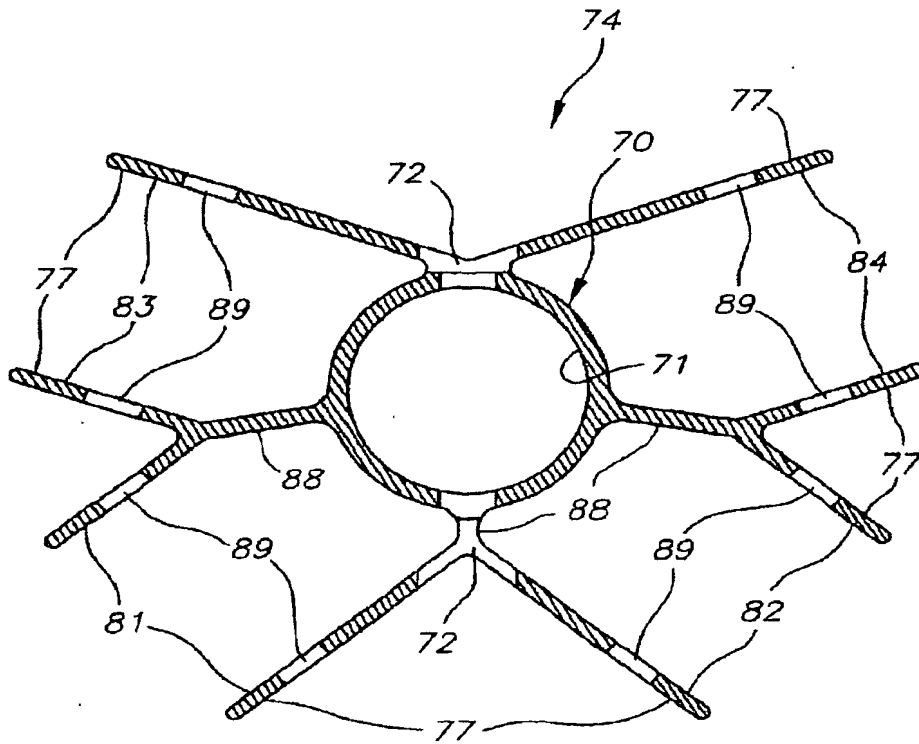


FIG. 9

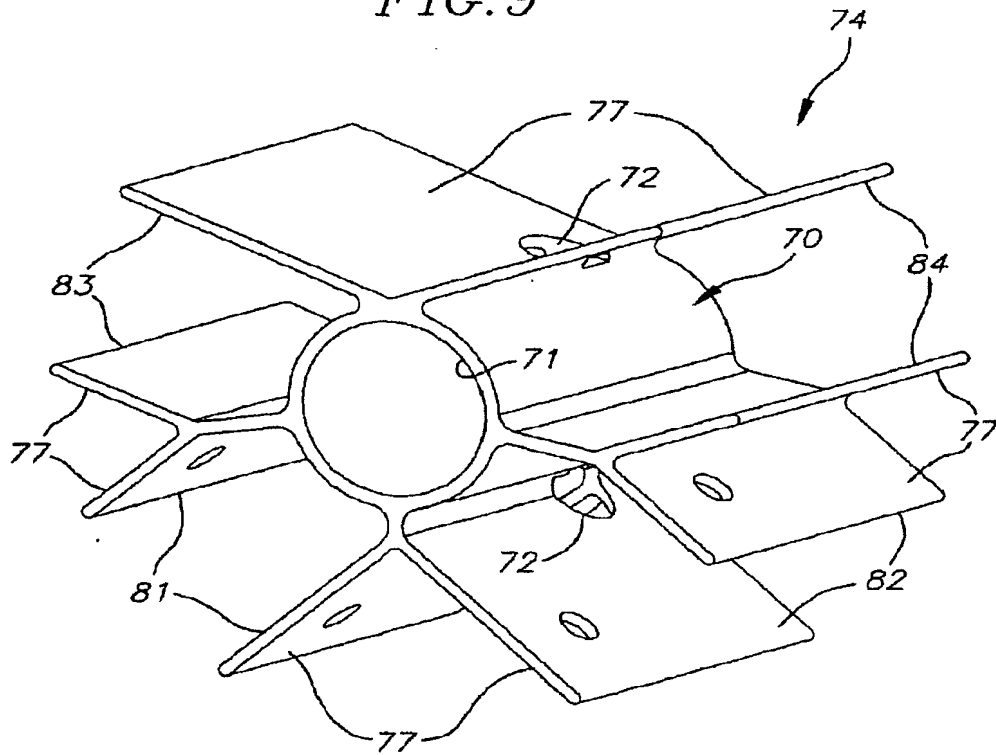


FIG. 10

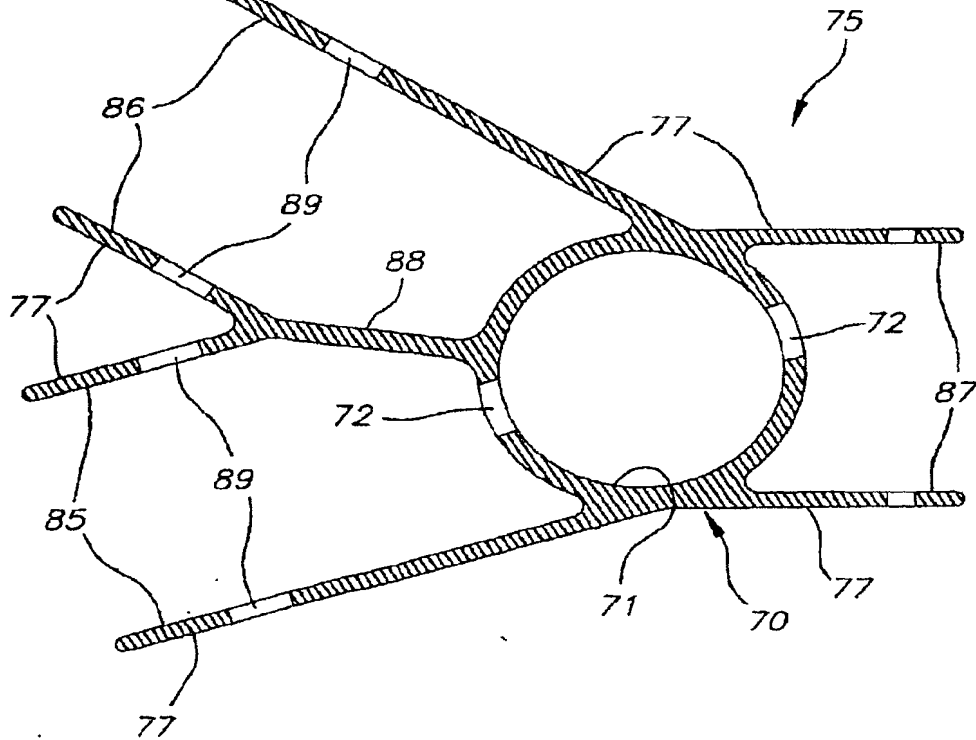


FIG.12

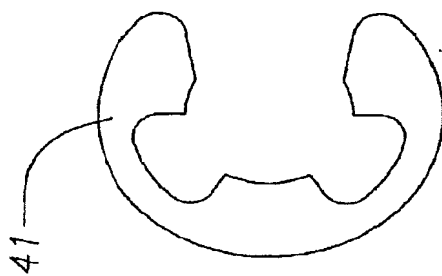
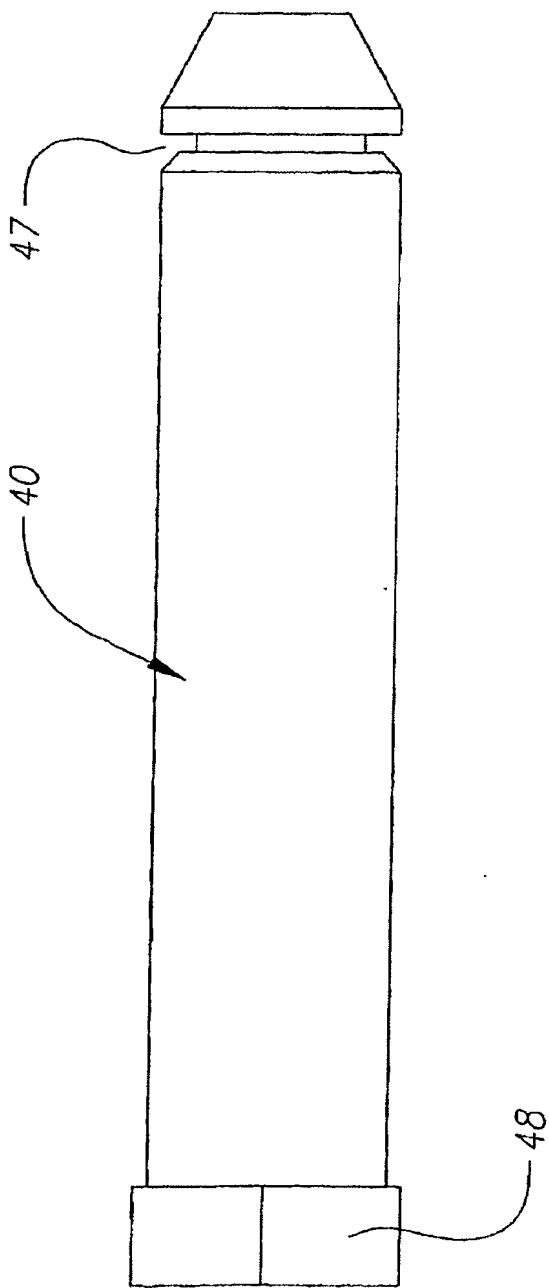


FIG.11



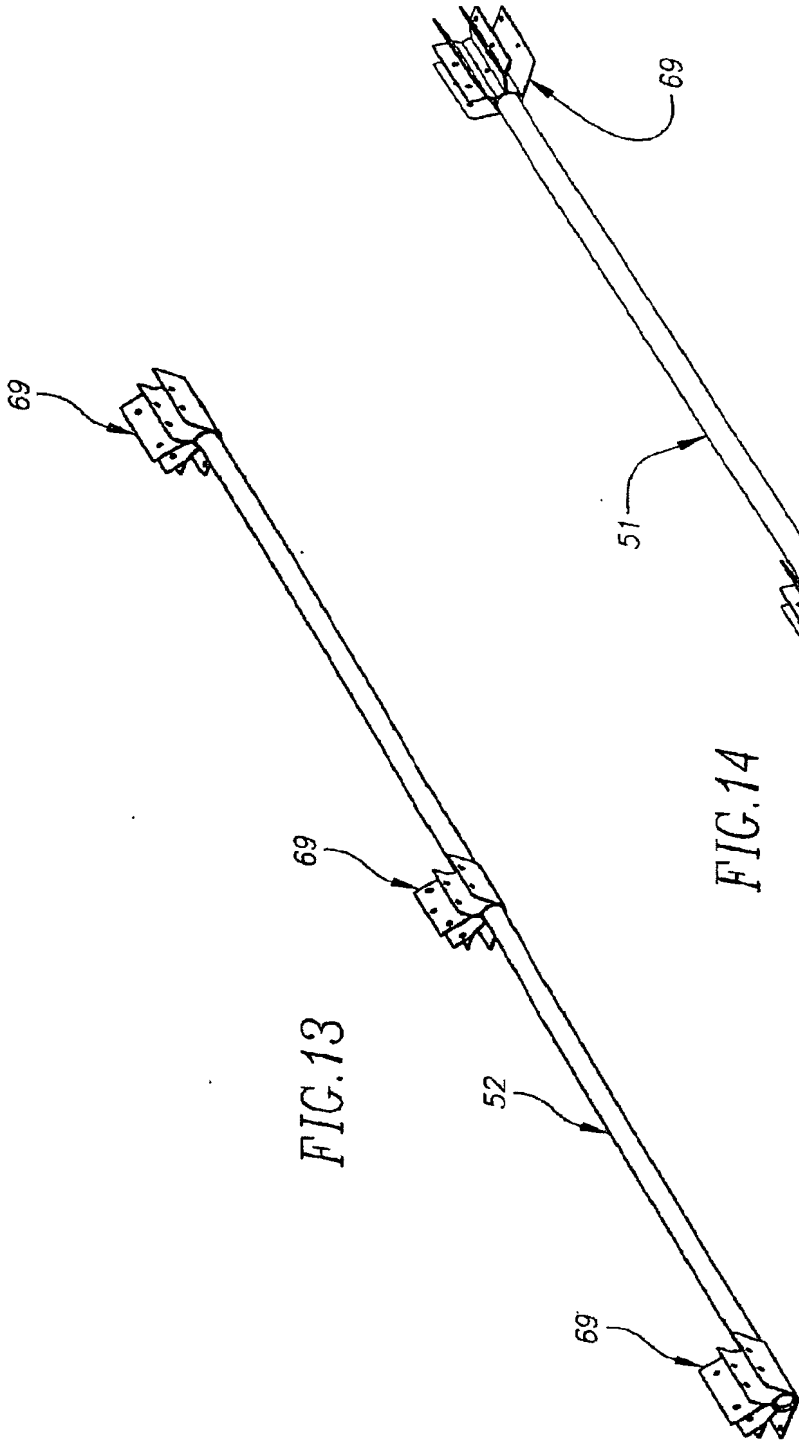


FIG. 13

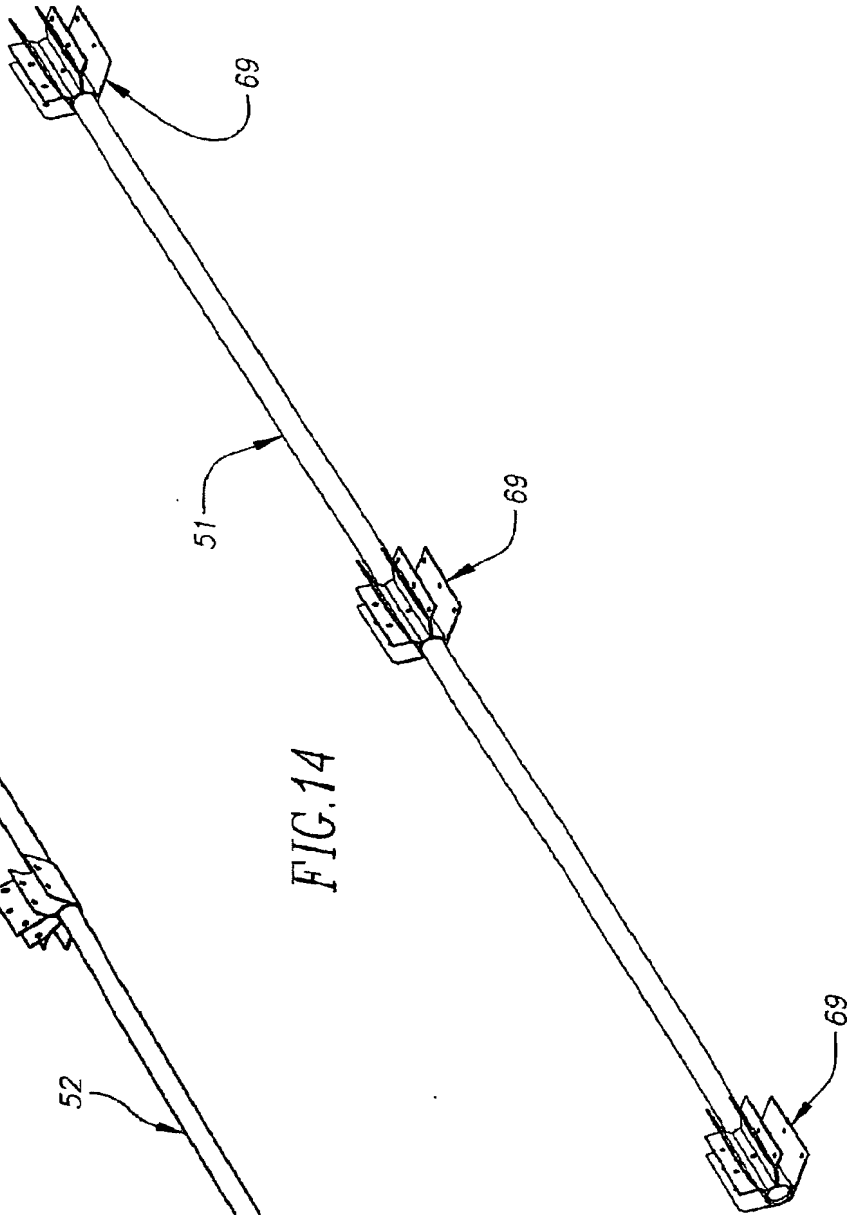
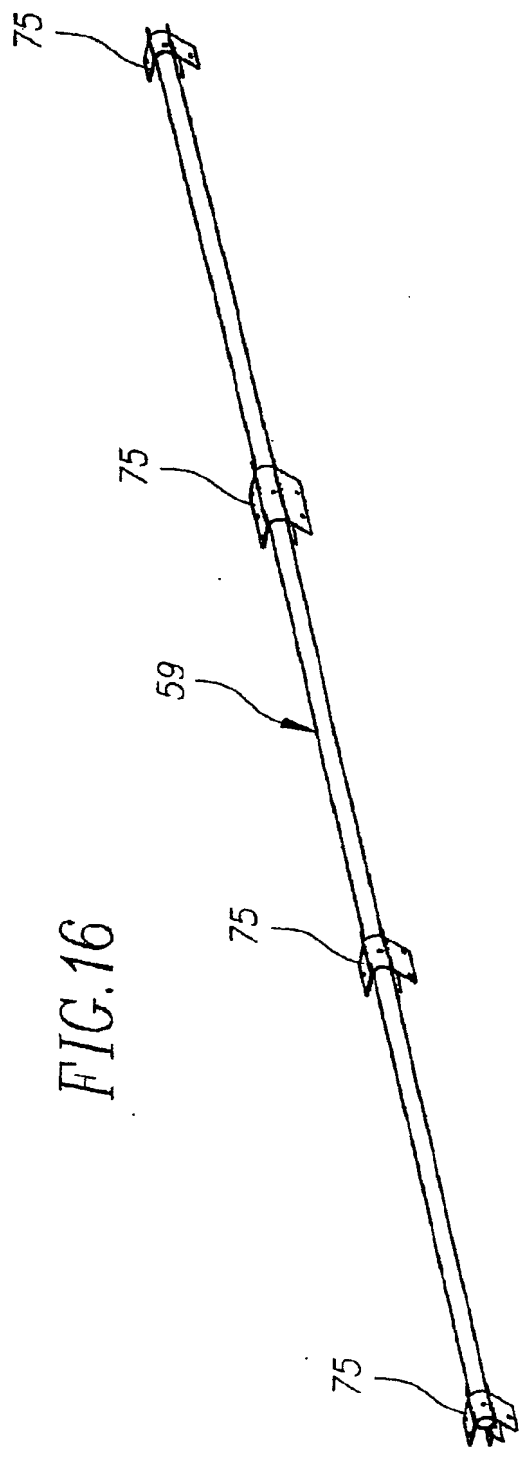
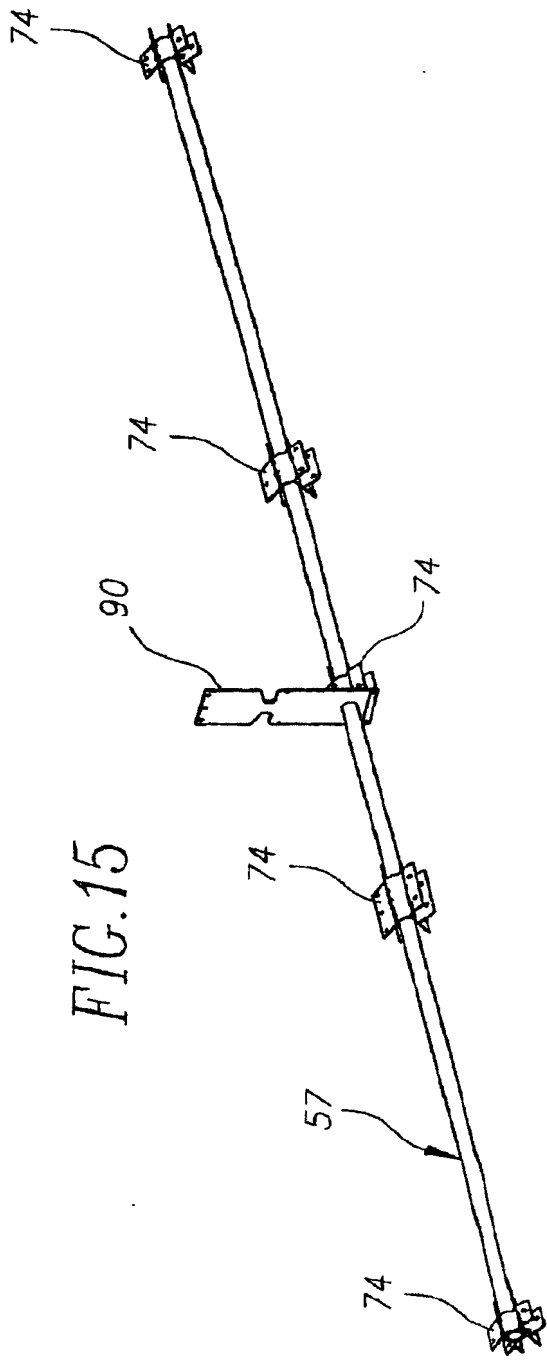


FIG. 14



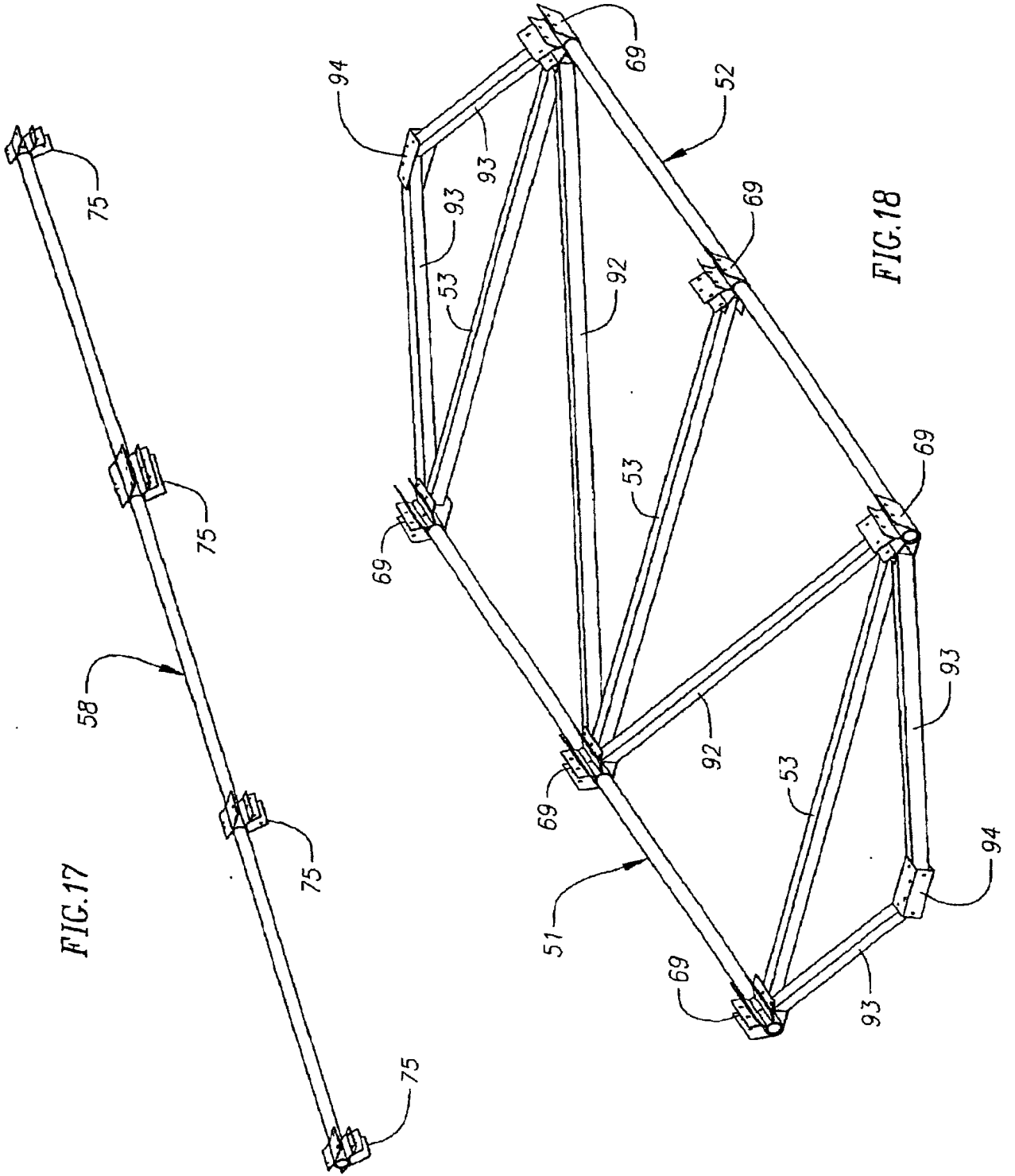


FIG.17

FIG.18

FIG.19

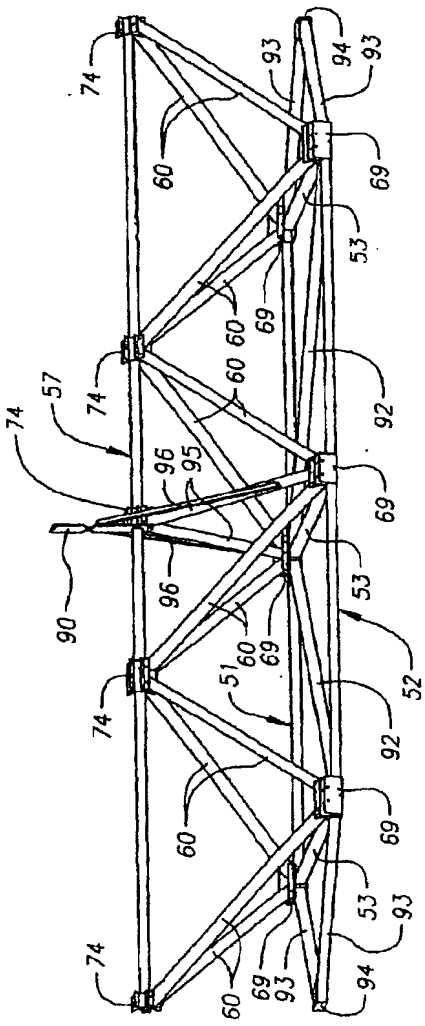
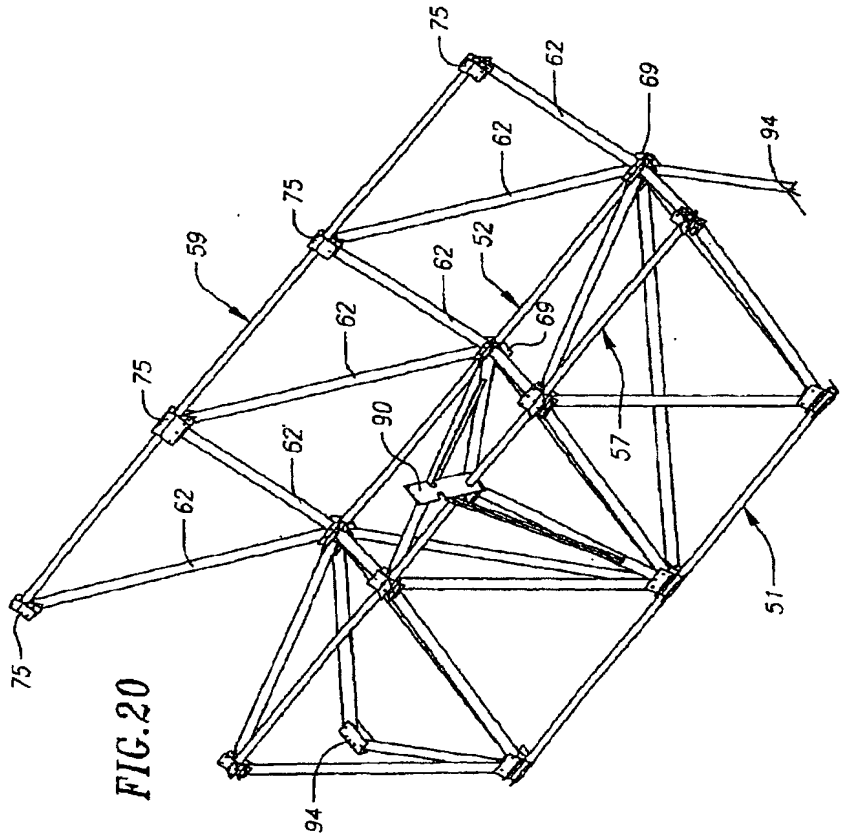


FIG.20



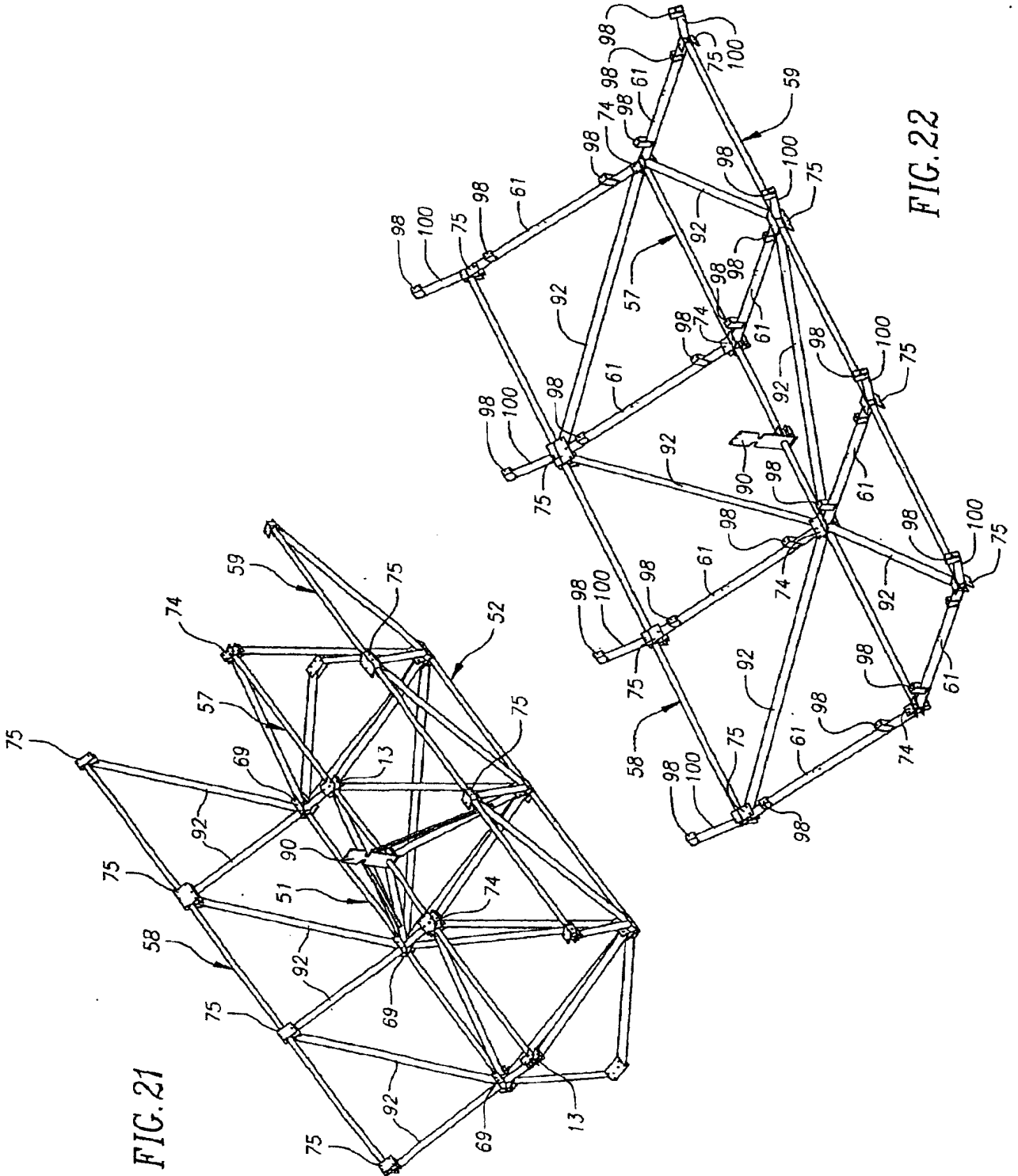


FIG. 21

FIG. 22

FIG. 23

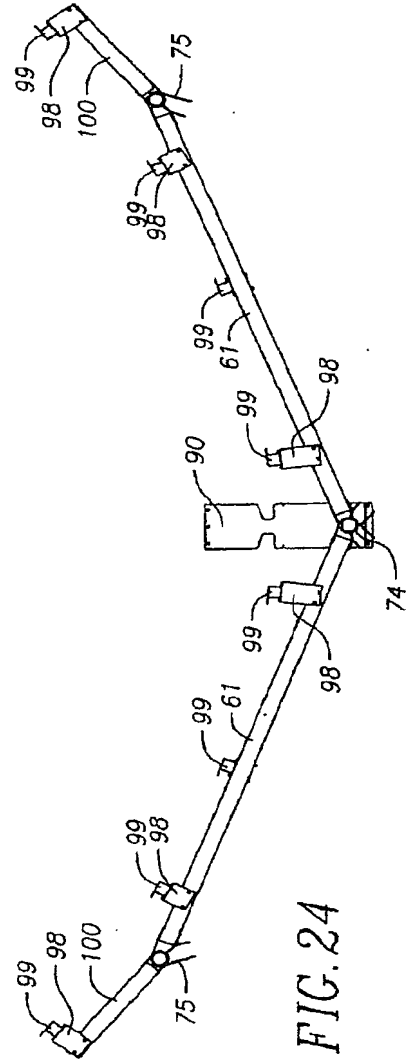
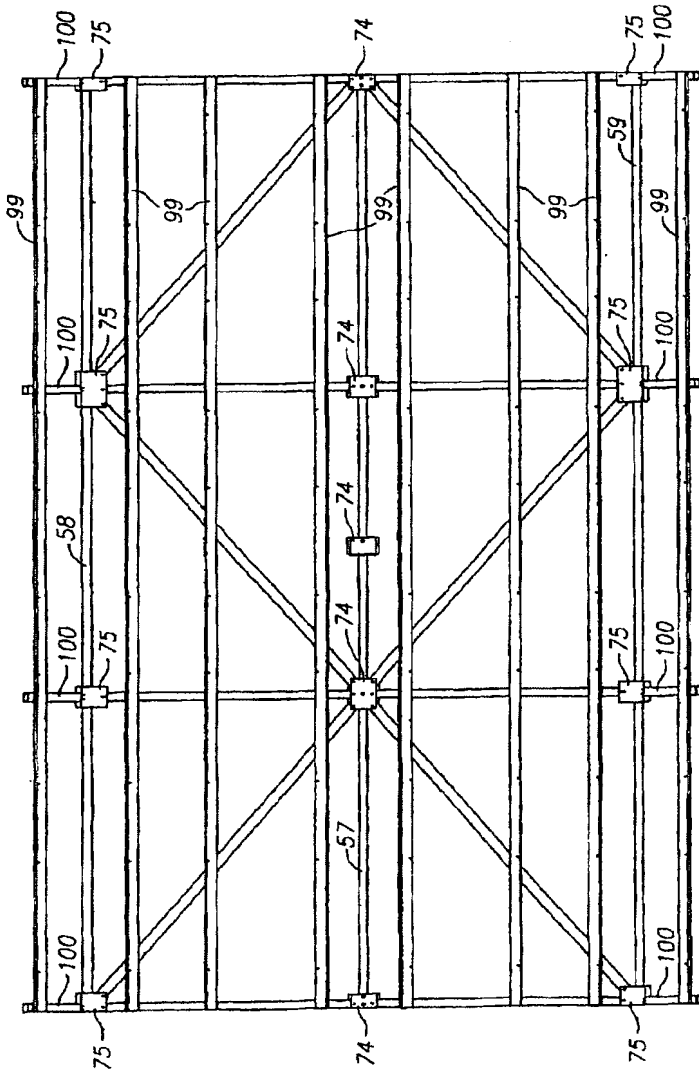


FIG. 24

FIG. 25

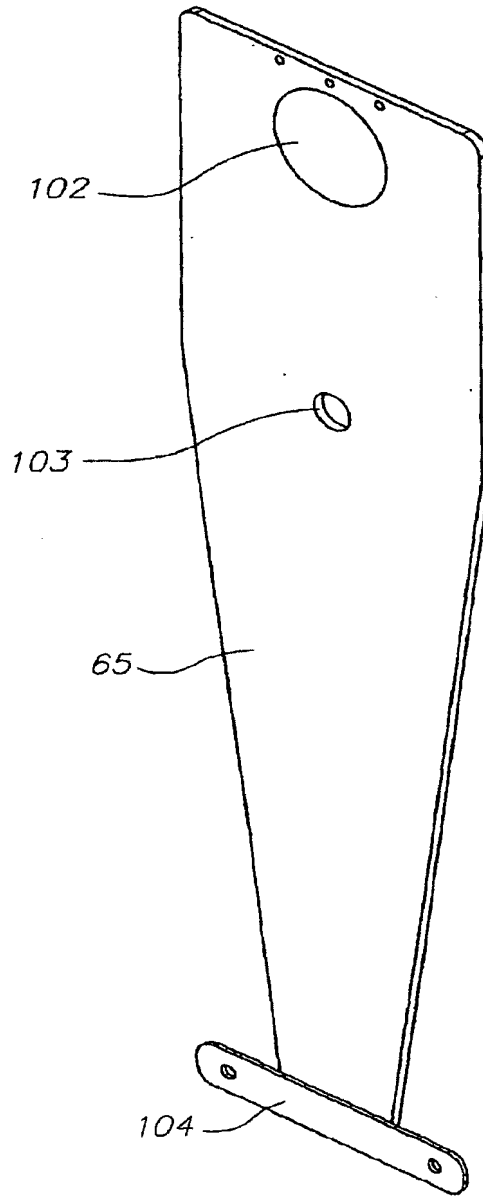


FIG. 26

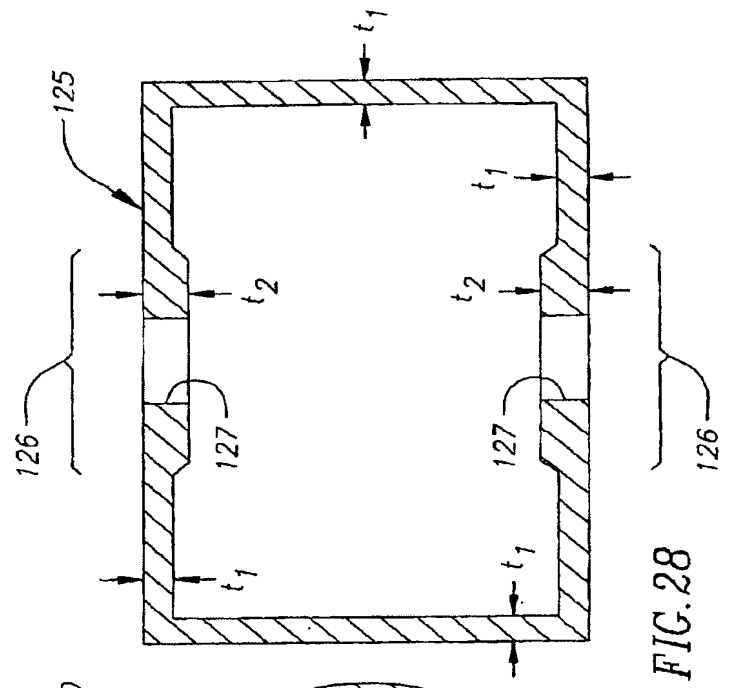
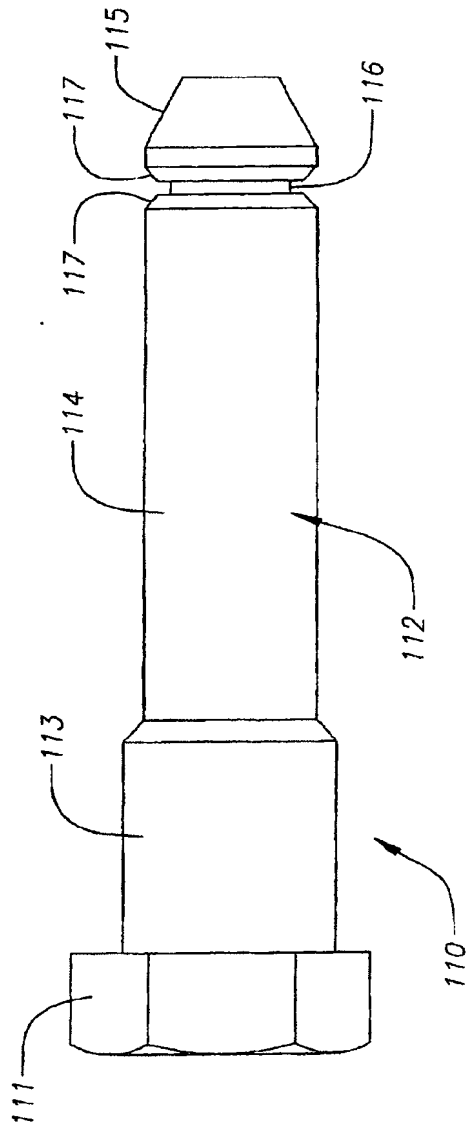


FIG. 27

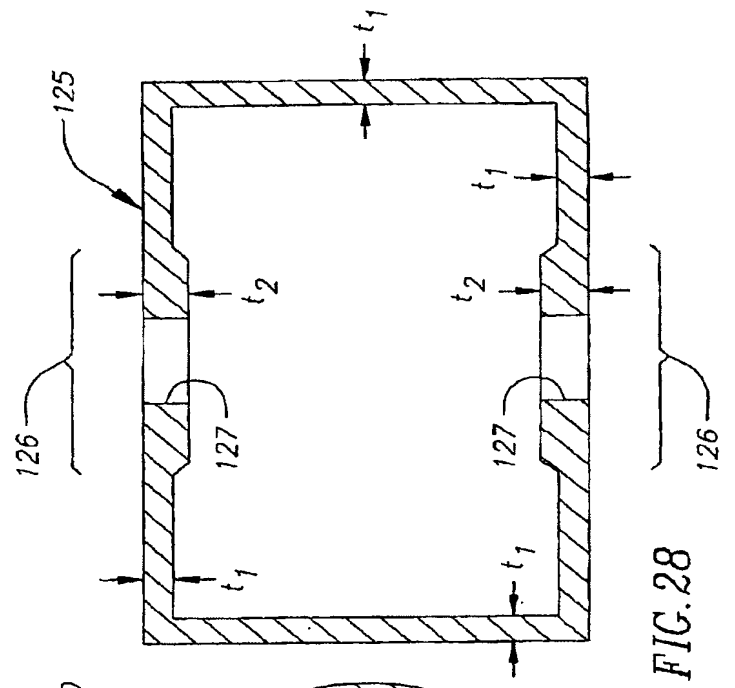


FIG. 28

FIG. 29

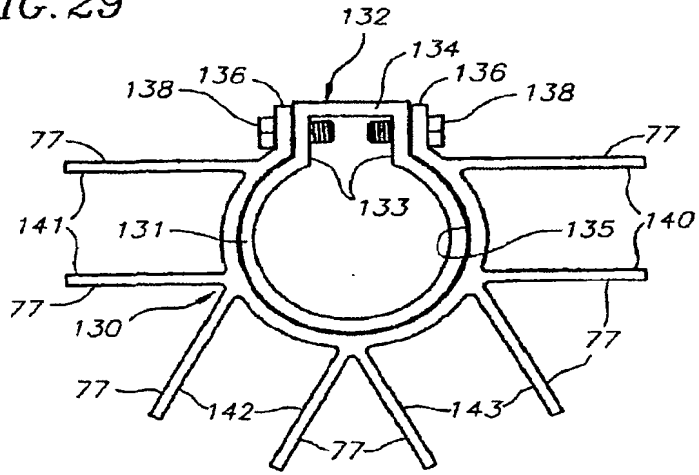


FIG. 30

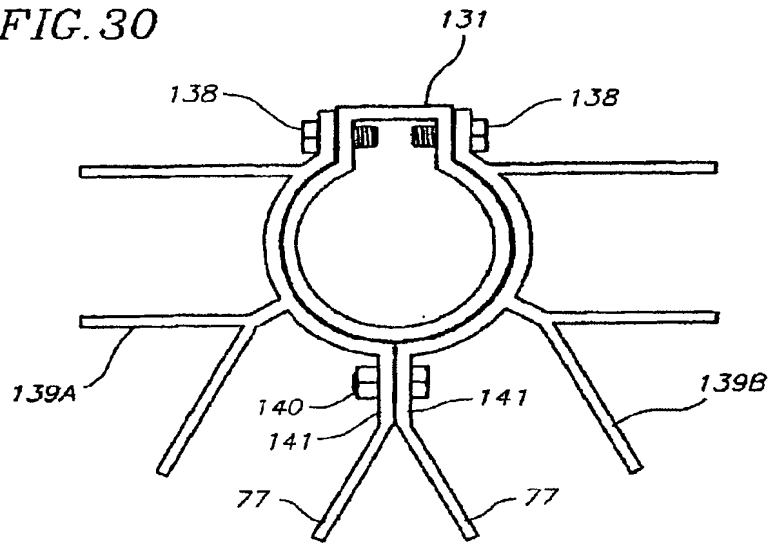


FIG. 31

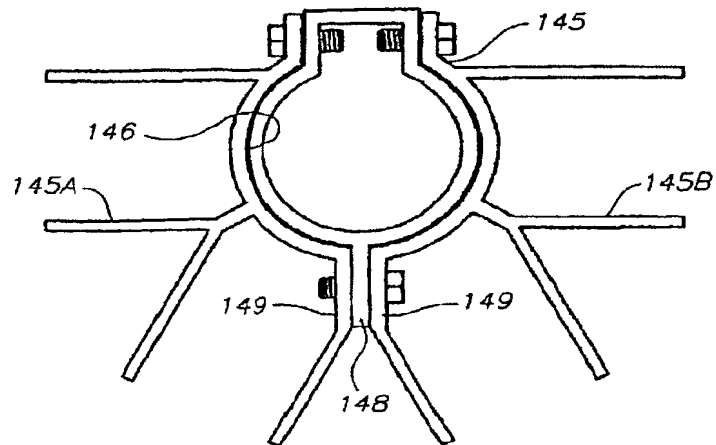


FIG.32

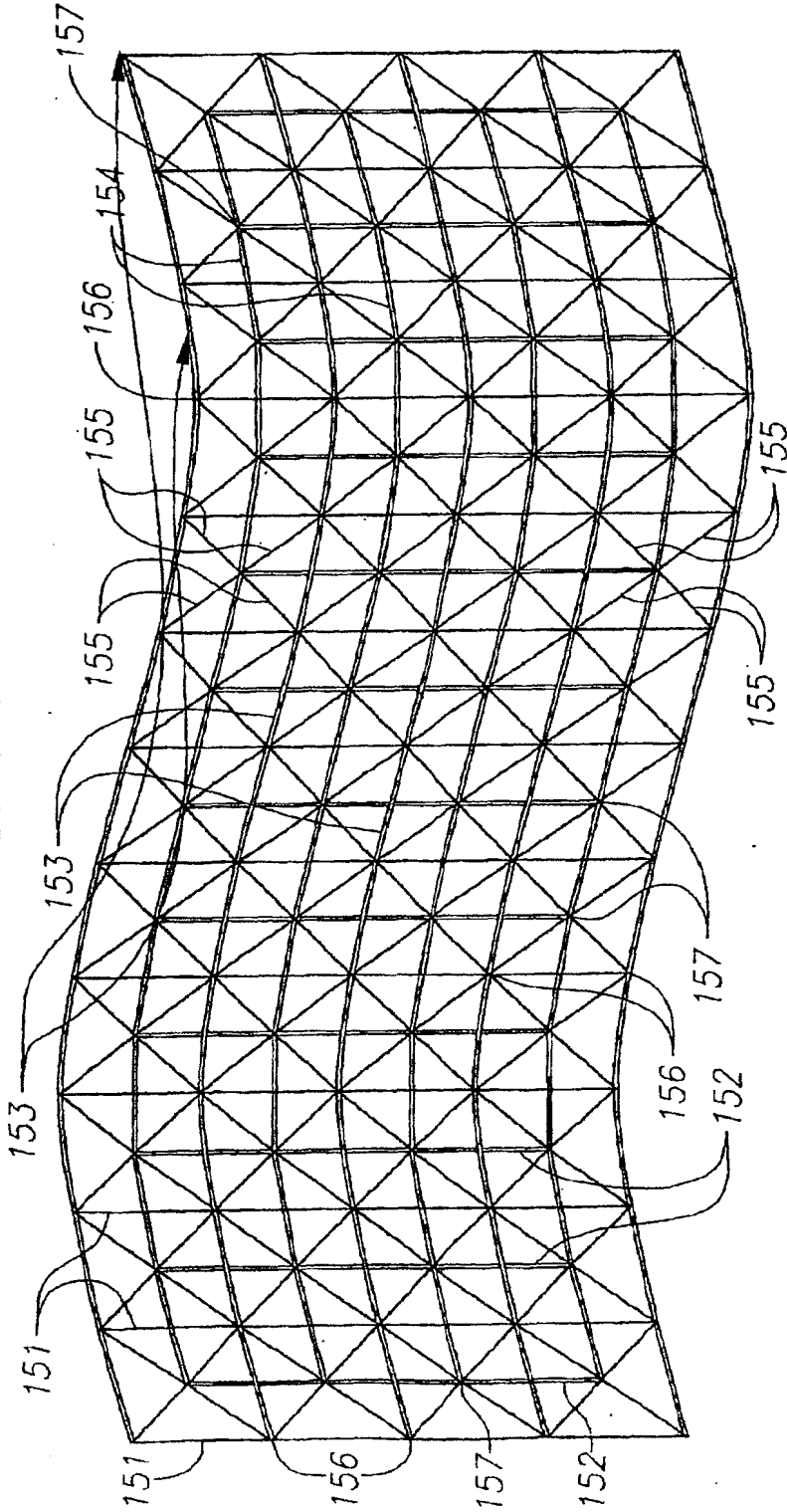
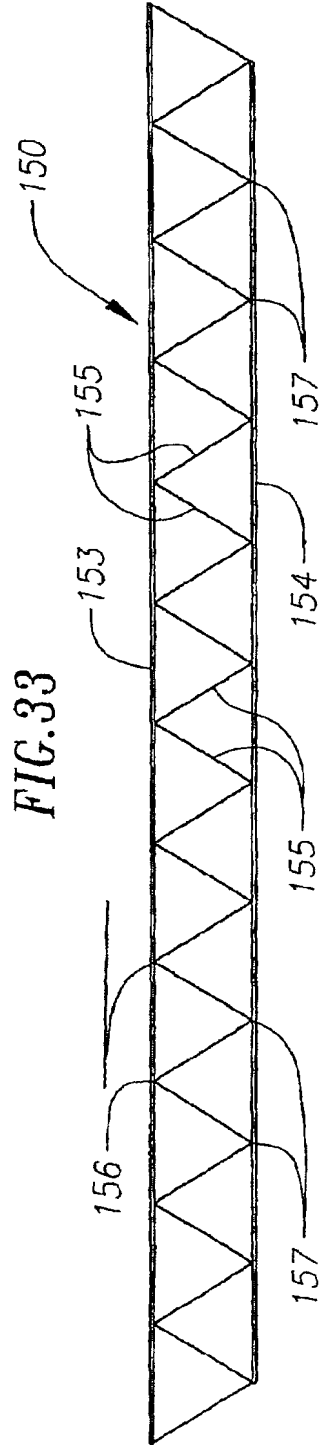


FIG.33



RESUMO

Patente de Invenção: "**DISPOSIÇÃO DE NODO DE CONEXÃO DE MOLDURA ESPAÇADORA**".

5 A presente invenção refere-se a conector de nodo em uma camada dupla tipo grade de moldura espaçadora, de preferência, é uma extrusão que inclui uma porção tubular, de extremidade aberta, para envolver, comodamente, pelo menos de modo substancial, um elemento de corda de armação de configuração seccional transversal desejada, que é disposto na passagem. O conector de nodo tem elementos externos fixos que se estendem ao longo do conector paralelo à passagem. Aqueles elementos definem 10 superfícies planas, paralelas, de faceamento, dispostas em pelo menos dois pares dessas superfícies. As superfícies de cada ficam equidistantemente de um plano central entre elas. Cada plano central é paralelo ao eixo geométrico de passagem e, de preferência, inclui o eixo geométrico de passagem.

15 Cada par de superfícies planas de faceamento do conector de nodo pode cooperar estritamente com superfícies planas opostas na extremidade de cada uma de outras molduras, suportando elemento colocado entre as superfícies de faceamento. O conector de nodo pode ser preso a um elemento de corda em sua passagem e às extremidades de outros elementos de armação por meio de pinos de cisalhamento que têm folgas zero nos furos do 20 conector de nodo e em furos ou passagens através dos respectivos elementos de armação. A moldura espaçadora pode ser uma armação móvel para um refletor solar curvado, a moldura espaçadora tendo uma superfície principal em forma de V. Pelo menos alguns dos elementos de armação podem ser tubos de parede fina modificados para terem zonal de parede exterior plana, opostas, ao longo do comprimento de cada tubo e em que a espessura da parede é aumentada localmente e através da qual furos para pinos de 25 cisalhamento são definidos.