

**(12) FASCÍCULO DE PATENTE DE INVENÇÃO**

(22) Data de pedido: <b>2001.09.26</b>	(73) Titular(es): <b>ZEPHYROS INC.</b>	
(30) Prioridade(s): <b>2000.09.29 US 676335</b>	<b>160 MCLEAN DRIVE ROMEO, MI 48065</b>	<b>US</b>
(43) Data de publicação do pedido: <b>2003.07.09</b>	(72) Inventor(es):	
(45) Data e BPI da concessão: <b>2008.12.31</b>	<b>MICHAEL J. CZAPLICKI</b>	<b>US</b>
<b>049/2009</b>	<b>JON P. RILEY</b>	<b>US</b>
	<b>ERIC BRENNECKE</b>	<b>US</b>
	(74) Mandatário:	
	<b>PEDRO DA SILVA ALVES MOREIRA</b>	
	<b>RUA DO PATROCÍNIO, N.º 94 1399-019 LISBOA</b>	<b>PT</b>

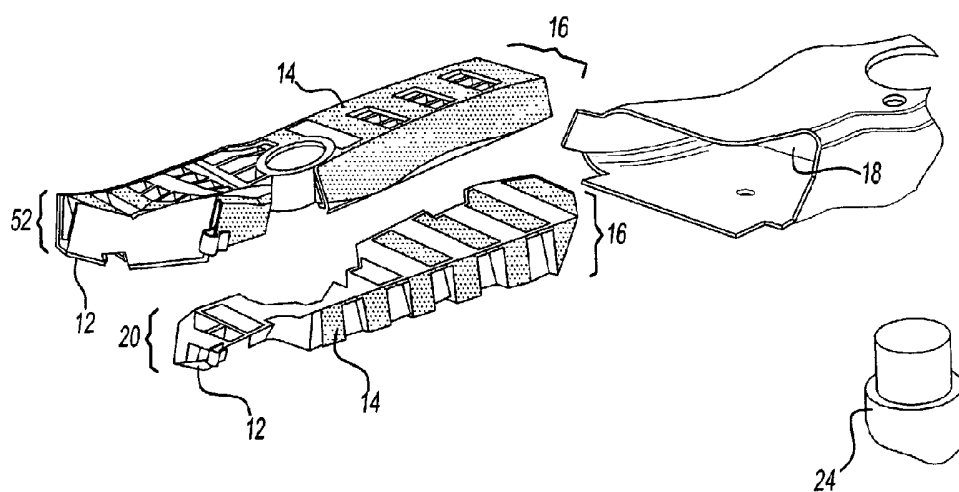
(54) Epígrafe: **SISTEMA DE REFORÇO ESTRUTURAL DE ELEMENTOS HIDROFORMADOS**

(57) Resumo:

## RESUMO

### "SISTEMA DE REFORÇO ESTRUTURAL DE ELEMENTOS HIDROFORMADOS"

Sistema (10) de reforço estrutural para utilizar com tubos (18) hidroformados e outras formas fechadas tendo uma pluralidade de elementos (12) concebidos para serem fixos a uma forma fechada, tal como um tubo (18) hidroformado utilizado em aplicações automóveis. Um material (14) de ligação, tal como uma espuma de reforço de base epóxida, é disposto sobre, pelo menos, uma porção da superfície exterior de cada um da pluralidade de elementos. Logo que o sistema esteja fixo na forma fechada, a espuma expande-se e cura durante uma operação de montagem de automóveis, ligando o sistema de reforço ao tubo hidroformado e aos elementos. Como resultado, o sistema de reforço proporciona uma melhoria da distribuição de carga sobre o chassis do veículo sem adicionar um peso excessivo e serve, além disso, para reduzir o ruído e as características de vibração do veículo automóvel.



## **DESCRIÇÃO**

### **"SISTEMA DE REFORÇO ESTRUTURAL DE ELEMENTOS HIDROFORMADOS"**

#### **CAMPO DA INVENÇÃO**

A presente invenção refere-se, de um modo geral, a sistemas de reforço estrutural para utilização no aumento da rigidez, resistência ou durabilidade de diferentes porções de veículos automóveis ou aeroespaciais. De um modo mais particular, a presente invenção refere-se a formas fechadas reforçadas de modo estrutural, tais como uma estrutura hidroformada ou longarina hidroformada, que utilizam um material expansível ou dilatável para reticular, aderir estruturalmente e reforçar a forma, quando o material dilatável se torna quimicamente activo e se expande com o aquecimento.

#### **ANTECEDENTES DA INVENÇÃO**

Tradicionalmente, as técnicas de forma fechada ou de hidroformação utilizam-se para estirar e configurar tubos metálicos. As técnicas de hidroformação convencionais envolvem frequentemente dois passos: (1) colocação das curvas desejadas no tubo e (2) formação do tubo com a configuração desejada. O passo 2 deste processo requer habitualmente a colocação de um elemento tubular possuindo um furo aberto num molde e a compressão das extremidades do tubo. Em seguida, injecta-se um líquido pressurizado para o interior do furo aberto, fazendo com

que o tubo se estenda e se expanda contra o molde.

A vantagem de fabricação do processo de hidroformação é que permite a formação de estruturas tubulares relativamente compridas tendo um perímetro sem costuras. Este processo elimina o custo de operações de soldadura, maquinação ou fixação utilizadas frequentemente para configurar o componente com a configuração desejada. Como resultado, uma estrutura hidroformada ou de forma fechada possui, muito frequentemente, uma elevada proporção de comprimento em relação ao diâmetro. Por exemplo, uma estrutura hidroformada pode ter um comprimento superior a 15' e um diâmetro que varia desde aproximadamente  $\frac{3}{4}$ " até mais de 12". Para esta finalidade, uma outra vantagem do processo de fabricação de uma estrutura hidroformada é que pode exceder o comprimento de outros elementos tubulares, tais como barras de torção ou barras tubulares, formados utilizando outros processos.

Além disso, o processamento por hidroformação cria formas estruturais complexas que incluem tipicamente curvas e variações de contornos. Frequentemente, o número de curvas e de variações de contorno numa barra hidroformada é maior e mais complexo que o encontrado em barras de torção ou outras estruturas tubulares formadas utilizando técnicas diferentes.

As estruturas hidroformadas possuem tipicamente uma espessura de parede constante antes da formação e podem desenvolver diferenças de resistência no local das curvas ou das variações de contorno, bem como em certas localizações ao longo de uma secção tubular comprida. Assim, é frequentemente desejável reforçar secções de formas fechadas e hidroformadas para melhorar a sua rigidez, resistência e durabilidade

estrutural, particularmente nas aplicações de veículos automóveis.

As formas tradicionais de reforço de estruturas tubulares, tais como elementos hidroformados e outras formas fechadas, incluem fazer deslizar uma manga metálica no interior do tubo e soldar o elemento de reforço em posição. No entanto, devido ao elemento hidroformado incluir frequentemente uma ou mais curvas ou uma ou mais variações de contorno e/ou de diâmetro, é frequentemente difícil inserir a manga no interior do elemento hidroformado na localização precisa da porção débil. Outras técnicas incluem reforçar o elemento hidroformado a partir do exterior através de soldadura da manga sobre o exterior do elemento hidroformado. No entanto, os elementos hidroformados utilizam-se frequentemente em aplicações que possuem tolerâncias muito apertadas, que têm como resultado uma pequena ou nenhuma folga para um elemento de reforço colocado externamente. Deste modo, os reforços exteriores não são frequentemente tão eficazes como os reforços interiores.

Além disso, em muitas operações, o peso do elemento tubular é crítico e deve ser mantido tão baixo quanto possível. Assim, a utilização de uma manga externa confere um peso indesejado ao conjunto tubular. Além disso, a operação de soldadura tende a ser de mão-de-obra intensiva, demorada e inexacta, aumentando o custo de formação do elemento hidroformado e produzindo componentes que possuem uma fiabilidade questionável. Finalmente, estes passos e operações de fabricação adicionais ocupam frequentemente um grande volume e são difíceis de integrar num processo de fabricação de veículos final, dado ser necessário desenvolver um conjunto de ferramentas adicional pelo fabricante e recursos da instalação de montagem, mão-de-obra,

manutenção e espaço teriam que ser aplicados e custeados pelo fabricante de veículos.

Deste modo, existe uma necessidade na indústria e nas operações de fabricação de sistemas de reforço de áreas débeis de formas fechadas e outros tubos hidroformados sem aumentar significativamente o peso e a complexidade de fabricação. Em particular, existe uma necessidade de reforçar uma forma fechada ou elemento hidroformado, que utiliza uma pluralidade de elementos ou peças para obter um reforço integrado no interior da forma fechada, uma vez que o contorno ou forma dos tubos típicos não permitem a colocação de elementos de reforço numa única peça. A este respeito, a presente invenção trata e soluciona os inconvenientes encontrados na técnica anterior ao proporcionar um sistema de reforço de múltiplas peças, possuindo, pelo menos, dois elementos aptos a serem encaixados um no outro no interior de um elemento hidroformado, que pode ser, em seguida, fixo numa localização através da utilização de um terceiro elemento, que serve como um elemento de bloqueio e posicionamento do sistema de reforço no interior do elemento hidroformado ou de outra forma fechada. No entanto, a concepção de dois elementos de encaixe pode criar igualmente um mecanismo de bloqueio. O reforço estrutural do elemento hidroformado obtém-se através da activação por calor de um material adesivo disposto ao longo de, pelo menos, dois dos elementos, um tal material expandir-se-á tipicamente de modo a contactar com uma superfície de substrato e, ao fazer isso, aderirá estruturalmente os elementos múltiplos, uns aos outros e ao elemento hidroformado.

## **SUMÁRIO DA INVENÇÃO**

A invenção refere-se a sistemas para reforçar uma forma fechada ou elemento hidroformado. Numa forma de realização, o elemento hidroformado inclui um elemento estrutural exterior possuindo um furo aberto; e um material expansível, ou espuma estrutural, suportado pelo elemento estrutural exterior. O material expansível estende-se ao longo de, pelo menos, uma porção do comprimento do elemento estrutural exterior e pode preencher, pelo menos, uma porção do comprimento do furo.

O material expansível é, geralmente e de um modo preferido, uma resina de base epóxida activada por calor possuindo características dilatáveis com a activação através da utilização de calor encontrado tipicamente numa operação de revestimento por electrodeposição ou outra operação de pintura de automóveis. À medida que a espuma é aquecida, ela expande-se, reticula e adere estruturalmente às superfícies adjacentes.

O sistema emprega, de um modo geral, dois ou mais elementos adaptados para enrijecerem a estrutura a ser reforçada e ajudarem a redireccionar as cargas aplicadas. Em utilização, os elementos são inseridos no interior de uma forma fechada, tal como um tubo hidroformado, servindo o material de ligação activado por calor como o meio de transferência de carga e de potencial absorção de energia. Numa forma de realização particularmente preferida, pelo menos, dois dos elementos compósitos são compostos por um veículo de nylon moldado por injeção, um polímero moldado por injeção ou um metal moldado (tal como alumínio, magnésio e titânio, uma liga derivada dos metais ou uma espuma metálica derivada destes metais ou outra espuma metálica) e estão, pelo menos parcialmente, revestidos

com um material de ligação em, pelo menos, um dos seus lados e em alguns casos em quatro ou mais lados. Além disso, o elemento adaptado para enrijecer a estrutura a ser reforçada pode compreender um aço laminado a frio estampado e formado, um aço de baixa liga de alta resistência estampado e formado, um aço (TRIP) de plasticidade induzida por transformação estampado e formado, um aço laminado a frio, um aço de baixa liga de alta resistência laminado ou um aço (TRIP) de plasticidade induzida por transformação laminado. Basicamente, pode utilizar-se qualquer material que seja considerado estrutural em conjunção com a espuma estrutural. A escolha do material estrutural utilizado em conjunção com uma espuma estrutural ou outro meio de ligação será determinada pelos requisitos de desempenho e economia de uma aplicação específica.

Os materiais dilatáveis ou expansíveis adicionais que podem utilizar-se na presente invenção incluem outros materiais que são adequados como meios de ligação ou acústico e que podem ser espumas activadas por calor, que se activam e se expandem, de um modo geral, de modo a preencherem uma cavidade desejada ou ocuparem um espaço ou terem uma função desejada quando expostos a temperaturas encontradas tipicamente nas estufas de cura de revestimentos por electrodeposição de automóveis e outras estufas de operações de pintura. Embora sejam possíveis outros materiais activados por calor, um material activado por calor preferido é uma formulação de polímero expansível ou escoável e, de um modo preferido, um que possa ser activado de modo a formar espuma, escoar, aderir ou modificar o seu estado de qualquer outro modo quando exposto à operação de aquecimento de uma operação de pintura de montagem de automóveis típica. Por exemplo, sem limitação, numa forma de realização, a espuma polimérica é baseada em copolímero ou terpolímero de etileno que



pode possuir uma alfa-olefina. Como copolímero ou terpolímero, o polímero é composto por dois ou três monómeros diferentes, *i. e.*, moléculas pequenas com elevada reactividade química que podem formar ligações em cadeia com moléculas semelhantes. Exemplos de polímeros particularmente preferidos incluem acetato de etilenovinilo, EPDM ou uma sua mistura.

Além disso, está previsto que, ao utilizar um material acústico em conjunção com a presente invenção, quando activado através da aplicação de calor, ele pode participar igualmente na redução da vibração e ruído da carroçaria automóvel global. A este respeito, a forma fechada, ou elemento hidroformado, agora reforçada terá uma rigidez aumentada nas barras transversais, o que reduzirá a frequência natural, medida em hertz, que ressoa através do chassis automóvel e transmissão acústica reduzida e a capacidade de bloquear ou absorver ruído através da utilização do produto acústico associado. Ao aumentar a dureza e rigidez das barras transversais, o ruído e a frequência da vibração de funcionamento total do motor que resultam do funcionamento do veículo, podem ser reduzidos, uma vez que ressoará uma frequência de ruído ou vibração reduzida através do chassis. Embora a utilização de tais materiais ou meios de redução de vibração possam ser utilizados, em vez de, ou em conjunção com, o material estrutural expansível, a forma de realização preferida do sistema de reforço estrutural da presente invenção utiliza o material expansível de reforço estrutural. A utilização de materiais acústicos em conjunção com materiais estruturais pode proporcionar uma melhoria estrutural adicional, mas seriam incorporados principalmente, para melhorar as características NVH.

Nesta forma de realização não limitativa, o material ou

meio é, pelo menos, revestido parcialmente com polímero activado por calor que pode ser de natureza estrutural ou acústica. Este material, de um modo preferido, activado por calor pode ser encaixado por pressão sobre a superfície ou substrato escolhido; colocado em grânulos ou pastilhas para colocação ao longo do substrato ou elemento escolhido por meio de extrusão; colocado ao longo do substrato através da utilização de tecnologia de deflexão; uma operação de corte de acordo com os ensinamentos que são bem conhecidos da técnica; sistemas de aplicação por bombeamento, que podem incluir a utilização de um sistema de deflexão e de bolsa; e aplicações por pulverização.

Numa forma de realização, pelo menos, dois elementos compostos por um nylon moldado por injeção são dotados com uma quantidade adequada de meio de ligação ou transferência de carga, moldado sobre os seus lados em, pelo menos, uma localização, em que cada uma das porções é de menor diâmetro que uma abertura inserível correspondente na forma ou tubo, para permitir a colocação no interior de uma cavidade definida dentro de um veículo automóvel, tal como porções de uma secção de tubo hidroformado ou uma outra área ou substrato encontrado num veículo automóvel que pode beneficiar das características de reforço estrutural encontradas na presente invenção. Nesta forma de realização, uma primeira porção corresponde, e é fixa de modo inserível numa abertura localizada no interior de uma porção inferior da secção de tubo hidroformado. Uma segunda porção é engatada de modo correção e fixa a uma superfície superior da primeira porção. Uma terceira porção é, em seguida, utilizada para unir de modo firme a primeira e segunda porções uma à outra no interior do tubo hidroformado. Prevê-se que o meio de ligação possa ser aplicado num substrato numa variedade de padrões, formas e espessuras de modo a acomodar o tamanho, forma e

dimensões particulares da cavidade correspondente à forma escolhida ou aplicação de veículo. O material expansível ou meio de ligação é activado para realizar a expansão através da aplicação de calor, encontrado tipicamente numa estufa de revestimento por electrodeposição automóvel ou numa outra estufa de operação de pintura, no espaço definido entre a pluralidade de elementos e as paredes do tubo hidroformado que define a cavidade. A estrutura resultante inclui a estrutura da parede do tubo hidroformado unida à pluralidade de elementos com o auxílio da espuma estrutural.

#### **BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS**

As características e aspectos inventivos da presente invenção tornar-se-ão mais evidentes com a leitura da descrição pormenorizada, reivindicações e desenhos que se seguem, dos quais o que se segue é uma pequena descrição:

A FIG. 1 é uma vista em perspectiva de um sistema de reforço estrutural de elemento hidroformado de acordo com os ensinamentos da presente invenção.

A FIG. 2 é uma vista em corte explodida de uma porção de um tubo hidroformado descrito na FIG. 1, que mostra a posição da pluralidade de elementos e o material expansível no estado não curado.

A FIG. 3 é uma vista em corte parcial de um sistema de reforço estrutural de elemento hidroformado de acordo com os ensinamentos da presente invenção que mostra a pluralidade de elementos, compreendendo um dos elementos o sistema de reforço

estrutural de elemento hidroformado da presente invenção.

### **DESCRIÇÃO DA FORMA DE REALIZAÇÃO PREFERIDA**

A FIG. 1 mostra um sistema 10 de elemento hidroformado reforçado, formado de acordo com os ensinamentos da presente invenção. O sistema 10 de reforço de elemento hidroformado confere um aumento de resistência, rigidez ou durabilidade a um elemento estrutural e, assim, pode ser utilizado numa variedade de aplicações. Por exemplo, o sistema 10 de elemento hidroformado reforçado pode ser utilizado como parte do sistema de longarinas ou chassis para automóveis ou estruturas de construção.

Numa forma de realização preferida, como na FIG. 2, a presente invenção compreende, pelo menos, dois elementos 12 compostos por um polímero moldado por injeção, dotados com uma quantidade adequada de um material expansível ou meio 14 de transferência de carga moldado nos seus lados possivelmente numa pluralidade de porções 16, em que cada porção 16 é de diâmetro menor que uma abertura inserível correspondente na forma ou tubo 18, para colocação no interior de uma cavidade definida no interior de um veículo automóvel, tal como porções de uma secção de tubo hidroformado ou de uma outra área ou substrato encontrado num veículo automóvel que pode beneficiar das características de reforço estrutural encontradas na presente invenção. Nesta forma de realização, uma primeira porção 20 corresponde, e é fixa de modo inserível numa abertura localizada no interior de uma porção inferior da secção de tubo hidroformado. Uma segunda porção 22 é engatada de modo correção e fixa a uma superfície superior da primeira porção. Uma

terceira porção 24 é em seguida utilizada para unir de modo firme a primeira 20 e a segunda 22 porções em conjunto no interior do tubo hidroformado. Contempla-se que o meio 14 de ligação possa ser aplicado a um substrato numa variedade de padrões, formas e espessuras para acomodar o tamanho, forma e dimensões particulares da cavidade correspondente à forma escolhida ou aplicação de veículo. O material expansível ou meio 14 de ligação é activado de modo a realizar a expansão através da aplicação de calor encontrado tipicamente numa estufa de revestimento por electrodeposição automóvel ou uma outra operação de aquecimento no espaço definido entre a pluralidade de elementos e as paredes do tubo hidroformado que define a cavidade. A estrutura resultante inclui a estrutura de parede do tubo hidroformado unida à pluralidade de elementos com o auxílio da espuma estrutural.

Nesta forma de realização preferida, a primeira 20 e a segunda 22 porções são encaixadas em conjunto no interior do tubo 18 hidroformado possuindo cada uma, uma aplicação do material expansível ou do meio 14 de ligação. A terceira porção 24 é em seguida engatada de modo inserido através do tubo 18 hidroformado, como mostrado na FIG. 2, para servir como elemento de bloqueio e de posicionamento do sistema de reforço no interior do elemento hidroformado ou de outra forma fechada. O reforço estrutural do tubo 18 hidroformado obtém-se através da activação por calor ou qualquer outro estímulo de activação aplicado ao material 14 estrutural disposto ao longo de, pelo menos, a primeira 20 e a segunda 22 porções, em que o material 14 estrutural pode expandir-se e aderirá estruturalmente a primeira 20, a segunda 22 e a terceira 24 porções, umas às outras e ao tubo 18 hidroformado.

Contempla-se que o material estrutural ou material 14 de ligação compreende uma espuma estrutural, que é de um modo preferido activada por calor e se expande e cura com aquecimento, obtida tipicamente por formação de espuma por libertação de gás acoplada a uma reacção química de reticulação. Esta espuma estrutural é aplicada de um modo geral aos elementos 12 num estado sólido ou semi-sólido. A espuma estrutural pode ser aplicada na superfície exterior dos elementos 12 num estado fluido, utilizando técnicas de fabricação vulgarmente conhecidas, em que a espuma estrutural é aquecida até uma temperatura que permite que a espuma estrutural flua ligeiramente de modo a auxiliar na molhagem do substrato. Com a cura a espuma estrutural endurece e adere à superfície exterior do elemento 12. Alternativamente, a espuma estrutural pode ser aplicada aos elementos 12 como pastilhas prefabricadas, que são aquecidas ligeiramente para permitir que as pastilhas se liguem à superfície exterior dos elementos 12. Nesta fase, a espuma estrutural é aquecida o suficiente de modo a fazer com que a espuma estrutural flua ligeiramente, mas não demasiado, para fazer com que a espuma estrutural se expanda termicamente. Além disso, a espuma estrutural pode ser aplicada igualmente através de ligação a quente/termoformação ou por co-extrusão. Saliente-se que se podem utilizar materiais activáveis por outros estímulos capazes de ligação, tal como, sem limitação, uma mistura encapsulada de materiais que, quando activada pela temperatura, pressão, quimicamente ou outra, através de outras condições ambientais, se tornará quimicamente activa. Para esta finalidade, um aspecto da presente invenção é facilitar um processo de fabricação simplificado, de acordo com o que, o material 14 de ligação pode ser colocado ao longo dos elementos 12 numa configuração desejada e inserido no interior da forma fechada ou elemento hidroformado num ponto antes da

montagem final do veículo.

O material de ligação que pode ter características dilatáveis é de um modo geral um material de base epóxida, mas pode incluir um copolímero ou terpolímero de etileno, tal como uma alfa-olefina. Como um copolímero ou terpolímero, a molécula é composta por dois ou três monómeros diferentes, *i. e.*, moléculas pequenas com uma reactividade química elevada que são capazes de formarem cadeias com moléculas semelhantes.

Conhecem-se na técnica várias espumas de reforço estrutural de base epóxida e que podem ser utilizadas igualmente para produzir o material 14 de ligação da presente invenção. Uma espuma estrutural típica inclui um material de base polimérica, tal como uma resina de epóxido ou um polímero à base de etileno que, quando misturado com os ingredientes apropriados (tipicamente um agente de insuflação e possivelmente um agente de cura e uma carga), se expande e cura tipicamente de uma maneira fiável e previsível com a aplicação de calor ou de um outro estímulo de activação. O material resultante possui uma densidade baixa e uma rigidez suficiente para conferir a rigidez desejada a um artigo suportado. Do ponto de vista químico para um material activado termicamente, a espuma estrutural é normalmente processada em primeiro lugar como um material termoplástico antes de cura. Depois de cura, a espuma estrutural torna-se tipicamente um material termoendurecível que está fixo e é incapaz de escoamento.

Um exemplo de uma formulação de espuma estrutural preferida é um material de base epóxida que pode incluir modificadores de polímero, tal como um copolímero ou terpolímero de etileno, que está comercialmente disponível na L&L Products, Inc. de Romeo,

Michigan, sob as designações de L5206, L5207, L5208 e L5209. Uma vantagem dos materiais de espuma estrutural preferidos sobre os materiais da técnica anterior, é que os materiais preferidos podem ser processados de várias maneiras. As técnicas de processamento possíveis para os materiais preferidos incluem moldagem por injeção, extrusão ou extrusão com uma extrusora com um mini dispositivo de aplicação. Isto permite a criação de concepções de componentes que excedem a capacidade da maioria dos materiais da técnica anterior.

Embora os materiais preferidos para fabricar o material 14 de ligação tenham sido divulgados, o material 14 pode ser formado por outros materiais desde que o material seleccionado seja activado por calor ou de outro modo activado através de uma condição ambiental (e. g., humidade, pressão, tempo ou semelhantes) e se expanda de uma maneira previsível e fiável sob condições apropriadas para a aplicação seleccionada. Alguns outros materiais possíveis incluem, mas não estão limitados a, materiais de poliolefinas, copolímeros e terpolímeros com, pelo menos, um tipo de monómero de alfa-olefina, materiais de fenol/formaldeído, materiais fenóxidos, materiais de poliuretano com temperaturas de transição vítrea elevadas e misturas ou compósitos que podem incluir, além disso, espumas metálicas, tais como uma composição de espuma de alumínio. Em geral, as características desejadas da espuma 16 estrutural incluem uma elevada dureza, elevada resistência, temperatura de transição vítrea elevada (tipicamente maior que 70 graus Celsius), e boa retenção da adesão, particularmente na presença de ambientes corrosivos ou de elevada humidade.

Nas aplicações em que é empregue um material activado por calor que se expande termicamente, uma consideração importante



envolvida na selecção e formulação do material compreendendo a espuma estrutural é a temperatura à qual se realizará uma reacção ou expansão, e possivelmente cura do material. Por exemplo, na maioria das aplicações, é indesejável que o material seja activo à temperatura ambiente ou, de outro modo, à temperatura ambiente num ambiente de uma linha de produção. Mais tipicamente, a espuma estrutural torna-se reactiva a temperaturas de processamento mais elevadas, tal como aquelas encontradas numa instalação de montagem de automóveis, quando a espuma é processada em conjunto com os componentes automóveis a temperaturas elevadas ou com maiores níveis de energia aplicados. Enquanto as temperaturas encontradas nas estufas da oficina do corpo de montagem dos automóveis podem estar no intervalo de 148,89 °C a 204,44 °C (300 °F a 400 °F) e as temperaturas das estufas de oficinas de pintura são habitualmente cerca de 93,33 °C (215 °F) ou mais elevadas. Se necessário, os agentes de insuflação ou activadores podem ser incorporados na composição de modo a provocar a expansão a temperaturas diferentes fora dos intervalos anteriores.

De um modo geral, as espumas acústicas expansíveis da técnica anterior têm um intervalo de expansão que varia desde aproximadamente 100 a mais de 1000 por cento. O nível de expansão da espuma 16 estrutural pode ser aumentado até tão alto como 1500 por cento ou mais, mas está tipicamente entre 0% e 300%. Em geral, uma expansão maior produzirá materiais com menor resistência e rigidez.

O sistema 10 de reforço de elementos hidroformados divulgado na presente invenção pode utilizar-se numa variedade de aplicações, em que é desejado o reforço estrutural. O sistema 10 de elemento hidroformado tem uma aplicação particular

naqueles casos em que o peso total da estrutura que é reforçada, é um factor crítico. Por exemplo, o sistema 10 de elemento hidroformado pode ser utilizado para aumentar a resistência estrutural de estruturas de aviões, veículos marítimos, estruturas automóveis, estruturas de construção ou outros objectos semelhantes. Na forma de realização divulgada o sistema 10 de elemento hidroformado utiliza-se como parte de uma estrutura automóvel para reforçar áreas seleccionadas da estrutura automóvel ou barras e pode utilizar-se igualmente em conjunção com balancins, travessas, berços de motor do chassis, suportes do radiador e barras de impacto de portas em veículos automóveis.

Como melhor ilustrado na FIGS. 2 e 3, o sistema 10 de reforço de elementos hidroformados é adequado para colocar no interior de uma porção de estrutura de um conjunto de estrutura automóvel. Pelo menos, dois elementos 12 compostos por um polímero moldado por injeção (ou outro material (e. g., metal) ou compósito) estão dotados com uma quantidade adequada de um material expansível ou meio 14 de transferência de carga moldado nos seus lados numa pluralidade de porções 16, em que cada porção 16 é de um diâmetro menor que uma abertura inserível correspondente na forma ou no tubo 18, para colocação no interior de uma cavidade definida no interior de um veículo automóvel, tal como porções de uma secção de tubo hidroformado ou uma outra área ou substrato encontrados num veículo automóvel que poderiam beneficiar das características de reforço estrutural encontradas na presente invenção. Nesta forma de realização, uma primeira porção 20 corresponde, e é fixa de modo inserível numa abertura localizada no interior de uma porção inferior da secção de tubo hidroformado. Uma segunda porção 22 é engatada de modo correção e fixa numa superfície superior da

primeira porção. Uma terceira porção 24 é em seguida utilizada para unir de modo firme a primeira 20 e a segunda 22 porções em conjunto no interior do tubo hidroformado. Salientar-se-á que o sistema 10 de reforço de elementos hidroformados da presente invenção pode ser utilizado para reforçar outras áreas de um conjunto de estrutura automóvel ou balancim e o número de elementos 12 e a colocação do material 14 expansível ao longo dos elementos 12 seria determinada pela forma e aplicação desejadas.

Embora sejam possíveis outros materiais activados por calor, um material activado por calor preferido é um material polimérico expansível e, de um modo preferido, um que seja dilatável. Um material particularmente preferido é uma espuma estrutural de base epóxida. Por exemplo, sem limitação, numa forma de realização, a espuma estrutural é um material de base epóxida que pode incluir um copolímero ou terpolímero de etileno.

Conhecem-se várias espumas de reforço estrutural de base epóxida da técnica e que podem utilizar-se igualmente para produzir a espuma estrutural. Uma espuma estrutural típica inclui um material de base polimérica, tal como uma resina de epóxido ou um polímero de base etileno que, quando misturado com ingredientes apropriados (tipicamente um agente de insuflação e cura), se expande e cura de uma maneira fiável e previsível com a aplicação de calor ou a ocorrência de uma condição ambiente particular. Do ponto de vista químico para um material activado termicamente, a espuma estrutural é processada habitualmente em primeiro lugar como um material termoplástico susceptível de escoamento antes de cura. Ele reticulará com a cura, o que torna o material incapaz de um escoamento posterior.

Alguns outros materiais possíveis incluem, mas não estão limitados a materiais de poliolefina, copolímeros e terpolímeros com, pelo menos, um monómero do tipo alfa-olefina, materiais de fenol/formaldeído, materiais de fenóxido e poliuretano. Em geral, as características desejadas do material resultante incluem um ponto de transição vítreo relativamente elevado, e boas propriedades de resistência à degradação ambiental. Deste modo, o material não interfere geralmente com os sistemas de materiais empregues pelos fabricantes de automóveis. Além disso, ele resistirá às condições de processamento tipicamente encontradas no fabrico de um veículo, tal como o primário de revestimento por electrodeposição, limpeza e desengorduramento e outros processos de revestimento, bem como as operações de pintura encontradas na montagem final do veículo.

Numa outra forma de realização, o material 14 é dotado numa forma encapsulada ou parcialmente encapsulada, que pode compreender um pastilha, que inclui um material dilatável expansível, encapsulado ou parcialmente encapsulado num invólucro de adesivo, que pode ser em seguida fixo aos elementos 12 numa configuração desejada. Além disso, como discutido previamente, podem empregar-se igualmente padrões pré-formados, tal como aqueles fabricados ao extrudir uma folha (que possui uma superfície plana ou perfilada) e, em seguida, podem ser cortados em matriz de acordo com uma configuração predeterminada.

Realiza-se um número de vantagens de acordo com a presente invenção, incluindo, mas não estando limitado à capacidade de fabricar um sistema de reforço estrutural para utilizar num elemento hidroformado ou numa outra forma fechada para distribuir e montar numa instalação de montagem de veículos sem

a necessidade de aplicação de produtos bombeáveis, produtos químicos molhados e conjuntos de ferramentas múltiplas, tal como para outras técnicas anteriores.

Lisboa, 2 de Março de 2009

## **REIVINDICAÇÕES**

1. Sistema (10) de múltiplas peças para reforço de uma forma fechada, compreendendo a referida forma fechada:
  - a. uma pluralidade de elementos (12) adaptados para colocação numa cavidade definida na forma fechada; e
  - b. um material (14) de ligação sobre, pelo menos, uma porção dos referidos elementos,caracterizado por o reforço estrutural da forma fechada ser obtido através da activação do material de ligação e expansão desse material de ligação até aderir estruturalmente a pluralidade de elementos uns aos outros e à forma fechada.
2. Sistema como reivindicado na Reivindicação 1, em que a referida forma (18) fechada é um elemento hidroformado adequado para utilização num veículo automóvel.
3. Sistema como reivindicado na Reivindicação 1 ou Reivindicação 2, em que a referida forma (18) fechada é um tubo hidroformado.
4. Sistema como reivindicado em qualquer das Reivindicações anteriores, em que a referida forma (18) fechada é um componente de veículo seleccionado de uma longarina de chassis, uma barra transversal de veículo, uma base de motor do chassis, um suporte de radiador de automóvel e uma barra de impacto da porta.

5. Sistema como reivindicado em qualquer das Reivindicações anteriores, em que a referida pluralidade de elementos compreende ainda meios de fixação para fixação do material de ligação a pelo menos, uma porção de, pelo menos, um da referida pluralidade de elementos.
6. Sistema de acordo com qualquer das reivindicações anteriores, em que o referido material (14) de ligação é adequado para produzir espuma por activação através da aplicação de calor, de acordo com o que a referida forma fechada se adere estruturalmente ao referido material de ligação.
7. Sistema como reivindicado na Reivindicação 6, em que o referido material (14) expansível é um material polimérico.
8. Sistema como reivindicado na Reivindicação 7, em que o referido material (14) polimérico é um polímero de base epóxida.
9. Sistema como reivindicado em qualquer das reivindicações anteriores, em que o referido material (14) expansível pode ser activado a uma temperatura encontrada numa estufa de operação de pintura de veículos automóveis.
10. Sistema de acordo com qualquer das Reivindicações 2 a 9 compreendendo um terceiro elemento (24) adequado para colocação no interior de uma porção definida da referida estrutura hidroformada, de acordo com o que o referido terceiro elemento bloqueia e posiciona o referido primeiro elemento e a referida segunda porção num posicionamento fixo no interior da referida estrutura hidroformada.

11. Sistema de acordo com a Reivindicação 10, no qual o material de ligação ao expandir-se adere estruturalmente os referidos primeiro (20), segundo (22) e terceiro (24) elementos à referida estrutura hidroformada.
12. Sistema (10) estrutural de elemento hidroformado reforçado compreendendo:
  - a. uma estrutura (18) de elemento hidroformado possuindo uma pluralidade de porções que definem uma cavidade no interior da mesma; e
  - b. um sistema (12) de múltiplas peças de acordo com qualquer das Reivindicações 1 a 11 disposto no interior da referida cavidade, possuindo cada um dos referidos elementos um material expansível em contacto de vedação com o referido elemento e, pelo menos, uma da referida pluralidade de porções.
13. Elemento hidroformado reforçado de acordo com a Reivindicação 12, em que o elemento (10) hidroformado faz parte de um sistema de chassis automóvel.
14. Elemento hidroformado reforçado de acordo com a Reivindicação 12, em que o elemento (10) hidroformado faz parte de um sistema de estrutura de construção.

Lisboa, 2 de Março de 2009



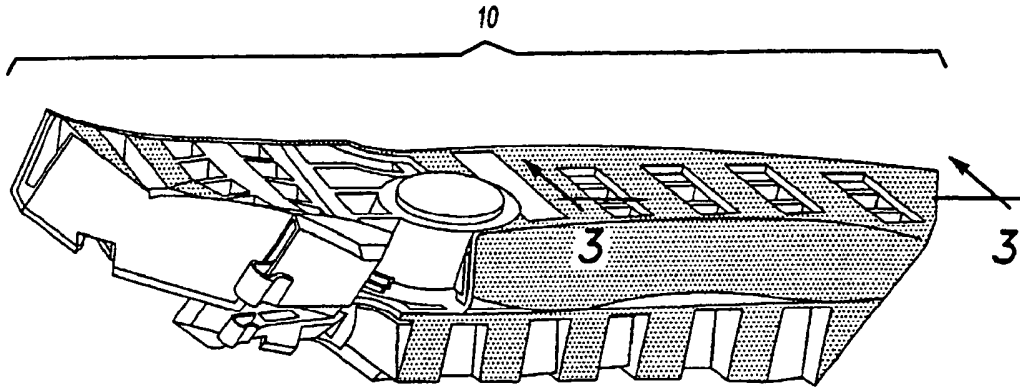
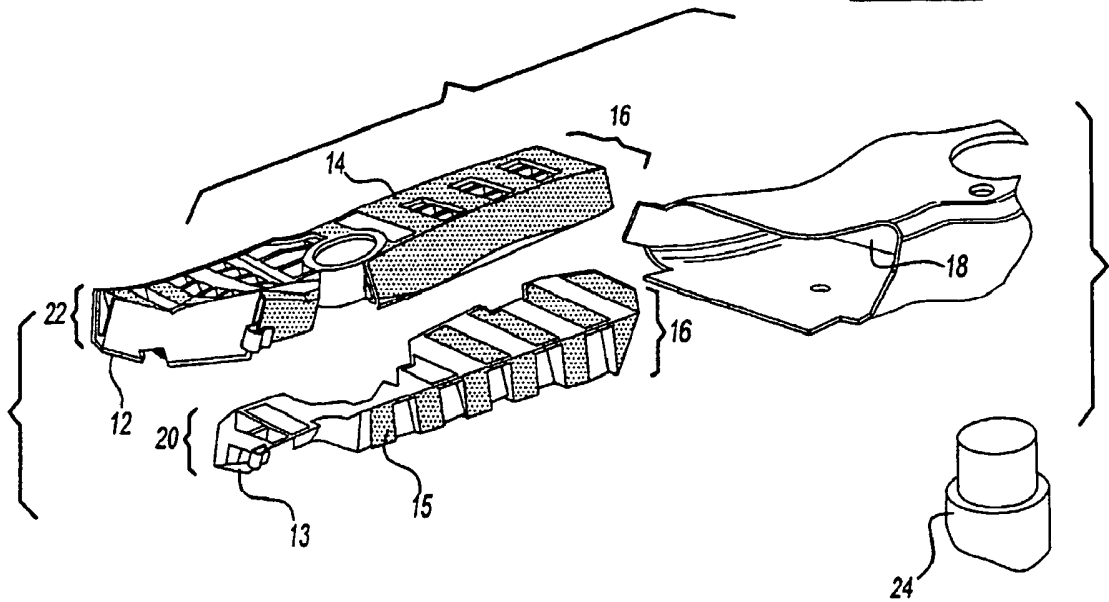
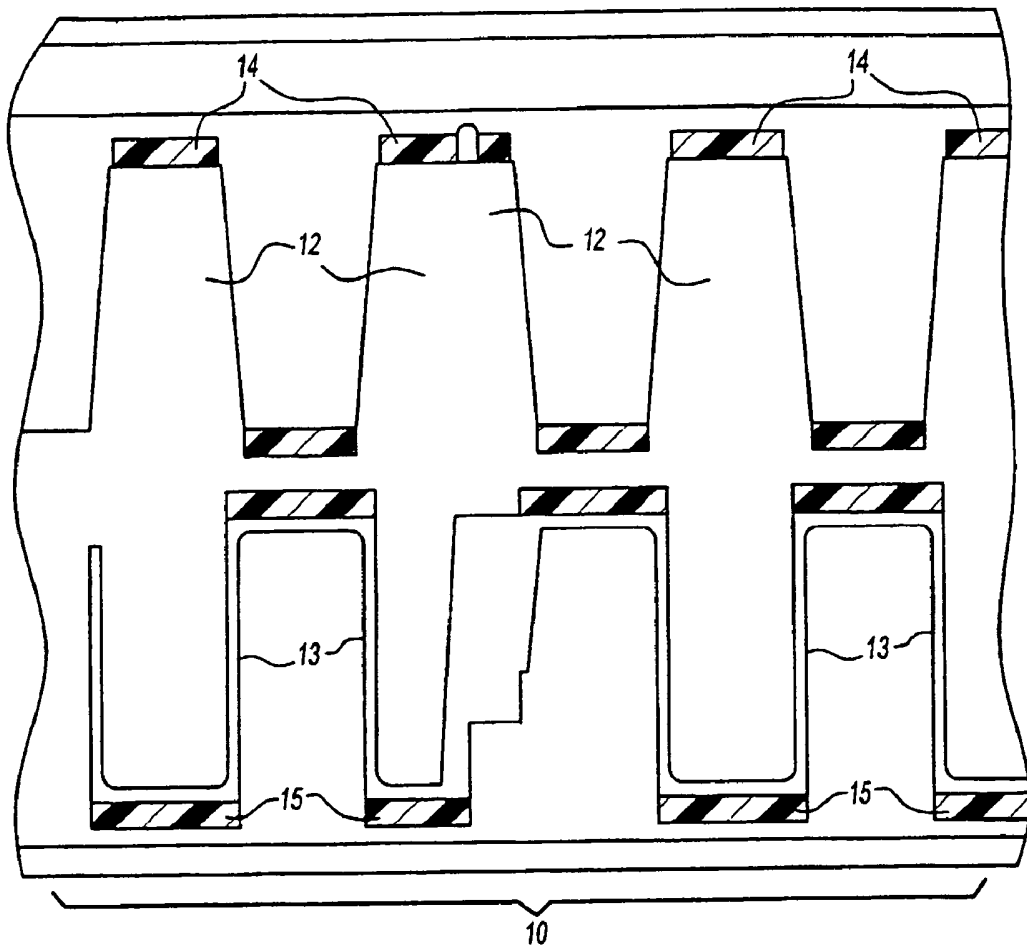


Fig-1

Fig-2





**Fig-3**