



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

(21) **PI0706902-2 A2**



* B R P I 0 7 0 6 9 0 2 A 2 *

(22) Data de Depósito: 31/01/2007
(43) Data da Publicação: 12/04/2011
(RPI 2101)

(51) *Int.Cl.:*
G01N 30/74

(54) Título: **DISPOSITIVO DE DETECÇÃO DE TENSÃO, SISTEMA DE DETECÇÃO DE TENSÃO, MÉTODO DE PREVISÃO DE FALHAS EM UMA ESTRUTURA E MÉTODO DE MANUFATURA DE UM DISPOSITIVO DE DETECÇÃO DE TENSÃO**

(30) Prioridade Unionista: 01/02/2006 US 60/743,203

(73) Titular(es): AFL Telecommunications LLC

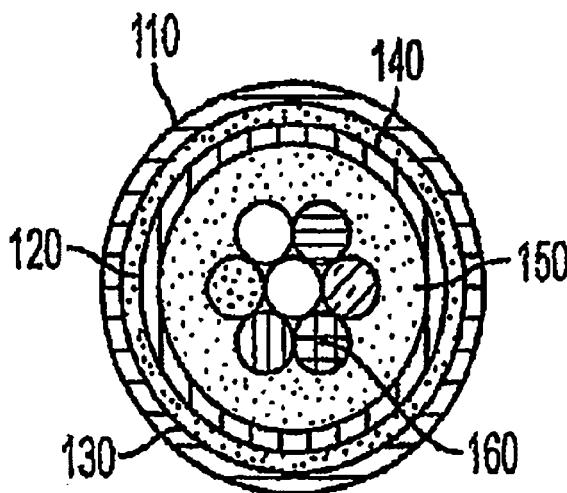
(72) Inventor(es): BRIAN G. HERBST

(74) Procurador(es): David do Nascimento Advogados Associados

(86) Pedido Internacional: PCT US07002557 de 31/01/2007

(87) Publicação Internacional: WO 2007/089791 de 09/08/2007

(57) Resumo: DISPOSITIVO DE DETECÇÃO DE TENSÃO, SISTEMA DE DETECÇÃO DE TENSÃO, MÉTODO DE PREVISÃO DE FALHAS EM UMA ESTRUTURA E MÉTODO DE MANUFATURA DE UM DISPOSITIVO DE DETECÇÃO DE TENSÃO Trata-se de um dispositivo de detecção de tensão que tem um subconjunto com pelo menos uma fibra óptica no mesmo, e um revestimento metálico que encerra o subconjunto. O revestimento metálico é acoplado sob ao subconjunto. Um sistema e um método de detecção de tensão para a previsão de falhas em uma estrutura são apresentados. O sistema e o método de detecção de tensão para a previsão de falhas em uma estrutura utilizam a tensão no dispositivo de detecção de tensão para calcular a tensão em uma estrutura de interesse.





PI0706902-2

1/15

DISPOSITIVO DE DETECÇÃO DE TENSÃO, SISTEMA DE
DETECÇÃO DE TENSÃO, MÉTODO DE PREVISÃO DE FALHAS EM UMA
ESTRUTURA E MÉTODO DE MANUFATURA DE UM DISPOSITIVO DE
DETECÇÃO DE TENSÃO

5

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

O presente pedido de patente reivindica a
prioridade do pedido de patente norte-americano provisório
n°. 60/743.203 depositado em 01 de fevereiro de 2006, na
Repartição de Patentes e Marcas dos Estados Unidos, cujo teor
10 é aqui incorporado a título de referência.

CAMPO DA INVENÇÃO

A presente invenção refere-se a um dispositivo de
detecção de tensão e às maneiras de uso do dispositivo para
medir a tensão. Mais especificamente, a presente invenção
15 refere-se a um dispositivo de detecção de tensão que inclui
uma fibra óptica dentro de um subconjunto, em que o
subconjunto é encerrado em um revestimento metálico que é
acoplado por tensão ao subconjunto.

DESCRIÇÃO DA TÉCNICA CORRELATA

20 Os sensores de fibras ópticas têm uma ampla
variedade de aplicações para a detecção de parâmetros tais
como a pressão, a tensão e a temperatura. Os sensores de
fibras ópticas possuem diversas vantagens em relação às suas
contrapartes elétricas e eletromecânicas. Por exemplo, os
25 sensores de fibras ópticas podem ser produzidos menores, ter
vidas úteis mais longas e serem feitos de vidro não-condutor,
conferindo desse modo uma imunidade de interferências
eletromagnéticas.

Na técnica correlata, os sensores de fibras ópticas
30 são unidos a uma estrutura de interesse de uma maneira tal
que a tensão pode ser medida ao utilizar ferramentas
convencionais. Alguns exemplos das estruturas do interesse
incluem, mas sem ficar a elas limitados, caixas de poços de

petróleo, pontes, edifícios, tubulações de vapor, e qualquer outra estrutura onde a detecção da tensão pode fornecer dados de predição de falhas potenciais da estrutura. Algumas técnicas utilizadas para medir a tensão incluem grades Fiber Bragg e um refletômetro de domínio de tempo óptico Brillouin.

A detecção com grades Fiber Bragg inclui a utilização de um sensor que tem uma série de perturbações do índice de refração ao longo de uma fibra óptica e uma fonte de luz acoplada à fibra óptica. As grades Fiber Bragg refletem simplesmente a luz que se desloca na direção para 10 diante no núcleo de fibra óptica de volta para o núcleo. Quando o sensor é tensionado, tal como pela compressão ou pelo estiramento da fibra óptica devido às forças mecânicas, ou uma mudança de temperatura, o espaçamento entre as grades varia, o que varia de maneira correspondente o sincronismo da 15 chegada da luz refletida ao dispositivo. Este efeito é similar àquele de um acordeão, onde a nota de saída muda quando o acordeão é esticado e comprimido. O monitoramento da mudança no sincronismo da chegada de luz refletida pode então ser utilizado para medir a tensão, a temperatura ou a pressão 20 na fibra óptica. O usuário pode então correlacionar a tensão na fibra óptica para determinar a tensão na estrutura de interesse.

O equipamento para medir a tensão é selecionado com base nas necessidades do usuário. A medição da tensão utilizando grades Fiber Bragg, por exemplo, permite que o usuário meça a tensão em um ambiente dinâmico com um aumento significativo na velocidade.

O sensor de fibra óptica pode ser unido à estrutura de diversas maneiras. O sensor pode ser unido diretamente à 30 superfície de uma estrutura existente. O sensor também pode ser opcionalmente introduzido em uma estrutura durante ou após a construção.

Um problema com os sensores de tensão convencionais é que eles são limitados em sua aplicação. Os sensores de fibras ópticas da técnica correlata não são suficientemente resistentes para serem empregados em todas as condições, a não ser naquelas mais moderadas. Além disso, até mesmo os sensores que têm algum revestimento de proteção não sobrevivem às condições necessárias para colocar com sucesso esses sensores nos ambientes que têm perigos mecânicos, químicos e relacionados com a pressão. Estes perigos podem ter um efeito não somente no próprio sensor de tensão, mas também no método de fixação empregado para unir o sensor de tensão à estrutura de interesse.

Um exemplo de um ambiente inóspito onde os sensores de tensão comuns não podem tipicamente sobreviver é a aplicação de detecção de tensão em componentes de poços de petróleo. Existe uma necessidade documentada na indústria para medir a tensão nas caixas de poços de petróleo. A capacidade de medir a tensão, ou de prever um colapso potencial, de um poço de petróleo torna-se crítica para manter a integridade do poço, assim como a economia do equipamento empregado para a perfuração de óleo. No entanto, um poço de petróleo pode alcançar profundidades de poço de aproximadamente 15.000 pés. Adicionalmente, um poço de petróleo também pode ser submergido na água, e na água salgada em alguns casos. Neste caso, a colocação de um sensor de fibras ópticas em tal ambiente deve sujeitar o sensor a problemas de altas temperaturas do núcleo da terra, de alta pressão devida à profundidade e aos materiais químicos agressivos, que podem vir da água, da terra, ou de ambos.

Outros exemplos de ambientes onde a detecção da tensão se torna crítica incluem as pontes ou qualquer outra estrutura de concreto. Neste ambiente, um sensor de tensão pode ser encaixado dentro da estrutura de concreto, de uma

maneira tal que a tensão na estrutura pode ser medida. A detecção antecipada de rachaduras na fundação da estrutura permite que o usuário execute medidas corretivas prematuramente no processo de avaria, preservando desse modo a estrutura contra falha total e inesperada em potencial. Um problema associado com o encaixe de sensores de tensão da técnica correlata em tais estruturas refere-se à integridade da fibra óptica dentro do sensor. Especificamente que a fibra óptica dentro do sensor é demasiadamente fraca para sobreviver às rachaduras potenciais da estrutura; e a integridade da fibra óptica deve ser comprometida até mesmo por uma pequena alteração dentro da fundação.

O problema acima é particularmente predominante nas estruturas onde o sensor de tensão é encaixado no concreto no momento que a estrutura é construída, propiciando desse modo o ajuste mais apertado entre a estrutura e o sensor.

Existe uma necessidade quanto a um dispositivo de detecção de tensão que possa sobreviver a ambientes perigosos tais como aqueles descritos acima, enquanto provê um sistema de medição de detecção de tensão preciso. Também existe uma necessidade quanto a um dispositivo de detecção de tensão que permita que o usuário preveja falhas potenciais das estruturas sem comprometer a integridade da fibra óptica dentro do dispositivo de detecção de tensão.

25 DESCRIÇÃO RESUMIDA DA INVENÇÃO

As realizações exemplificadoras da presente invenção superam as desvantagens acima e outras desvantagens não descritas acima e conferem vantagens que serão aparentes a partir da seguinte descrição de realizações exemplificadoras da invenção. Além disso, a presente invenção não precisa superar as desvantagens descritas acima.

De acordo com um aspecto da presente invenção, é apresentado um dispositivo de detecção de tensão, que, em uma

realização exemplificadora, pode ser um cabo de detecção de tensão, o qual tem um subconjunto com pelo menos uma fibra óptica dentro do subconjunto e um revestimento metálico que encerra o subconjunto, em que o revestimento metálico é acoplado por tensão ao subconjunto.

O dispositivo de detecção de tensão pode ter o diâmetro externo do subconjunto que é maior do que o diâmetro interno do revestimento metálico, e o subconjunto pode ser comprimido de modo a encaixar dentro do revestimento metálico, transferindo desse modo a tensão do revestimento metálico diretamente à fibra óptica.

De acordo com um outro aspecto da presente invenção, o dispositivo de detecção de tensão pode ter um diâmetro externo do subconjunto que é igual ao diâmetro interno do revestimento metálico, de modo que, quando o subconjunto é comprimido para encaixar dentro do revestimento metálico, a tensão criada seja transferida do revestimento metálico diretamente à fibra óptica.

De acordo com um outro aspecto da presente invenção, o dispositivo de detecção de tensão também pode ter um diâmetro externo do subconjunto que é menor do que um diâmetro interno do revestimento metálico, e o revestimento metálico é comprimido então no subconjunto para transferir a tensão do revestimento metálico diretamente à fibra óptica.

De acordo com um outro aspecto da presente invenção, é apresentado um sistema de detecção de tensão que compreende: um dispositivo de detecção de tensão que tem um subconjunto; pelo menos uma fibra óptica dentro do subconjunto; e um revestimento metálico que encerre a subconjunto, em que o revestimento metálico é acoplado por tensão ao subconjunto; assim como uma estrutura de interesse cuja tensão deve ser medida, em que o dispositivo de detecção de tensão é conectado à dita estrutura; e um sistema de

medição de tensão que mede a tensão no dispositivo de detecção de tensão, sendo que a tensão no dito dispositivo é utilizada para determinar a tensão na dita estrutura.

O sistema de detecção de tensão de acordo com o aspecto acima pode ter o dispositivo de detecção de tensão conectado à estrutura de interesse pelo revestimento metálico.

De acordo com um outro aspecto da presente invenção, é apresentado um método de previsão de falhas em uma estrutura, o qual compreende as etapas de: fixação do dispositivo de detecção de tensão, que tem um revestimento metálico acoplado por tensão, a uma estrutura de interesse, em que a tensão da dita estrutura deva ser medida; medição da tensão no dispositivo de detecção de tensão; e então a tensão no dispositivo é correlacionada à tensão na estrutura. Adicionalmente, o método de previsão de falhas em uma estrutura pode ter a tensão no dispositivo medida ao longo do comprimento da fibra óptica.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

As características e as vantagens acima e outras ainda da presente invenção tornar-se-ão mais aparentes a partir das realizações exemplificadoras detalhadas indicadas em seguida com referência aos desenhos anexos, nos quais:

a FIGURA 1 é uma vista seccional transversal de um dispositivo de detecção de tensão de acordo com uma realização exemplificadora da presente invenção; e

a FIGURA 2 é uma vista seccional transversal de um dispositivo de detecção de tensão de acordo com uma outra realização exemplificadora da presente invenção.

DESCRIÇÃO DETALHADA DE REALIZAÇÕES EXEMPLIFICADORAS DA INVENÇÃO

A presente invenção será descrita agora de maneira mais completa com referência aos desenhos anexos, nos quais

as realizações exemplificadoras da invenção são mostradas. As referências numéricas semelhantes nos desenhos denotam elementos semelhantes.

Com referência à FIGURA 1, é ilustrada uma vista seccional transversal de um dispositivo de detecção de tensão de acordo com uma realização exemplificadora da presente invenção. Nesta realização exemplificadora da invenção, o dispositivo de detecção de tensão está na forma de um cabo de detecção de tensão. O cabo de detecção de tensão da FIGURA 1 inclui um subconjunto 120 contendo fibras ópticas 160. A FIGURA 1 mostra sete fibras ópticas 160 dentro do subconjunto 120, mas um elemento versado na técnica irá compreender que qualquer número de fibras ópticas pode ser empregado. Por exemplo, a FIGURA 2 mostra o cabo de detecção de tensão em que somente uma única fibra óptica 250 é incluída dentro do subconjunto 220.

Na FIGURA 1, uma realização exemplificadora de um subconjunto 120 compreende uma camada interna 140 e um revestimento 130. Nesta realização exemplificadora, as fibras ópticas 160 são acopladas ao subconjunto 120 ao utilizar o material de acoplamento 150. O subconjunto 120 é encerrado dentro de um revestimento metálico 110, em que o revestimento metálico é acoplado por tensão ao subconjunto 120 por meio de atrito entre o revestimento metálico e o subconjunto. As fibras ópticas 160 são os elementos detectores de tensão. Desse modo, a tensão no revestimento metálico 110 se desloca através de todo o subconjunto 120 e é transferida às fibras ópticas 160 para medir apropriadamente a tensão.

O revestimento metálico da presente invenção deve ser suficientemente forte e resistente à corrosão, para poder suportar o ambiente adverso associado com a detecção da tensão. No entanto, ao mesmo tempo, o revestimento metálico deve poder transmitir a tensão através do subconjunto às

5 fibras ópticas, de modo que a tensão no revestimento metálico possa ser medida com precisão. Em uma realização exemplificadora da presente invenção, o revestimento metálico do dispositivo de detecção de tensão pode ser um tubo de metal. O aço inoxidável é um exemplo de um material que pode ser utilizado para o revestimento metálico, no entanto, a presente invenção não fica limitada ao aço inoxidável, e qualquer outro material que tenha as características consistentes com os critérios acima pode ser utilizado.

10 A medição da tensão no dispositivo de detecção de tensão pode ser executada ao utilizar sistemas de medição convencionais tais como as grades Fiber Bragg ou o refletômetro de domínio de tempo óptico Brillouin descritos acima.

15 O material de acoplamento 150 pode ser uma variedade de materiais incluindo materiais extrudados, materiais de cura térmica, materiais curados com ultravioleta, ou qualquer outro material que possa transmitir a tensão com precisão no subconjunto exterior à fibra óptica sem uma dissipação significativa da tensão. Alguns critérios que podem ser utilizados para selecionar o material apropriado devem ser a tensão esperada na estrutura de interesse, e a temperatura do ambiente onde o dispositivo de detecção de tensão deve ser utilizado. O material selecionado também deve ter que prover uma boa ligação entre os elementos do dispositivo de detecção de tensão para assegurar que, quando o revestimento metálico exterior for tensionado, a tensão seja transferida à fibra óptica através dos vários materiais. A clareza de sinais, tal como definido pela transferência perfeita da tensão do revestimento metálico à fibra óptica, pode ser afetada pelos materiais utilizados dentro do subconjunto.

30 A FIGURA 2 mostra um dispositivo de detecção de

tensão que compreende um subconjunto 220, que inclui um revestimento 230, a fibra óptica 250, e o material de acoplamento 240 que é utilizado para acoplar a fibra óptica 250 ao subconjunto 220. Nesta realização exemplificadora, a
5 camada interna do subconjunto 220 é removida. A decisão sobre a inclusão da camada interna do subconjunto na presente invenção fica a critério do usuário. Um dispositivo de detecção de tensão que não inclui a camada interna, por exemplo, reduz a complexidade de manufatura do dispositivo de
10 detecção de tensão. Um dispositivo de detecção de tensão que inclui uma camada interna, ou qualquer um dos componentes entre o revestimento metálico e a fibra, confere um acolchoamento entre a fibra óptica e o revestimento metálico, permitindo desse modo que a tensão do revestimento metálico
15 seja transferida à fibra óptica sem induzir uma perda óptica na fibra.

Em uma outra realização, somente um revestimento metálico e uma fibra óptica são empregados. O revestimento metálico é acoplado por tensão à fibra, ao empregar as
20 técnicas de acoplamento descritas abaixo. Nesta realização exemplificadora, o revestimento metálico deve ter a capacidade de transferir a tensão a fibra óptica sem induzir a perda óptica dentro da fibra e sem nenhuma estrutura de acolchoamento entre a fibra óptica e o revestimento metálico.

Em uma realização, o acoplamento da tensão entre o revestimento metálico e o subconjunto é obtido tal como segue. Um subconjunto 120 é provido, o qual tem um diâmetro externo que é maior do que um diâmetro interno do revestimento metálico 110. Quando o subconjunto 120 é
25 encerrado no revestimento metálico 110, que tem um diâmetro interno menor do que o diâmetro externo do subconjunto 120, o subconjunto 120 é comprimido e a tensão no revestimento metálico 110 é transferida através do subconjunto 120 às
30

fibras ópticas 160 devido ao atrito.

Especificamente, o revestimento metálico 110 irá esticar e comprimir em conjunto com a estrutura de interesse. Devido ao fato que o subconjunto 120 é acoplado ao revestimento metálico 110 por uma força de atrito, ele transfere a tensão do revestimento metálico, através do subconjunto e diretamente à fibra óptica 160. A tensão na fibra óptica 160 pode então ser medida ao utilizar uma ferramenta de medição da técnica correlata tal como descrito acima. A tensão no dispositivo óptico 160 pode então ser correlacionada à tensão na estrutura e uma falha potencial da estrutura pode ser prevista.

O subconjunto pode ser colocado dentro do revestimento metálico em uma variedade de maneiras, mas não fica limitado às maneiras descritas abaixo. Em uma realização exemplificadora, uma matriz de trefilação pode ser utilizada para reduzir o diâmetro de um tubo maior até o tamanho alvo do diâmetro do tubo final, criando desse modo o produto desejado. Alternativamente, o revestimento metálico pode ser aberto longitudinalmente e então fechado de volta depois da inserção do subconjunto. Em uma realização exemplificadora, onde o revestimento metálico é um tubo de metal, o tubo de metal pode ser manufaturado tal como descrito na patente européia n°. EP0299123.

Em uma outra realização, o subconjunto 120 pode ter um diâmetro externo que é menor do que o diâmetro interno do revestimento metálico 160. O subconjunto 120 é encerrado então no revestimento metálico 160. Em seguida, o revestimento metálico 160 pode ser comprimido entre dois rolos que são ajustados até uma abertura que provê a compressão desejada do revestimento metálico 160 no subconjunto 120. O nível real da compressão necessário é experimentalmente determinado e ainda depende dos materiais

utilizados para produzir o subconjunto e o revestimento metálico.

Em uma outra realização exemplificadora, o subconjunto 120 pode ter um diâmetro externo que é menor ou igual ao diâmetro interno do revestimento metálico 160. Neste exemplo, a fibra óptica pode ser coberta com um agente formador de espuma que se expande quando exposto a uma fonte de calor. Em tal caso, a fibra óptica, coberta com um agente formador de espuma, é encerrada no revestimento metálico. Em seguida, o subconjunto dentro do revestimento metálico deve ser exposto a uma fonte de calor para ativar o agente formador de espuma e acoplar por tensão os elementos uns aos outros.

O nível da compressão utilizado na manufatura do dispositivo de detecção de tensão é indicado em seguida como força de acoplamento. A força de acoplamento entre o revestimento metálico 110 e o subconjunto 120 está relacionada ao diâmetro do subconjunto 120 e ao diâmetro interno do revestimento metálico 110. Quanto maior o diâmetro do subconjunto 120, maior a força de acoplamento. A quantidade de força de acoplamento necessária para assegurar que a tensão no revestimento metálico 110 seja transferida para o subconjunto 120, e por sua vez às fibras ópticas 160, depende dos materiais utilizados na estrutura do dispositivo de detecção de tensão. Devido ao fato que uma força de acoplamento pode tensionar o subconjunto 120 durante o processo de manufatura, a força de acoplamento deve ser mantida a mais baixa possível, enquanto continua a transferência de tensão para as fibras ópticas 160. A quantidade apropriada de força de acoplamento pode ser determinada experimentalmente para tipos diferentes de materiais.

Em uma realização exemplificadora do dispositivo de

detecção de tensão, uma fibra óptica foi revestida primeiramente com silicone até 600 µm e em seguida com uma camisa de fluoreto de polivinilideno (PVDF) para formar o subconjunto. A fibra óptica coberta com silicone e PVDF, ou
5 o subconjunto, desta realização foi então encerrada dentro de um tubo de aço inoxidável que tem um diâmetro externo de 1,84 mm com um diâmetro interno de 1,44 mm. Os seguintes dados representam exemplos do acoplamento por tensão entre o revestimento metálico e o subconjunto da realização
10 exemplificadora descrito acima. Quando o diâmetro do PVDF era de 1,46 mm, a tensão resultante na fibra variou de 0,2 a 0,4%. Quando o diâmetro do PVDF era de 1,48 mm, a tensão resultante da fibra variou de 0,6 a 1,0%. Quando o diâmetro do PVDF era de 1,50 mm, a tensão resultante da fibra era de
15 1,5 a 2,0%. A variação na tensão entre o tubo de aço inoxidável e o subconjunto desta realização era devida às variações do diâmetro em torno de seu alvo nominal.

A determinação do nível inicial da tensão na fibra óptica será deixada a cargo do usuário. Se, por exemplo, o
20 dispositivo de detecção de tensão tiver a tensão positiva induzida pelo esforço ou pela temperatura, então o ponto inicial desejado deve consistir no fato de ter a fibra a um nível de tensão inicial mais baixo. Por outro lado, se o cabo tiver que apresentar compressão devido a exposições a uma
25 baixa temperatura baixa ou uma tensão negativa induzida pelo esforço, então um nível de tensão inicial mais elevado pode ser desejável.

A força do acoplamento deve ser pelo menos suficientemente grande para impedir o resvalamento das fibras
30 ópticas 160 dentro do subconjunto 120. Se a força de acoplamento do subconjunto 120 não for suficientemente grande, as fibras ópticas 160 dentro do subconjunto 120 irão deslizar, fazendo com que o dispositivo de detecção de tensão

produza resultados imprecisos. Adicionalmente, uma baixa força de acoplamento entre o revestimento metálico e a fibra óptica pode conduzir a uma dissipação da tensão na fibra, reduzindo desse modo a sensibilidade do dispositivo de
5 detecção de tensão.

Com o encerramento do subconjunto 120 dentro de um revestimento metálico 110, a resistência a danos químicos, à pressão e a danos mecânicos pode ser aumentada. Adicionalmente, em uma realização exemplificadora, o
10 revestimento metálico 110 pode ser diretamente unido à estrutura de interesse, diminuindo desse modo o efeito dos danos que afetam o método de fixação do dispositivo de detecção de tensão à estrutura de interesse. O revestimento metálico 110 permite que o método de fixação do dispositivo
15 de detecção de tensão à estrutura de interesse seja mais agressivo do que aquele que poderia ser aplicado se a fibra óptica sozinha fosse unida à estrutura, por exemplo, a retenção física do revestimento metálico à estrutura ou a utilização de um adesivo de resistência mais elevada para
20 unir o dispositivo à estrutura.

Adicionalmente, nas realizações onde o dispositivo de detecção de tensão é colocado, ou encaixado diretamente na estrutura, o revestimento metálico pode impedir que a integridade da fibra óptica seja comprometida, por exemplo,
25 nos casos onde o nível da tensão da estrutura aumenta, ou onde ocorre uma rachadura na estrutura.

Em uma realização exemplificadora da presente invenção, a fixação do dispositivo de detecção de tensão à estrutura de interesse pode induzir alguma tensão inicial na
30 estrutura. No entanto, esta tensão transforma-se na leitura da tensão da linha base para essa estrutura de interesse. Quando mede a tensão na estrutura do interesse, o usuário está interessado na mudança da tensão na estrutura, a qual

pode ser derivada. A correlação da tensão no dispositivo de detecção de tensão com a tensão na estrutura permite que o usuário prediga com precisão e preveja falhas na estrutura e execute ações antes de tal falha de modo a mitigar os danos que podem ocorrer.

A temperatura também tem um efeito na tensão do dispositivo de detecção de tensão e na estrutura. Desse modo, a temperatura é medida ao longo do comprimento da fibra ao utilizar técnicas convencionais para medir a temperatura, por exemplo, ao utilizar grades Fiber Bragg tal como descrito acima. Em seguida, a tensão devida à temperatura é separada da tensão devida à carga na estrutura para avaliar corretamente a condição da estrutura de interesse. A tensão devida à própria temperatura não será tipicamente de interesse significativo quando se trata de uma falha potencial de uma estrutura.

O próprio subconjunto pode ser produzido em uma variedade de maneiras, muitas das quais são comercialmente disponíveis. Estas envolvem o revestimento da fibra óptica desejada por uma combinação de extrusões, revestimentos de cura térmica ou de revestimentos curados com luz ultravioleta. Em uma realização exemplificadora, o subconjunto pode ser um subconjunto dielétrico. Adicionalmente, o controle do diâmetro no subconjunto tem um impacto direto na variabilidade da tensão no produto final, de modo que deve ser controlado tão rigidamente quanto possível dependendo do processo de manufatura selecionado. Uma vez que o subconjunto é formado, ele é encerrado no revestimento metálico.

Embora a realização exemplificadora da presente invenção tenha sido descrita, deve ser compreendido pelos elementos versados na técnica que a presente invenção não deve ficar limitada às realizações exemplificadoras

descritas, mas várias mudanças e modificações podem ser feitas dentro do caráter e do âmbito da presente invenção. Consequentemente, o âmbito da presente invenção não fica limitado à faixa descrita das seguintes reivindicações.

REIVINDICAÇÕES

1. DISPOSITIVO DE DETECÇÃO DE TENSÃO, caracterizado pelo fato de compreender:

um subconjunto;

5 pelo menos uma fibra óptica dentro do subconjunto;
um revestimento metálico que encerra o subconjunto, em que o revestimento metálico é acoplado por tensão ao subconjunto.

2. DISPOSITIVO DE DETECÇÃO DE TENSÃO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que um diâmetro externo do subconjunto é maior do que um diâmetro interno do revestimento metálico, e o subconjunto é comprimido para caber dentro do revestimento metálico, por meio do que a tensão é transferida do revestimento metálico a
15 pelo menos uma fibra óptica.

3. DISPOSITIVO DE DETECÇÃO DE TENSÃO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que um diâmetro externo do subconjunto é igual a um diâmetro interno do revestimento metálico, e o subconjunto é comprimido para
20 caber dentro do revestimento metálico, por meio do que a tensão é transferida do revestimento metálico a pelo menos uma fibra óptica.

4. DISPOSITIVO DE DETECÇÃO DE TENSÃO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que um diâmetro externo do subconjunto é menor do que um diâmetro interno do revestimento metálico, e o revestimento metálico é comprimido no subconjunto para transferir a tensão do revestimento metálico a pelo menos uma fibra óptica.

5. DISPOSITIVO DE DETECÇÃO DE TENSÃO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de compreender
30 adicionalmente um agente de expansão localizado entre o revestimento metálico e pelo menos uma fibra óptica, em que o agente da expansão é ativado para acoplar por tensão o

revestimento metálico a pelo menos uma fibra óptica.

5 6. DISPOSITIVO DE DETECÇÃO DE TENSÃO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de compreender adicionalmente material de acoplamento entre o subconjunto e a fibra óptica.

7. SISTEMA DE DETECÇÃO DE TENSÃO, caracterizado pelo fato de compreender:

um dispositivo de detecção de tensão que compreende:

10 um subconjunto;

pelo menos uma fibra óptica dentro do subconjunto;

um revestimento metálico que encerra o subconjunto, em que o revestimento metálico é acoplado por tensão ao subconjunto;

15 uma estrutura de interesse cuja tensão deve ser medida, em que o dispositivo de detecção de tensão é conectado à dita estrutura; e

um sistema de medição da tensão que mede a tensão no dispositivo de detecção de tensão,

20 em que a tensão medida no dito dispositivo de detecção de tensão é utilizada na determinação da tensão na dita estrutura.

8. SISTEMA DE DETECÇÃO DE TENSÃO, de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que o dispositivo de detecção de tensão é conectado à estrutura de interesse pelo revestimento metálico.

9. SISTEMA DE DETECÇÃO DE TENSÃO, de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que o sistema de medição da tensão elimina o erro na medição da tensão causado pela temperatura.

30 10. SISTEMA DE DETECÇÃO DE TENSÃO, de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que a tensão no dispositivo é medida ao longo de pelo menos uma fibra óptica

em uma direção do comprimento.

11. SISTEMA DE DETECÇÃO DE TENSÃO, de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que a tensão no revestimento metálico do dispositivo de detecção de tensão é transferida a pelo menos uma fibra óptica do dispositivo de

5 detecção de tensão.

12. SISTEMA DE DETECÇÃO DE TENSÃO, de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que o dispositivo de detecção de tensão também compreende material de acoplamento entre o subconjunto e pelo menos uma fibra

10 óptica.

13. MÉTODO DE PREVISÃO DE FALHAS EM UMA ESTRUTURA, caracterizado pelo fato de compreender as etapas de:

fixação do dispositivo de detecção de tensão de acordo com a reivindicação 1 a uma estrutura de interesse, em que a tensão da dita estrutura deve ser medida;

15

medição da tensão no dispositivo de detecção de tensão; e

correlação da tensão no dispositivo com a tensão na estrutura.

20

14. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de que a tensão no dispositivo é medida ao longo da fibra óptica em uma direção do comprimento.

25 15. MÉTODO DE MANUFATURA DE UM DISPOSITIVO DE DETECÇÃO DE TENSÃO, caracterizado pelo fato de compreender:

o arranjo de pelo menos uma fibra dentro de um subconjunto; e

o encerramento do subconjunto dentro de um revestimento metálico, de uma maneira tal que o revestimento metálico é acoplado por tensão ao subconjunto.

30

16. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato de que um diâmetro externo do

subconjunto é maior do que um diâmetro interno do revestimento metálico, e compreende adicionalmente a compressão do subconjunto para caber dentro do revestimento metálico de modo a transferir a tensão do revestimento metálico para a fibra óptica.

17. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato de que um diâmetro externo do subconjunto é igual a um diâmetro interno do revestimento metálico, e compreende adicionalmente a compressão do subconjunto para caber dentro do revestimento metálico de modo a transferir a tensão do revestimento metálico para a fibra óptica.

18. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato de que um diâmetro externo do subconjunto é menor do que um diâmetro interno do revestimento metálico, e compreende adicionalmente a compressão do revestimento metálico no subconjunto de modo a transferir a tensão do revestimento metálico para a fibra óptica.

19. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato de compreender adicionalmente a colocação de um agente de expansão entre o revestimento metálico e pelo menos uma fibra óptica, e a ativação do agente de expansão para acoplar por tensão o revestimento metálico a pelo menos uma fibra óptica.

20. DISPOSITIVO DE DETECÇÃO DE TENSÃO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que um diâmetro externo inicial do subconjunto é maior do que um diâmetro interno do revestimento metálico, e o subconjunto dentro do revestimento de metal se encontra em um estado comprimido.

21. DISPOSITIVO DE DETECÇÃO DE TENSÃO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que um

diâmetro externo inicial do subconjunto é igual a um diâmetro interno do revestimento metálico, e o subconjunto dentro do revestimento de metal se encontra em um estado comprimido.

22. DISPOSITIVO DE DETECÇÃO DE TENSÃO, de acordo
5 com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que um diâmetro externo do subconjunto é menor do que um diâmetro interno inicial do revestimento metálico, e o revestimento de metal encerra o subconjunto em um estado comprimido.

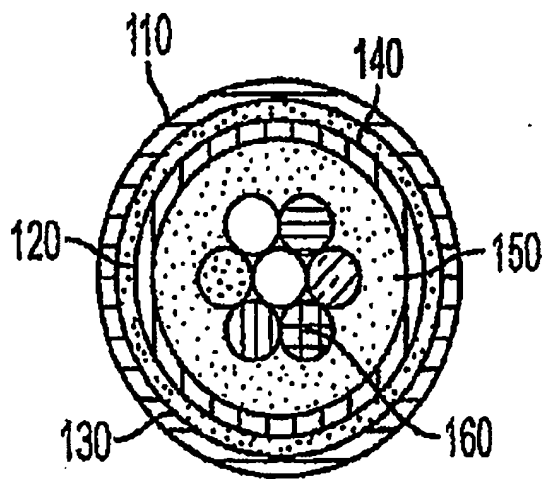


FIG. 1

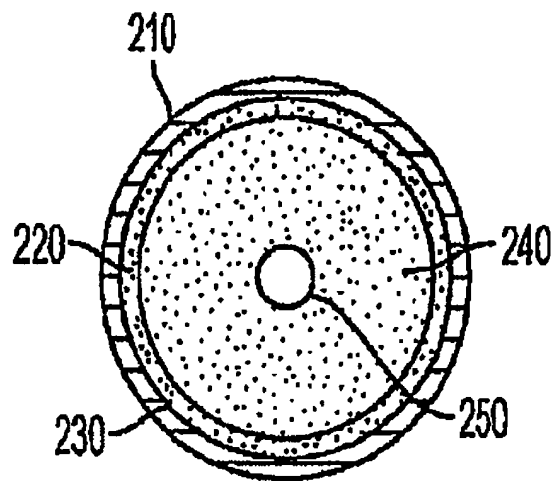


FIG. 2

RESUMO

DISPOSITIVO DE DETECÇÃO DE TENSÃO, SISTEMA DE
DETECÇÃO DE TENSÃO, MÉTODO DE PREVISÃO DE FALHAS EM UMA
ESTRUTURA E MÉTODO DE MANUFATURA DE UM DISPOSITIVO DE
5 DETECÇÃO DE TENSÃO

Trata-se de um dispositivo de detecção de tensão
que tem um subconjunto com pelo menos uma fibra óptica no
mesmo, e um revestimento metálico que encerra o subconjunto.
O revestimento metálico é acoplado sob ao subconjunto. Um
10 sistema e um método de detecção de tensão para a previsão de
falhas em uma estrutura são apresentados. O sistema e o
método de detecção de tensão para a previsão de falhas em uma
estrutura utilizam a tensão no dispositivo de detecção de
tensão para calcular a tensão em uma estrutura de interesse.