



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

(21) **PI1001090-4 A2**



* B R P I 1 0 0 1 0 9 0 A 2 *

(22) Data de Depósito: 22/04/2010
(43) Data da Publicação: 22/03/2011
(RPI 2098)

(51) *Int.Cl.:*
D21F 3/06
D21F 3/08
D21G 1/02
G01L 1/16

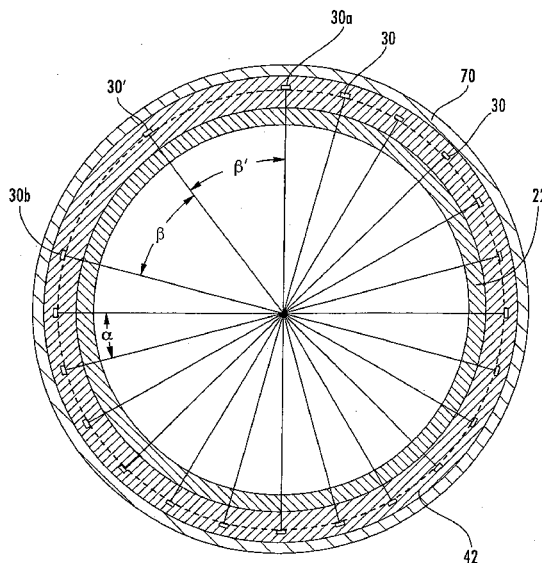
(54) Título: **CILINDRO INDUSTRIAL, E, MÉTODOS PARA MEDIR A PRESSÃO EXPERIMENTADA POR UM CILINDRO INDUSTRIAL, E PARA DETERMINAR A DIREÇÃO DE ROTAÇÃO DE UM CILINDRO INDUSTRIAL**

(30) Prioridade Unionista: 22/06/2009 US 12/488753

(73) Titular(es): Stowe Woodward, L.L.C.

(72) Inventor(es): Kisang Pak

(57) Resumo: CILINDRO INDUSTRIAL, E, METODOS PARA MEDIR A PRESSÃO EXPERIMENTADA POR UM CILINDRO INDUSTRIAL, E PARA DETERMINAR A DIREÇÃO DE ROTAÇÃO DE UM CILINDRO INDUSTRIAL Um cilindro industrial inclui: um núcleo substancialmente cilíndrico tendo uma superfície externa; uma cobertura polimérica recobrendo circunferencialmente a superfície externa do núcleo; e um sistema de sensores. O sistema de sensores compreende: uma pluralidade de sensores embutidos na cobertura, os sensores configurados para detectar um parâmetro operacional do cilindro e para prover sinais representativos do parâmetro operacional, onde um, da pluralidade de sensores, é um sensor de rastreamento e os sensores restantes sendo sensores não rastreadores; e um processador associado operacionalmente aos sensores, que processa os sinais providos pelos sensores. Os sensores são arranjados a uma distância radial substancialmente igual da superfície externa do núcleo, de modo que definam um círculo, quando vistos de uma extremidade do cilindro. Cada um dos sensores não rastreador é arranjado adicionalmente a uma primeira distância angular substancialmente igual de seus sensores não rastreadores vizinhos imediatos, dois sensores não rastreadores mais extremos definindo um vão angular. O sensor de rastreamento é disposto no vão angular, de modo que uma segunda distância angular definida pelo sensor de rastreamento e qualquer um dos sensores mais extremos difira da primeira distância angular. Nesta configuração, o sistema de sensores pode identificar de qual sensor os sinais foram gerados sem um gerador disparador de sinal ou um acelerômetro.





“CILINDRO INDUSTRIAL, E, MÉTODOS PARA MEDIR A PRESSÃO EXPERIMENTADA POR UM CILINDRO INDUSTRIAL, E PARA DETERMINAR A DIREÇÃO DE ROTAÇÃO DE UM CILINDRO INDUSTRIAL”

5 Campo da invenção

A presente invenção refere-se geralmente a cilindros industriais e, mais particularmente, a cilindros para a fabricação de papel.

Fundamentos da invenção

10 Em um processo típico de fabricação de papel, uma pasta viscosa ou suspensão em água de fibras celulósicas (conhecida como "carga" de papel) é alimentada sobre o topo de uma correia sem-fim de tela de arame e/ou material sintético que se desloca entre dois ou mais cilindros. A correia, referida frequentemente como um "tecido de formação" provê uma superfície de fabricação de papel sobre a superfície superior de seu lado de cima, que
15 opera como um filtro para separar as fibras celulósicas da carga de papel do meio aquoso, formando, desse modo, um cilindro de papel úmido. O meio aquoso é drenado através de aberturas de malha do tecido de formação, conhecidas como furos de drenagem, por gravidade ou vácuo, localizados na superfície inferior do lado de cima (ou seja, o "lado da máquina") do tecido.

20 Após sair da seção de formação, o cilindro de papel de impressora é transferido para uma seção de prensa da máquina de papel, onde é passado através de espaços reduzidos entre os cilindros de uma ou mais prensas (frequentemente prensas cilíndricas) recobertos com outro tecido, referido tipicamente como um "feltro de prensa." A pressão das prensas
25 remove a umidade adicional do cilindro de papel; a remoção da umidade sendo frequentemente realçada pela presença de uma camada "isolante" de feltro da prensa. O papel é transferido, a seguir, para uma seção de secagem para remoção adicional da umidade. Após a secagem, o papel está pronto para processamento secundário e empacotamento.

Cilindros cilíndricos são utilizados tipicamente em diferentes seções de uma máquina de fabricação de papel, como a seção de prensa. Estes cilindros residem e operam em ambientes severos nos quais podem ser expostos a cargas dinâmicas e temperaturas elevadas e a agentes químicos agressivos ou corrosivos. Como um exemplo, em um moinho de papel típico, os cilindros são usados não apenas para transportar a folha do cilindro de papel fibroso entre estações de processamento, mas também, no caso da seção de prensa e cilindros de calandragem, para processar a folha a própria folha do cilindro de papel, em papel.

Os cilindros usados na fabricação de papel são construídos tipicamente com a localização dentro da máquina de fabricação de papel em mente, uma vez que, cilindros residindo em diferentes posições dentro das máquinas de fabricação de papel são necessários para executar diferentes funções. Devido aos cilindros para a fabricação de papel poderem ter muitas exigências de desempenho diferentes, e devido substituir um cilindro metálico inteiro poder ser muito caro, muitos cilindros para fabricação de papel incluem uma cobertura polimérica que envolve a superfície circunferencial de um núcleo tipicamente metálico. Variando o material empregado na cobertura, o projetista da cobertura pode prover ao cilindro as diferentes características de desempenho que a aplicação de fabricação de papel demanda. Além disso, reparar, remoer ou substituir uma cobertura sobre um cilindro metálico pode ser consideravelmente mais barato do que a substituição de um cilindro metálico completo. Materiais poliméricos exemplificativos para as coberturas incluem borracha natural, borrachas sintéticas, como neopreno, estireno-butadieno (SBR), borracha de nitrilo, polietileno clorossulfonado ("CSPE" - também conhecido pelo nome comercial HYPALON® da Du Pont), EDPM (nome dado a um terpolímero de etileno-propileno formado de etileno-propileno dieno monômero), poliuretano, compostos termocurados, e compostos termoplásticos.

Em muitos casos, a cobertura do cilindro incluirá pelo menos duas camadas distintas: uma camada de base que recobre o núcleo e provê uma ligação para o mesmo e uma camada de carga de topo que recobre e se liga à camada de base e serve como a superfície externa do cilindro (alguns cilindros igualmente incluirão uma camada “intermediária” ensanduichada pelas camadas de base e de carga de topo). As camadas para estes materiais são selecionadas tipicamente para prover a cobertura com um conjunto prescrito de propriedades físicas para a operação. Estas podem incluir os requisitos dureza, módulo elástico, e resistência à temperatura elevada, à água e aos produtos químicos hostis, para suportar o ambiente de fabricação de papel. Além disso, as coberturas são projetadas tipicamente para terem uma dureza superficial predeterminada apropriada para o processo que devem executar, e elas exigem, tipicamente, que a folha de papel "seja liberada" da cobertura sem dano à folha de papel. Além disso, para ser econômica, a cobertura deve ser resistente à abrasão e ao desgaste.

À medida que o cilindro de papel é transportado através de uma máquina de fabricação de papel, pode ser muito importante compreender o perfil da pressão experimentado pelo cilindro de papel. Variações na pressão podem impactar a quantidade de água drenada do cilindro de papel, o que pode afetar o teor de umidade final da folha, espessura, e outras propriedades. A magnitude da pressão aplicada com um cilindro pode, conseqüentemente, impactar a qualidade do papel produzido com a máquina de papel.

É conhecido incluir sensores de pressão e/ou de temperatura na cobertura de um cilindro industrial. Por exemplo, a patente US 5.699.729 de Moschel et al., descreve um cilindro com fios dispostos em espiral que incluem uma pluralidade de sensores de pressão embutidos na cobertura polimérica do cilindro. Os sensores são dispostos em espiral de modo a prover leituras de pressão em localizações axiais diferentes ao longo do comprimento

do cilindro. Tipicamente, os sensores são conectados a dois fios ou a uma fibra ótica que transmitem sinais do sensor para um processador que processa os sinais e provê informação sobre a pressão e a posição.

5 Devido aos múltiplos sensores serem acoplados aos dois fios comuns ou à fibra, os sinais dos diferentes sensores se deslocam ao longo dos mesmos fios ou fibra. Conseqüentemente, o processador deve ter alguma maneira de distinguir qual sensor produziu um sinal particular; caso contrário, o processador não reconhecerá a posição axial do sensor que proveu o sinal. Uma técnica comum é o uso de um sinal de um "disparador" que alerta o
10 processador a cada revolução do cilindro. Esta técnica, descrita na patente US 5.699.729, *supra*, emprega um gerador de sinal de disparador que provê um sinal todas as vezes que uma posição particular sobre o cilindro passa por uma posição particular. Entretanto, esta técnica exige o equipamento para produzir e decifrar o sinal do disparador. Outra técnica emprega um acelerômetro
15 montado no cilindro para determinar a orientação do cilindro. Esta técnica igualmente exige equipamento adicional e capacidade de rastreamento. Pode ser desejável prover uma técnica alternativa para monitorar a posição do sensor.

Sumário da invenção

20 A presente invenção pode corrigir alguns dos problemas provocados pelos cilindros industriais anteriores. Como um primeiro aspecto, modos de realização da presente invenção são direcionados para um cilindro industrial compreendendo: um núcleo substancialmente cilíndrico tendo uma superfície externa; uma cobertura polimérica recobrando circunferencialmente
25 a superfície externa do núcleo; e um sistema de sensoreamento. O sistema de sensoreamento compreende: uma pluralidade de sensores embutidos na cobertura, os sensores configurados para detectar um parâmetro operacional do cilindro e para prover sinais representativos do parâmetro operacional, onde um, da pluralidade de sensores, é um sensor de rastreamento e os

sensores restantes não sendo sensores de rastreamento; e um processador associado operacionalmente aos sensores, que processa os sinais providos pelos sensores. Os sensores são arranjados a uma distância radial substancialmente igual da superfície externa do núcleo, de modo que definam um círculo, quando vistos de uma extremidade do cilindro. Cada um dos sensores não rastreador é arranjado adicionalmente a uma primeira distância angular substancialmente igual de seus sensores não rastreadores vizinhos imediatos, dois sensores não rastreadores mais extremos definindo um vão angular. O sensor de rastreamento é disposto no vão angular, de modo que, uma segunda distância angular definida pelo sensor de rastreamento e por qualquer um dos sensores mais extremos, difira da primeira distância angular. Nesta configuração, o sistema de sensoreamento pode identificar de qual sensor os sinais foram gerados sem um gerador de sinal disparador ou um acelerômetro.

Como um segundo aspecto, modos de realização da presente invenção são direcionados para um método para medir a pressão experimentada por um cilindro industrial. O método começa com: (a) o provimento de um cilindro industrial, compreendendo: um núcleo substancialmente cilíndrico tendo uma superfície externa; uma cobertura polimérica recobrando circunferencialmente a superfície externa do núcleo; e um sistema de sensoreamento. O sistema de sensoreamento compreende: uma pluralidade de sensores embutidos na cobertura, os sensores configurados para detectar pressão e prover sinais representativos da pressão, onde um, da pluralidade de sensores, é um sensor de rastreamento e os sensores restantes não sendo sensores de rastreamento; e um processador associado operacionalmente aos sensores, que processa os sinais providos pelos sensores. Os sensores são arranjados a uma distância radial substancialmente igual da superfície externa do núcleo, de modo que definam um círculo, quando vistos de uma extremidade do cilindro. Cada um dos sensores não

rastreador é arranjado adicionalmente a uma primeira distância angular substancialmente igual de seus sensores não rastreadores vizinhos imediatos, dois sensores não rastreadores mais extremos definindo um vão angular. O sensor de rastreamento é disposto no vão angular, de modo que uma segunda
5 distância angular, definida pelo sensor de rastreamento e por qualquer um dos sensores mais extremos, difira da primeira distância angular. O método continua com: (b) o giro do cilindro para expor cada um dos sensores às condições de pressão; (c) transmitir sinais gerados pelos sensores, dos sensores para um processador; (d) identificar os sinais do sensor de
10 rastreamento baseado na duração entre os sinais; e (e) identificar o sensor do qual cada sinal se originou baseado na identificação do sensor de rastreamento.

Como um terceiro aspecto, modos de realização da presente invenção são direcionados para um método para medir a pressão
15 experimentada por um cilindro industrial. O método começa com: (a) o provimento de um cilindro industrial, compreendendo: um núcleo substancialmente cilíndrico tendo uma superfície externa; uma cobertura polimérica recobrendo circunferencialmente a superfície externa do núcleo; e um sistema de sensoreamento compreendendo: uma pluralidade de sensores
20 embutidos na cobertura, os sensores configurados para detectar a pressão do cilindro e prover sinais representativos da pressão, onde um, da pluralidade de sensores, é um sensor de rastreamento e os sensores restantes não sendo sensores de rastreamento; e um processador associado operacionalmente aos sensores, que processa os sinais providos pelos sensores. Os sensores são
25 arranjados a uma distância radial substancialmente igual da superfície externa do núcleo, de modo que definam um círculo, quando vistos de uma extremidade do cilindro. O sensor de rastreamento é disposto a uma distância angular de pelo menos um de seus sensores vizinhos imediatos que difira de uma distância angular entre qualquer outro sensor não rastreador e seus

sensores não rastreadores vizinhos. O método continua com: (b) o giro do cilindro para expor cada um dos sensores às condições de pressão; (c) transmitir sinais gerados pelos sensores, dos sensores para um processador; (d) identificar os sinais do sensor de rastreamento baseado na duração entre os sinais; e (e) identificar o sensor do qual cada sinal se originou baseado na identificação do sensor de rastreamento.

Como um quarto aspecto, modos de realização da presente invenção são direcionados para um método para determinar a direção de rotação de um cilindro industrial. O método começa com (a) o provimento de um cilindro industrial, compreendendo: um núcleo substancialmente cilíndrico tendo uma superfície externa; uma cobertura polimérica recobrendo circunferencialmente a superfície externa do núcleo; e um sistema de sensoreamento compreendendo: uma pluralidade de sensores embutidos na cobertura, os sensores configurados para detectar a pressão do cilindro e prover sinais representativos da pressão, onde um, da pluralidade de sensores, é um sensor de rastreamento e os sensores restantes não sendo sensores de rastreamento; e um processador associado operacionalmente aos sensores, que processa os sinais providos pelos sensores. Os sensores são arrançados a uma distância radial substancialmente igual da superfície externa do núcleo, de modo que definam um círculo, quando vistos de uma extremidade do cilindro. O método continua com: (b) o giro do cilindro para expor cada um dos sensores às condições de pressão; (c) transmitir sinais gerados pelos sensores, dos sensores para um processador; (d) identificar os sinais do sensor de rastreamento baseado na duração entre os sinais; e (e) identificar a direção de rotação do cilindro baseado na sequencia relativa de sinais transmitidos pelos primeiro e segundo sensores.

Descrição resumida das figuras

A Figura 1 é um padrão de um cilindro e sistema da detecção da presente invenção.

A Figura 2 é uma vista terminal do cilindro e sistema da detecção da Figura 1 mostrando o espaçamento circunferencial dos sensores.

A Figura 3 é uma vista padrão em perspectiva da camada de base externa sendo aplicada sobre a camada de base interna, cabos e sensores do cilindro da Figura 1.

A Figura 4 é uma vista padrão em perspectiva da camada de carga de topo sendo aplicada sobre a camada de base externa da Figura 3.

Descrição detalhada de modos de realização da invenção

A presente invenção será descrita mais particularmente, a seguir, pela referência aos desenhos anexos. A invenção não é pretendida para ser limitada aos modos de realização ilustrados; mais exatamente, estes modos de realização são pretendidos para revelar total e completamente a invenção àqueles experientes na técnica. Por todos os desenhos, números iguais se referem a elementos iguais. Espessuras e dimensões de alguns componentes podem estar exageradas para maior clareza.

Funções ou construções bem conhecidas podem não estar descritas em detalhe para a brevidade e/ou clareza.

A menos que definidos de outra maneira, todos os termos técnicos e científicos aqui usados têm o mesmo significado como normalmente compreendidos por alguém com experiência normal na técnica à qual esta invenção pertence. A terminologia aqui usada na descrição da invenção tem por finalidade descrever apenas modos de realização particulares e não é pretendida para ser limitativa da invenção. Como usadas na descrição da invenção e nas reivindicações anexas, as formas no singular de "um(a)", e de "o(a)" são pretendidas para incluir, também, as formas no plural, a menos que o contexto indique, claramente, de outra maneira. Como usado aqui, o termo "e/ou" inclui alguma e todas as combinações de uns ou mais dos itens listados associados. Onde usados, os termos "fixado", "conectado", "interconectado", "contatando", "acoplado", "montado,"

"recobrando" e similares podem significar acoplamento ou contato direto ou indireto entre elementos, a menos que indicado de outra maneira.

Com referência agora às Figuras, um cilindro, designado amplamente por 20, é ilustrado na Figura 1. O cilindro 20 inclui uma concha cilíndrica vazada ou o núcleo 22 (ver Figura 2) e uma cobertura 24 (formada tipicamente por um ou mais materiais poliméricos) que envolve o núcleo 22. Um sistema de sensoreamento 26 para detectar a pressão inclui um par de fios elétricos 28a, 28b e uma pluralidade de sensores de pressão 30, cada um deles embutido na cobertura 24. Como usado aqui, um sensor estando "embutido" na cobertura significa que o sensor está contido inteiramente dentro da cobertura, e um sensor estando "embutido" em uma camada particular ou conjunto de camadas da cobertura significa que o sensor está contido inteiramente dentro dessa camada ou do conjunto de camadas. O sistema de sensoreamento 26 também inclui um processador 32 que processa os sinais produzidos pelos sensores piezoelétricos 30.

O núcleo 22 é formado tipicamente de um material metálico, como aço ou ferro fundido. O núcleo 22 pode ser sólido ou vazado e, caso vazado, pode incluir dispositivos que podem variar a pressão ou o perfil do cilindro.

A cobertura 24 pode tomar qualquer forma e pode ser formada de qualquer material polimérico e/ou elastomérico, reconhecido por aqueles experientes na técnica, como apropriado para uso com um cilindro. Materiais exemplificativos incluem a borracha natural, borrachas sintéticas, como neopreno, estireno-butadieno (SBR), borracha de nitrilo, polietileno clorossulfonado ("CSPE" - igualmente conhecido sob o nome comercial HYPALON), EDPM (nome dado a um terpolímero de etileno-propileno formado de etileno-propileno dieno monômero), cola epóxi, e poliuretano. A cobertura 24 também pode incluir materiais de reforço e de carregamento, aditivos, e similares. Materiais adicionais exemplificativos são explicados nas

patentes US 6.328.681, de Stephens, 6.375.602, de Jones, e 6.981.935, de Gustafson, cujas apresentações estão aqui incorporadas, em suas totalidades.

Em muitos casos, a cobertura 24 compreenderá camadas múltiplas. As Figuras 3 e 4 ilustram a aplicação de uma camada de base interna 42a, uma camada de base externa 42b e uma camada de carga de topo 70; camadas adicionais, como uma camada de "ligação" entre as camadas de base externa e de carga de topo 42b, 70 e, uma camada adesiva entre a concha 22 e a camada de base interna 42a, também pode ser incluída.

Com referência, novamente, à Figura 1, os sensores 30 do sistema de sensoreamento 26 podem ser de qualquer modelo ou forma reconhecida por aqueles experientes nesta técnica como sendo apropriados para detectar a pressão, incluindo sensores piezoelétricos, sensores óticos e similares. Sensores exemplificativos são explicados nas patentes US 5.699.729, de Moschel et al.; 5.562.027, de Moore; 6.981.935, de Gustafson; e 6.429.421, de Meller; e nas Publicações de Patente US 2005/0261115, de Moore e 2006024872, de Gustafson, cujas apresentações estão aqui incorporadas pela referência. Sensores piezoelétricos podem incluir qualquer dispositivo que exiba piezoeletricidade quando submetidos a mudanças na pressão, temperatura, ou em outros parâmetros físicos. "Piezoeletricidade" é definida como a geração de eletricidade ou de polaridade elétrica em cristais dielétricos submetidos à tensão mecânica, ou outra, a magnitude desta eletricidade ou polaridade elétrica sendo suficiente para distingui-la do ruído elétrico. Sensores piezoelétricos exemplificativos incluem sensores piezoelétricos formados de cerâmica piezoelétrica, como de titanato-zirconato-chumbo tipo PZT, quartzo, quartzo sintético, turmalina, ortofosfato de gálio, CGG ($\text{Ca}_3\text{Ga}_2\text{Ge}_4\text{O}_{14}$), niobato de lítio, tantalita de lítio, sal de Rochelle, e sulfato de lítio monohidratado. Em particular, o material do sensor pode ter uma temperatura de Curie acima de $176,67^\circ\text{C}$ e, em alguns casos, $315,56^\circ\text{C}$, que pode permitir a detecção precisa nas temperaturas

frequentemente experimentadas por cilindros em ambientes de fabricação de papel. Uma dimensão externa típica do sensor 30 (isto é, comprimento, largura, diâmetro, etc.) está entre, aproximadamente, 2mm e 20mm, e uma espessura típica do sensor 30 está entre, aproximadamente, 0,05mm e 5,08mm.

No modo de realização ilustrado, os sensores 30 são em forma de placas, ou seja, quadrados e planos; entretanto, outras formas de sensores e/ou de orifícios também podem ser apropriadas. Por exemplo, os próprios sensores 30 podem ser retangulares, circulares, anulares, triangulares, ovais, sextavados, octogonais, ou similares. Além disso, os sensores 30 podem ser sólidos, ou podem incluir um orifício interno ou externo (ou seja, o orifício pode ter um perímetro fechado, ou o orifício pode ser de extremidade aberta, de modo que o sensor 30 tenha uma forma de "U" ou de "C"). Ver, por exemplo, a Publicação de Patente. US 20060248723, de Gustafson, cuja apresentação está aqui totalmente incorporada.

Voltando agora à Figura 2, os sensores 30 são distribuídos ao redor da circunferência do cilindro 20 a uma distância radial substancialmente igual do centro do núcleo 22, de modo que definam um círculo C e, como mostrado na Figura 1, os sensores 30 estão espaçados axialmente uns dos outros ao longo do comprimento do cilindro 20, tipicamente a intervalos substancialmente iguais. Os sensores 30 também são arrançados de modo que todos os sensores, menos um (referido aqui como o sensor de rastreamento 30'), sejam, de modo geral, espaçados uniformemente circunferencialmente uns dos outros, quando visto da extremidade do cilindro 20, como na Figura 2. No modo de realização ilustrado, os sensores não rastreadores 30 estão separados de seus sensores vizinhos imediatamente adjacentes 30 por uma distância angular α de 15 graus, mas outras distâncias angulares de separação podem ser empregadas. Um vão angular é formado pelos dois sensores "os mais extremos" 30a, 30b (ou seja, sensores não rastreadores tendo apenas um

sensor não rastreador como vizinho imediato, portanto, eles sendo "os mais extremos" no sentido de formarem as extremidades do arco definido pelos sensores não rastreadores 30 ao longo do círculo C).

Ainda com referência à Figura 2, o sensor de rastreamento 30' está espaçado de seus vizinhos imediatos, os sensores mais extremos 30a, 30b, por uma distância angular β que: (a) difere da distância angular α entre os outros sensores 30, e (b) igualmente difere duas vezes da distância angular α entre os outros sensores 30. No modo de realização ilustrado, o sensor de rastreamento 30' está separado dos sensores mais extremos 30a e 30b por uma distância angular de 37,5 graus. Neste exemplo, pode ser visto que a distância angular β , de 37,5 graus, difere tanto da distância angular α de 15 graus quanto de duas vezes o valor de α (30 graus). O significado destas relações angulares está explicado abaixo em detalhe.

Com referência, novamente, à Figura 1, os fios 28a, 28b do sistema de sensoreamento 26 podem ser quaisquer membros portadores de sinal reconhecidos por aqueles experientes nesta técnica como sendo apropriados para a passagem de sinais elétricos em um cilindro. Em alguns modos de realização, o fio 28a passa debaixo de cada sensor 30 sobre uma borda transversal do mesmo, e o fio 28b passa acima de cada sensor 30 sobre uma borda transversal, oposta diametralmente, do mesmo. Alternativamente, os fios podem ser posicionados sobre a mesma superfície do sensor 30. Como outra alternativa, o sensor 30 pode ter "asas" se estendendo radialmente para fora a partir da borda do sensor que contata os fios.

Com referência, mais uma vez mais, à Figura 1, o sistema de sensoreamento 26 inclui um multiplexador ou outro dispositivo coletor de dados 31, montado na extremidade do cilindro 20. O multiplexador 31 recebe e coleta sinais dos sensores 30 e os transmite para um processador 32. O processador 32 é tipicamente um computador pessoal ou um dispositivo de troca de dados similar, como o sistema de controle distributivo de um moinho

de papel, que esteja operacionalmente associado aos sensores 30 e que possa processar sinais dos sensores 30 em informação útil, de fácil compreensão. Em alguns modos de realização, um modo de comunicação sem fio, como sinalização de RF, é usado para transmitir os dados coletados dos sensores 30, do multiplexador 31 para o processador 32. Outras configurações alternativas incluem conectores de anel rotativo que permitem que sinais sejam transmitidos pelos sensores 30 para o processador 32. Unidades de processamento exemplificativas apropriadas são explicadas nas patentes US 5.562.027 e 7.392.715, de Moore e 6.752.908, de Gustafson et al., cujas apresentações estão aqui incorporadas em suas totalidades.

O cilindro 20 pode ser fabricado da maneira descrita, por exemplo, na Publicação de Patente pendente US 2005/0261115, cuja apresentação está aqui incorporada em sua totalidade. Neste método, inicialmente, o núcleo 22 é recoberto com uma porção da cobertura 24 (como a camada de base interna 42a). A camada de base interna 42a pode ser aplicada com um bocal de extrusão 40, embora a camada de base interna 42a possa ser aplicada por outras técnicas conhecidas daqueles experientes nesta técnica. A camada de base interna 42a é formada tipicamente da borracha ou de materiais de compósitos baseados em epóxi e tem uma espessura entre, aproximadamente, 0,76 e 8,89mm.

Após a formação da camada de base interna 42a, os fios 28a, 28b e os sensores 30 do sistema de sensor 26 são instalados (Figura 3). Uma vez os sensores 30 nas posições desejadas, eles podem ser aderidos no lugar. Isto pode ser executado por qualquer técnica conhecida daqueles experientes nesta técnica; uma técnica exemplificativa é a ligação adesiva.

Com referência, outra vez, à Figura 3, uma vez os sensores 30 e as ligações 28a, 28b posicionados e afixados à camada de base interna 42a, o restante da camada de base 42 (ou seja, a camada de base externa 42b) é aplicada. A Figura 3 ilustra a aplicação da camada de base externa 42b via um

bocal de extrusão 52, embora aqueles experientes nesta técnica apreciem que a aplicação da camada de base externa 42b pode ser executada por qualquer técnica reconhecida como sendo apropriada para tal aplicação. Em um cilindro típico, a camada de base externa 42b é formada de borracha ou de materiais de compósitos baseados em epóxi e tem uma espessura entre, aproximadamente, 0,76 e 8,89mm, de modo que os sensores 30 fiquem embutidos na camada de base 42. Além disso, tipicamente, a camada de base externa 42a será formada do mesmo material que o da camada de base interna 42a.

10 Como observado acima, a presente invenção é pretendida para incluir cilindros tendo coberturas que incluam apenas uma camada de base e a camada de carga de topo, bem como, cilindros tendo coberturas com camadas intermediárias adicionais. Quaisquer camadas intermediárias seriam aplicadas sobre a camada de base externa 42b antes da aplicação da camada de carga de topo 70.

15 Voltando agora à Figura 4, a camada de carga de topo 70 é aplicada sobre a camada de base externa 42b. A camada de carga de topo 70 é formada tipicamente da borracha ou poliuretano, e pode ser aplicada através de qualquer técnica conhecida daqueles experientes nesta técnica como sendo apropriada para a aplicação de uma camada polimérica, embora a Figura 4 ilustre a aplicação através de um bocal de extrusão 72. A camada de carga de topo 70 é tipicamente um material polimérico que tenha uma dureza que seja menor do que àquela da camada de base 42. A camada de carga de topo 70 tem normalmente entre, aproximadamente, 5,08 e 101,60mm de espessura. A aplicação da camada de carga de topo 70 é seguida pela cura, cujas técnicas são bem conhecidas daqueles experientes nesta técnica e não precisam ser descritas aqui em detalhe.

25 O cilindro terminado 20 e a cobertura 24 podem então ser usados dentro, por exemplo, de uma máquina de fabricação de papel. Em

alguns modos de realização, o cilindro 20 é parte de uma prensa do estreitamento de cilindros, onde outro cilindro ou dispositivo de pressionamento é posicionado adjacente ao cilindro 20 para formar um aperto entre cilindros através do qual um cilindro de papel de impressora de
5 formação pode passar. Nestes ambientes, pode ser importante monitorar a pressão experimentada pela cobertura 24, particularmente na área de aperto entre os cilindros. O sistema de sensoreamento 26 pode prover a informação de pressão para posições axiais diferentes ao longo da cobertura 24, com cada um dos sensores 30 provendo informação da pressão ao redor de uma
10 localização axial diferente sobre o cilindro 20.

Em operação, o cilindro 20 e a cobertura 24 giram ao redor do eixo do cilindro 20 a velocidades muito altas. Cada vez que um dos sensores 30 passa através do aperto entre cilindros criado pelo cilindro 20 e um cilindro ou uma prensa que se casa com o mesmo, o sensor 30 transmitirá um
15 pulso gerado pela pressão que o cilindro casado exerce sobre a área da cobertura 20 acima do sensor 30. Quando nenhum sensor 30 está presente no aperto entre os cilindros, nenhum pulso significativo, além do nível de ruído geral, é gerado. Desse modo, quando o cilindro 20 gira, cada sensor 30 se desloca através do aperto entre os cilindros e provê pulsos representativos da
20 pressão em sua localização correspondente. Conseqüentemente, dados, na forma de pulsos são gerados pelos sensores 30, transmitidos ao longo dos fios 28a, 28b, e recebidos no multiplexador 31. Em uma sessão típica de recuperação de dados, 12-20 pulsos são recebidos por cada sensor 30; estes pulsos individuais podendo ser armazenados e processados em sinais
25 representativos da pressão para cada sensor 30. Uma vez coletado o dado bruto do sensor, ele é enviado do multiplexador 31 para o processador 32 para processamento em uma forma de fácil compreensão, como um perfil de pressão do cilindro 20 ao longo de seu comprimento.

Como observado acima, é tipicamente importante para o

usuário poder distinguir qual sensor 30 foi responsável pela transmissão de cada um dos pulsos. Devido ao sensor de rastreamento 30' estar separado de seus vizinhos imediatos 30a, 30b por uma distância angular diferente daquela dos outros sensores 30, assumindo-se uma velocidade de rotação constante para o cilindro 20, os pulsos gerados pelo sensor de rastreamento 30' estarão separados dos pulsos de seus sensores vizinhos imediatos 30a, 30b por uma duração diferente (neste exemplo, maior) daquela que teríamos no caso de pulsos gerados pelos sensores restantes 30. Como resultado, quando o dado de pulso é processado, os pulsos gerados pelo sensor de rastreamento 30' podem ser facilmente identificados. Além disso, devido aos pulsos do sensor de rastreamento 30' poderem ser facilmente identificados, os pulsos gerados por outros sensores 30 podem ser atribuídos ao seu sensor correspondente 30 simplesmente comparando-se o momento do pulso aos momentos dos pulsos do sensor de rastreamento 30'. Tipicamente, o processador 32 empregará um programa de software que possa ler e interpretar os dados do sensor. Em alguns modos de realização, o software usa um algoritmo de soma para reconhecer e identificar sensores.

Uma das vantagens potenciais de se empregar um arranjo de sensor como aquele mostrado, é que nenhum mecanismo disparador ou de orientação adicional, como um acelerômetro, é necessário para rastrear os sensores 30; em vez disto, o arranjo dos próprios sensores 30 permite que os sensores individuais 30 sejam rastreados. Além disso, o espaçamento do modo de realização ilustrado, no qual: (a) a distância angular β , entre o sensor de rastreamento 30' e seus sensores não rastreadores vizinhos imediatos 30a, 30b, difere da distância angular α , substancialmente igual, entre os sensores não rastreadores 30 e, (b) a distância angular "padrão" α também diferindo por duas vezes ou três vezes da distância β , também, pode prover outra vantagem. Caso um sensor 30 falhe (por exemplo, pode ter se destacado de um dos fios 28a, 28b), nenhum pulso seria gerado por esse sensor 30. Assim,

haveria uma vão de tempo igual à duração necessária para o cilindro 20 se deslocar pela distância angular 2α entre os vizinhos mais próximos do sensor inoperante. Devido 2α não ser igual a β , a identidade do sensor de rastreamento 30' ainda pode ser reconhecida mesmo com um sensor 30 inoperante. De fato, mesmo se dois ou três sensores vizinhos 30 falharem, as distâncias angulares 3α e 4α também não serão iguais a β , de modo que o sensor de rastreamento 30' ainda é singularmente identificável. Conseqüentemente a falha de um sensor 30 não torna o sistema de sensoreamento inutilizável.

10 Aqueles experientes nesta técnica apreciarão que o sistema de sensor aqui ilustrado pode tomar outras formas. Por exemplo, embora aqui tenham sido ventilados sensores piezoelétricos, sensores óticos ou sensores de pressão de outras formas podem igualmente ser usados. Como ainda outra alternativa, um sistema sem fio (ou seja, um no qual faltam os fios 28a, 28b
15 que portam os sinais dos sensores para o multiplexador 31), como aquele descrito na patente US 7.392.715, de Moore et al., pode ser empregado; a apresentação desta patente estando aqui incorporada em sua totalidade. Com um sistema sem fio, pode-se ver que um arranjo do sensor como aqui descrito
20 Igualmente é contemplado que outros tipos de sensores, como de temperatura, de umidade, e similares, também pode tirar proveito dos princípios explicados em relação aos modos de realização da presente invenção.

Igualmente deve ser observado que, em alguns modos de realização, os ângulos β podem diferir sobre cada lado do sensor de rastreamento 30'. Por exemplo, um ângulo β pode ser 35 graus, enquanto o
25 outro ângulo β' pode ser 40 graus. Nesta configuração, ambos os ângulos β e β' diferem das distâncias angulares α e 2α , de modo que o sensor de rastreamento 30' ainda pode ser identificado. Entretanto, neste modo de realização, a diferença nos ângulos β e β' pode permitir que o sistema 26

determine em qual direção de rotação (ou seja, no sentido horário ou no sentido anti-horário) o cilindro 20 está girando, observando a sequência relativa dos ângulos β e β' . Deve-se igualmente observar que ângulos diferentes entre outros sensores não rastreadores podem ser empregados para
5 permitir a determinação do sentido de rotação do cilindro.

Além disso, embora os sensores 30 estejam ilustrados e descritos como estando espaçados equidistantes axialmente uns dos outros, em alguns modos de realização os sensores podem não ser espaçados equidistantes ao longo do comprimento do cilindro. Por exemplo, em alguns
10 modos de realização, grupos de sensores podem ser espaçados mais próximos nas extremidades do cilindro (onde mais problemas de pressão tendem a ocorrer), e espaçados mais largamente em direção ao centro do cilindro.

O exposto acima é ilustrativo da presente invenção e não deve ser interpretado como limitativo da mesma. Embora modos de realização exemplificativos desta invenção tenham sido descritos, aqueles experientes na
15 técnica apreciarão prontamente que muitas modificações são possíveis nos modos de realização exemplificativos sem fugir, materialmente, dos novos ensinamentos e vantagens desta invenção. Conseqüentemente, é pretendido que todas estas modificações estejam incluídas dentro do escopo desta
20 invenção como definida nas reivindicações. A invenção é definida pelas reivindicações seguintes, com equivalentes das reivindicações estando incluídos nas mesmas.

REIVINDICAÇÕES

1. Cilindro industrial, caracterizado pelo fato de compreender:
um núcleo substancialmente cilíndrico tendo uma superfície
externa;

5 uma cobertura polimérica recobrando circunferencialmente a
superfície externa do núcleo; e

 um sistema de sensoreamento compreendendo:

 uma pluralidade de sensores embutidos na cobertura, os
sensores configurados para detectar um parâmetro operacional do cilindro e
10 para prover os sinais representativos do parâmetro operacional, onde um, da
pluralidade de sensores, é um sensor de rastreamento e os sensores restantes
sendo sensores não rastreadores; e

 um processador associado operacionalmente aos sensores, que
processa os sinais providos pelos sensores;

15 onde os sensores são arranjos a uma distância radial
substancialmente igual da superfície externa do núcleo, de modo que definam
um círculo quando, vistos de uma extremidade do cilindro; e

 onde cada um dos sensores não rastreadores é arranjo
adicionalmente a uma primeira distância angular substancialmente igual de
20 seus sensores não rastreadores vizinhos imediatos, dois sensores não
rastreadores mais extremos definindo um vão angular;

 onde o sensor de rastreamento é disposto no vão angular, de
modo que uma segunda distância angular, definida pelo sensor de
rastreamento e por qualquer um dos sensores mais extremos, difira da
25 primeira distância angular.

2. Cilindro industrial de acordo com a reivindicação 1,
caracterizado pelo fato da soma de duas primeiras distâncias angulares diferir
da segunda distância angular.

3. Cilindro industrial de acordo com a reivindicação 2,

caracterizado pelo fato da soma de três primeiras distâncias angulares diferir da segunda distância angular.

5 4. Cilindro industrial de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato da distância entre o sensor de rastreamento e cada um dos sensores mais extremos ser a segunda distância.

5 5. Cilindro industrial de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato da primeira distância angular ser, aproximadamente, de 15 graus.

10 6. Cilindro industrial de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato da segunda distância angular ser, aproximadamente, de 37,5 graus.

7. Cilindro industrial de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato dos sensores detectarem pressão.

15 8. Cilindro industrial de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato dos sensores serem sensores piezoelétricos.

9. Cilindro industrial de acordo com a reivindicação 1, caracterizado adicionalmente pelo fato de compreender dois fios elétricos que conectam eletricamente os sensores.

20 10. Cilindro industrial de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato dos sensores serem sensores sem fio.

11. Cilindro industrial de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato da cobertura compreender uma camada de base interna e uma camada de carga de topo externa, e onde os sensores estão embutidos na camada de base.

25 12. Método para medir a pressão experimentada por um cilindro industrial, caracterizado pelo fato do método compreender as etapas de:

(a) prover um cilindro industrial, compreendendo:

um núcleo substancialmente cilíndrico tendo uma superfície

externa;

uma cobertura polimérica recobrando circunferencialmente a superfície externa do núcleo; e um sistema de sensoriamento compreendendo:

5 uma pluralidade de sensores embutidos na cobertura, os sensores configurados para detectar a pressão do cilindro e para prover os sinais representativos da pressão, onde um, da pluralidade de sensores, é um sensor de rastreamento e os sensores restantes sendo sensores não rastreadores; e

10 um processador associado operacionalmente aos sensores, que processa os sinais providos pelos sensores;

onde os sensores são arranjos a uma distância radial substancialmente igual da superfície externa do núcleo, de modo que definam um círculo, quando vistos de uma extremidade do cilindro; e

15 onde cada um dos sensores não rastreadores é arranjado adicionalmente a uma primeira distância angular substancialmente igual de seus sensores não rastreadores vizinhos imediatos, dois sensores não rastreadores mais extremos definindo um vão angular;

20 onde o sensor de rastreamento é disposto no vão angular, de modo que uma segunda distância angular, definida pelo sensor de rastreamento e por qualquer um dos sensores mais extremos, difira da primeira distância angular;

(b) girar o cilindro para expor cada um dos sensores às condições da pressão;

25 (c) transmitir os sinais gerados pelos sensores, dos sensores para um processador;

(d) identificar os sinais do sensor de rastreamento baseado na duração entre os sinais; e

(e) identificar o sensor do qual cada sinal se originou baseado na identificação do sensor de rastreamento.

13. Método de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato da soma de duas primeiras distâncias angulares diferir da segunda distância angular.

5 14. Método de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato da soma de três primeiras distâncias angulares diferir da segunda distância angular.

15. Método de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato da distância entre o sensor de rastreamento e cada um dos sensores mais extremos ser a segunda distância.

10 16. Método de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato da primeira distância angular ser, aproximadamente, 15 graus.

17. Método de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato da segunda distância angular ser, aproximadamente, 37,5 graus.

15 18. Método de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato dos sensores serem sensores piezoelétricos.

19. Método de acordo com a reivindicação 12, caracterizado adicionalmente pelo fato de compreender dois fios elétricos que conectam eletricamente os sensores.

20 20. Método de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato dos sensores serem sensores sem fio.

21. Método de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato da cobertura compreender uma camada de base interna e uma camada de carga de topo externa, e onde os sensores estão embutidos na camada de base.

25 22. Método para medir a pressão experimentada por um cilindro industrial, caracterizado pelo fato do método compreender as etapas de:

(a) prover um cilindro industrial, compreendendo:

um núcleo substancialmente cilíndrico tendo uma superfície

externa;

uma cobertura polimérica recobrando circunferencialmente a superfície externa do núcleo; e um sistema de sensoreamento compreendendo:

5 uma pluralidade de sensores embutidos na cobertura, os sensores configurados para detectar a pressão do cilindro e para prover os sinais representativos da pressão, onde um, da pluralidade de sensores, é um sensor de rastreamento e os sensores restantes sendo sensores não rastreadores; e

10 um processador associado operacionalmente aos sensores, que processa os sinais providos pelos sensores;

onde os sensores são arranjos a uma distância radial substancialmente igual da superfície externa do núcleo, de modo que definam um círculo, quando vistos de uma extremidade do cilindro; e

15 onde o sensor de rastreamento é disposto a uma distância angular de pelo menos um de seus sensores vizinhos imediatos que difira da distância angular entre qualquer outro sensor não rastreador e seus sensores não rastreadores vizinhos;

(b) girar o cilindro para expor cada um dos sensores às condições da pressão;

20 (c) transmitir os sinais gerados pelos sensores, dos sensores, para um processador;

(d) identificar os sinais do sensor de rastreamento baseado na duração entre os sinais; e

25 (e) identificar o sensor do qual cada sinal se originou baseado na identificação do sensor de rastreamento.

23. Método para determinar a direção de rotação de um cilindro industrial, caracterizado pelo fato do método compreender as etapas de:

(a) prover um cilindro industrial, compreendendo:

um núcleo substancialmente cilíndrico tendo uma superfície externa;

uma cobertura polimérica recobrando circunferencialmente a superfície externa do núcleo; e um sistema de sensoreamento compreendendo:

5 uma pluralidade de sensores embutidos na cobertura, os sensores configurados para detectar a pressão do cilindro e para prover sinais representativos da pressão; e

um processador associado operacionalmente aos sensores, que processa os sinais providos pelos sensores;

10 onde os sensores são arrançados a uma distância radial substancialmente igual da superfície externa do núcleo, de modo que definam um círculo quando vistos de uma extremidade do cilindro; e

15 onde um primeiro sensor é disposto a uma primeira distância angular de pelo menos um de seus sensores vizinhos imediatos, que difira de uma distância angular entre qualquer outro sensor e seus sensores vizinhos imediatos; e

20 onde um segundo sensor é disposto a uma primeira distância angular de pelo menos um de seus sensores vizinhos imediatos, que difira de uma distância angular entre qualquer outro sensor e seus sensores vizinhos imediatos.

(b) girar o cilindro para expor cada um dos sensores às condições da pressão;

(c) transmitir os sinais gerados pelos sensores, dos sensores, para um processador;

25 (d) identificar a direção de rotação do cilindro baseado na sequência relativa de sinais transmitidos pelos primeiro e segundo sensores.

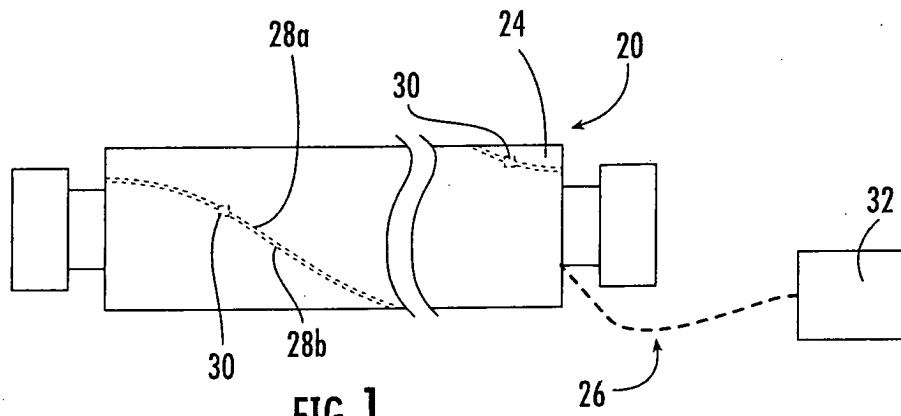


FIG. 1.

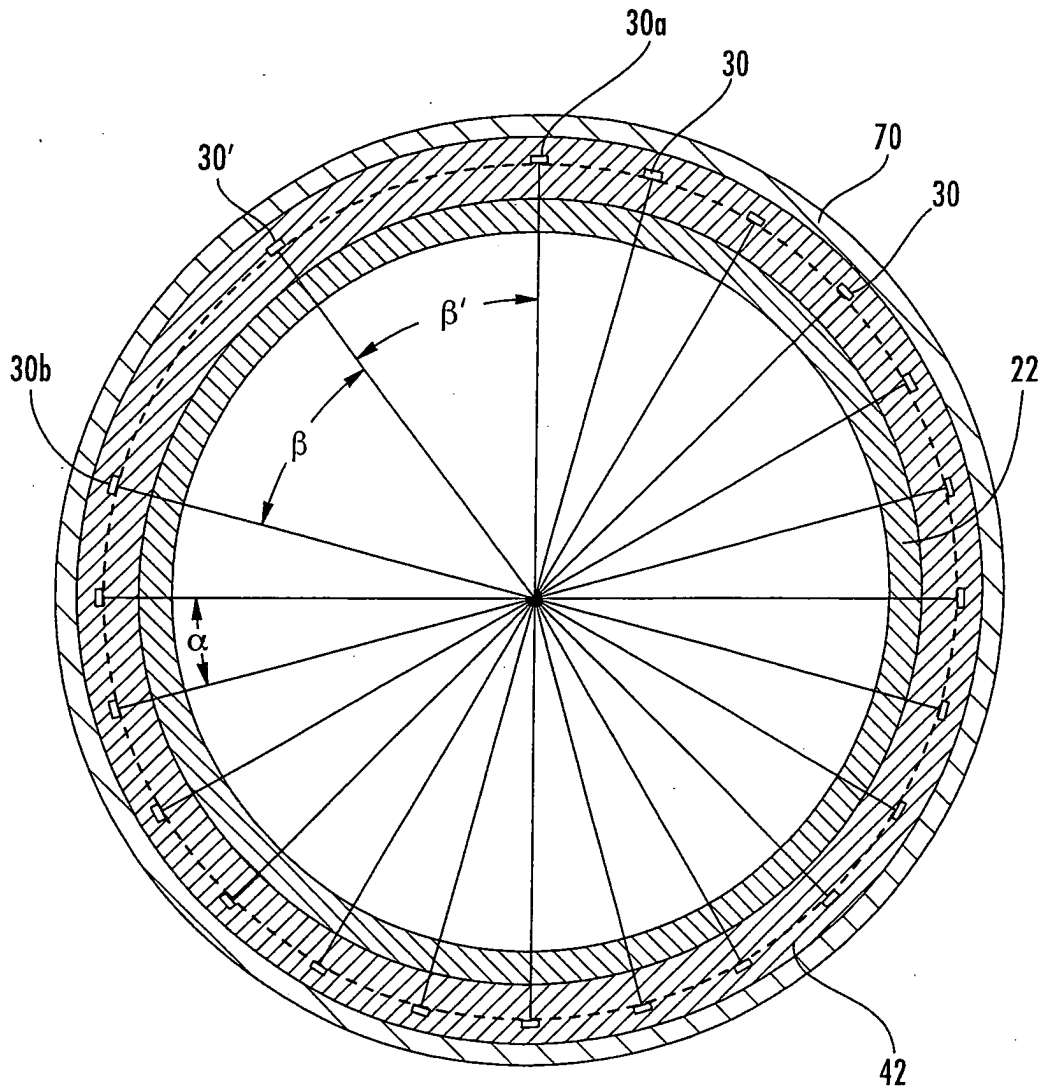


FIG. 2.

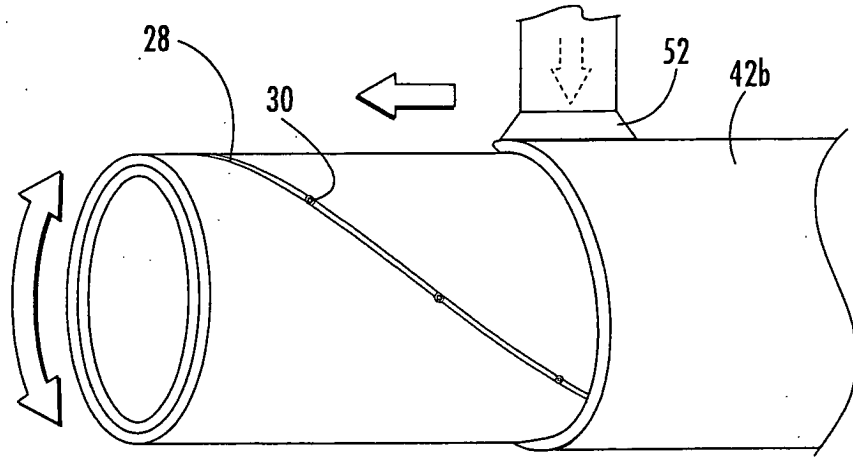


FIG. 3.

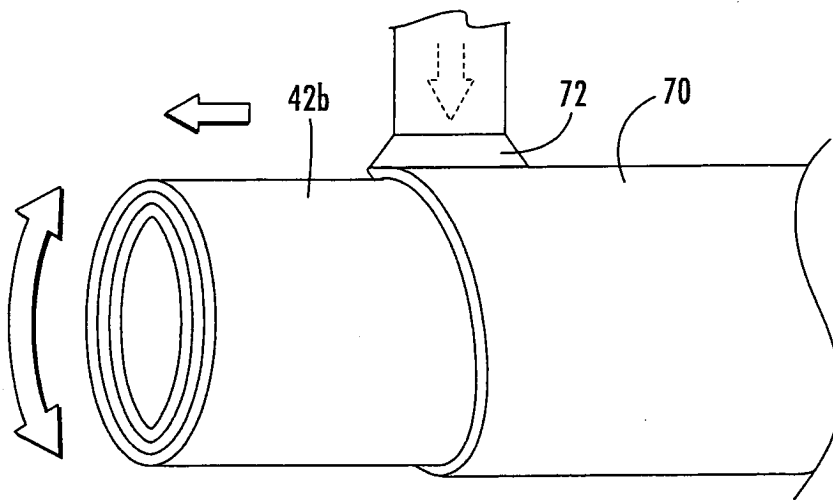


FIG. 4.

RESUMO

“CILINDRO INDUSTRIAL, E, MÉTODOS PARA MEDIR A PRESSÃO
EXPERIMENTADA POR UM CILINDRO INDUSTRIAL, E PARA
DETERMINAR A DIREÇÃO DE ROTAÇÃO DE UM CILINDRO
5 INDUSTRIAL”

Um cilindro industrial inclui: um núcleo substancialmente
cilíndrico tendo uma superfície externa; uma cobertura polimérica recobrimdo
circunferencialmente a superfície externa do núcleo; e um sistema de
sensoreamento. O sistema de sensoreamento compreende: uma pluralidade de
10 sensores embutidos na cobertura, os sensores configurados para detectar um
parâmetro operacional do cilindro e para prover sinais representativos do
parâmetro operacional, onde um, da pluralidade de sensores, é um sensor de
rastreamento e os sensores restantes sendo sensores não rastreadores; e um
processador associado operacionalmente aos sensores, que processa os sinais
15 providos pelos sensores. Os sensores são arranjados a uma distância radial
substancialmente igual da superfície externa do núcleo, de modo que definam
um círculo, quando vistos de uma extremidade do cilindro. Cada um dos
sensores não rastreador é arranjado adicionalmente a uma primeira distância
angular substancialmente igual de seus sensores não rastreadores vizinhos
20 imediatos, dois sensores não rastreadores mais extremos definindo um vão
angular. O sensor de rastreamento é disposto no vão angular, de modo que
uma segunda distância angular definida pelo sensor de rastreamento e
qualquer um dos sensores mais extremos difira da primeira distância angular.
Nesta configuração, o sistema de sensoreamento pode identificar de qual
25 sensor os sinais foram gerados sem um gerador disparador de sinal ou um
acelerômetro.