



República Federativa do Brasil  
Ministério da Economia  
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

**(21) PI 1013637-1 A2**



**(22) Data do Depósito:** 15/02/2010

**(43) Data da Publicação Nacional:** 05/05/2020

**(54) Título:** APARELHO DE TESTE ULTRASSÔNICO PARA PORÇÃO DE EXTREMIDADE DE TUBULAÇÃO OU TUBO

**(51) Int. Cl.:** G01N 29/04; G01N 29/28.

**(30) Prioridade Unionista:** 30/03/2009 JP 2009-081422.

**(71) Depositante(es):** SUMITOMO METAL INDUSTRIES, LTD..

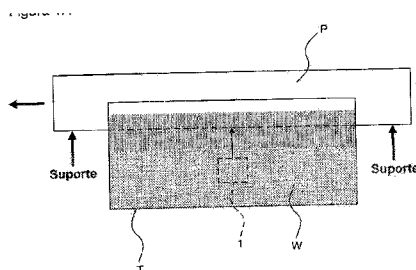
**(72) Inventor(es):** KENJI FUJIWARA; TOMOYUKI OBATA; HIROSHI KUBOTA; MASAKI YAMANO.

**(86) Pedido PCT:** PCT JP2010052146 de 15/02/2010

**(87) Publicação PCT:** WO 2010/116791 de 14/10/2010

**(85) Data da Fase Nacional:** 30/09/2011

**(57) Resumo:** APARELHO DE TESTE ULTRASSÔNICO PARA PORÇÃO DE EXTREMIDADE DE TUBULAÇÃO OU TUBO O objetivo da presente invenção é fornecer um aparelho de teste ultrassônico para uma porção de extremidade de tubulação, o qual permite a realização de um teste ultrassônico preciso por meio da interposição estável de um meio de acoplamento entre a porção de extremidade de tubulação e uma sonda ultrassônica. O aparelho de teste ultrassônico 100 compreende: uma sonda ultrassônica 1 que é disposta sob a porção de extremidade de uma tubulação P disposta de maneira plana na direção horizontal de modo a voltar-se para a porção de extremidade de tubulação, sendo que a sonda ultrassônica 1 transmite ondas ultrassônicas para a porção de extremidade da tubulação e recebe as ondas ultrassônicas da mesma; e um retentor de sonda 2 que aloja a sonda ultrassônica que é disposta sob a porção de extremidade da tubulação de modo a voltar-se para a porção de extremidade de tubulação, e segue a tubulação que gira na direção circunferencial. O retentor de sonda compreende uma parte reservatória de meio de acoplamento que circunda um espaço entre a sonda ultrassônica e a porção de extremidade da tubulação para conter um meio de acoplamento W nisso.(...).



**“APARELHO DE TESTE ULTRASSÔNICO PARA PORÇÃO DE  
EXTREMIDADE DE TUBULAÇÃO OU TUBO”**

**Campo técnico**

A presente invenção refere-se a um aparelho para teste ultrassônico de uma porção de extremidade de uma tubulação ou tubo como uma tubulação ou um tubo de aço. Mais particularmente, a presente invenção se refere a um aparelho de teste ultrassônico para uma porção de extremidade de tubulação ou tubo, que permite um teste ultrassônico preciso pela interposição estável de um meio de acoplamento entre a porção de extremidade de tubulação ou tubo (mais adiante no presente documento chamado de “tubulação” quando considerado apropriado) e uma sonda ultrassônica.

**Antecedentes da Técnica**

Um método de teste ultrassônico foi empregado amplamente como um método de inspeção não destrutivo para uma tubulação como uma tubulação de aço. Em um método de teste ultrassônico, um meio de acoplamento como água é interposto entre a tubulação e uma sonda ultrassônica, as ondas ultrassônicas transmitidas da sonda ultrassônica são aplicadas à tubulação, e as ondas ultrassônicas refletidas pela tubulação são recebidas pela sonda ultrassônica.

Como em um método de teste ultrassônico em que a sonda ultrassônica é disposta sob a tubulação disposta na direção horizontal, há um método conhecido publicamente para teste ultrassônico de uma tubulação P em que, como mostrado na Figura 1, enquanto uma sonda ultrassônica 1 é submersa na água W armazenada em um tanque de água T, a superfície inferior da tubulação P é submersa parcialmente na água W, e a tubulação P é conduzida na direção axial da mesma e é rodada na direção circunferencial da mesma (por exemplo, refere-se a "Ultrasonic Testing Series (III) Ultrasonic Testing Method for Seamless Steel Pipe " do Instituto Japonês de Ferro e Aço, 15 de Abril de 1988, páginas 95 e 96).

De acordo com o método descrito acima, já que a água W serve como um meio de acoplamento pode ser interposta com estabilidade entre a

tubulação P e a sonda ultrassônica 1, o teste ultrassônico preciso pode ser desempenhado.

Na configuração mostrada na Figura 1, infelizmente, a tubulação P é suportada, pelo menos, em dois pontos fora do tanque de água T. O problema, portanto, é que o teste ultrassônico não pode ser desempenhado em uma porção de extremidade de tubulação, onde tal suporte de dois pontos não pode ser usado, na água W no tanque de água T. Portanto, a configuração mostrada na Figura 1 é principalmente usada no teste ultrassônico da porção central de tubulação exceto na porção de extremidade de tubulação.

Por outro lado, como em um aparelho de teste ultrassônico para uma porção de extremidade de tubulação, há um aparelho conhecido publicamente dotado de uma sonda ultrassônica e um dispositivo de acompanhamento, que faz com que a sonda ultrassônica acompanhe a tubulação que roda na direção circunferencial (por exemplo, faz referência ao documento JP2008-139191A).

No caso em que a sonda ultrassônica para teste ultrassônico da porção de extremidade de tubulação é disposta sobre a tubulação disposta na direção horizontal, é aceitável, por exemplo, usar uma estrutura que faz com que o meio de acoplamento flua para baixo entre a sonda ultrassônica e a porção de extremidade de tubulação. Entretanto, a mesma estrutura não pode ser usada no caso onde a sonda ultrassônica é disposta sob a tubulação. No caso onde a sonda ultrassônica para teste ultrassônico da porção de extremidade de tubulação é disposta sob a tubulação, é aceitável, por exemplo, usar o tanque de água como mostrado na Figura 1 e submergir a estrutura de suporte e o dispositivo de acompanhamento para a tubulação na água no tanque de água em certa configuração. Infelizmente, tal configuração pode não ser prática porque pode ser complicada e necessitar de uma estrutura forte à prova de água, o que leva a pouca sustentabilidade e um custo aumentado.

### **Descrição da Invenção**

A presente invenção foi produzida tendo em vista a técnica convencional descrita acima, conseqüentemente um objetivo da mesma é fornecer

um aparelho de teste ultrassônico para uma porção de extremidade de tubulação, que permite um teste ultrassônico preciso através da interposição estável de um meio de acoplamento entre a porção de extremidade de tubulação e uma sonda ultrassônica.

5                    Para alcançar o objetivo, o aparelho de teste ultrassônico de acordo com a presente invenção compreende: uma sonda ultrassônica que é disposta sob uma porção de extremidade de uma tubulação ou tubo disposto na direção horizontal de modo a voltar-se para a porção de extremidade de tubulação ou tubo, a sonda ultrassônica transmite ondas ultrassônicas para a porção de extremidade da tubulação ou tubo e recebe as ondas ultrassônicas da mesma; e uma superfície horizontal plana de sonda aloja a sonda ultrassônica, que é disposta sob a porção de extremidade da tubulação ou tubo de modo a voltar-se para a porção de extremidade de tubulação ou tubo e segue a tubulação ou tubo que giram na direção circunferencial. O retentor de sonda compreende uma parte reservatória de meio de acoplamento, que rodeia um espaço entre a sonda ultrassônica e a porção de extremidade da tubulação ou tubo para conter um meio de acoplamento na mesma. A parte reservatória de meio de acoplamento compreende: um corpo da parte reservatória de meio de acoplamento, no qual o meio de acoplamento é fornecido; uma parte de fole anular que é anexada ao lado superior do corpo da parte reservatória de meio de acoplamento, de modo a se comunicar internamente com o corpo da parte reservatória de meio de acoplamento, e poder se expandir e contrair verticalmente; e um espaçador anular que é anexado ao lado superior da parte de fole e, pelo menos, a superfície superior do espaçador anular é uma superfície horizontal plana.

25                    De acordo com o aparelho de teste ultrassônico, de acordo com a presente invenção, o retentor de sonda que aloja a sonda ultrassônica que é disposta sob a porção de extremidade de tubulação ou tubo de modo a voltar-se para a porção de extremidade de tubulação ou tubo inclui a parte reservatória de meio de acoplamento que cerca o espaço entre a sonda ultrassônica e a porção de extremidade de tubulação ou tubo para conter o meio de acoplamento na mesma.

Quando o meio de acoplamento é fornecido ao corpo da parte reservatória de meio de acoplamento incluída na parte reservatória de meio de acoplamento, o meio de acoplamento flui na parte de fole anular se comunicando internamente com o corpo da parte reservatória de meio de acoplamento. O meio de acoplamento que flui para a parte de fole vai para o espaçador anular anexado à parte de fole e contata com a porção de extremidade de tubulação ou tubo.

Já que pelo menos, a superfície superior do espaçador anular é uma superfície horizontal plana, através de ajustar propriamente a taxa de fluxo do meio de acoplamento fornecido ao corpo da parte reservatória de meio de acoplamento, um filme é formado pelo meio de acoplamento levantado além da superfície superior do espaçador pela tensão superficial do meio de acoplamento. Com o filme do meio de acoplamento em contato com a porção de extremidade de tubulação ou tubo, as ondas ultrassônicas transmitidas da sonda ultrassônica são aplicadas à porção de extremidade de tubulação ou tubo através do meio de acoplamento no corpo da parte reservatória de meio de acoplamento, o meio de acoplamento na parte de fole e no filme. As ondas ultrassônicas refletidas pela porção de extremidade de tubulação ou tubo são recebidas pela sonda ultrassônica através do filme, o meio de acoplamento na parte de fole, e o meio de acoplamento no corpo da parte reservatória de meio de acoplamento.

O retentor de sonda segue a tubulação ou tubo que giram na direção circunferencial (isto é, o retentor de sonda é controlado para manter a relação de posição vertical e horizontal entre o retentor de sonda e a tubulação ou tubo). Além disso, a parte de fole se expande e se contrai verticalmente. Portanto, mesmo que a tubulação ou tubo for dobrado (a) ou tenha uma seção transversal que não seja completamente redonda, o filme do meio de acoplamento permanece em contato com a porção de extremidade de tubulação ou tubo, e a flutuação do filme pode ser suprimida. Portanto, o meio de acoplamento é interposto de com estabilidade entre a porção de extremidade de tubulação ou tubo e a sonda ultrassônica. Portanto, o teste ultrassônico preciso pode ser desempenhado.

Preferencialmente, a parte reservatória de meio de acoplamento

compreende adicionalmente um membro tubular que é anexado à superfície inferior do espaçador e é ajustada na parte de fole.

De acordo com a configuração referencial descrita acima, bolhas de ar no meio de acoplamento que podem ficar presas na parte de fole (especialmente na parte dobrada da parte de fole) não alcançam a parte dobrada da parte de fole, e sobem facilmente ao longo da superfície interna do membro tubular. Se a parte reservatória de meio de acoplamento não tem o membro tubular, as bolhas de ar presas na parte dobrada da parte de fole podem se juntar e subirem como uma massa, de uma vez. Neste caso, as ondas ultrassônicas são espalhadas pela massa das bolhas de ar que sobem, de modo que a precisão do teste pode ser diminuída. Entretanto, quando a parte reservatória de meio de acoplamento é fornecida com o membro tubular como na configuração preferencial descrita acima, as bolhas de ar no meio de acoplamento sobem facilmente uma após a outra ao longo da superfície interna do membro tubular antes das bolhas de ar se juntarem para formar uma massa. Portanto, a evitação da diminuição na precisão do teste pode ser esperada.

Preferencialmente, o corpo da parte reservatória de meio de acoplamento é dotado de uma porta de fornecimento de meio de acoplamento para fornecer o meio de acoplamento na direção tangencial de um arco predeterminado ao redor do eixo geométrico central vertical, e a porta de descarga de meio de acoplamento para descarregar o meio de acoplamento na direção tangencial do arco.

De acordo com a configuração preferencial descrita acima, já que o meio de acoplamento é fornecido na direção tangencial de um arco predeterminado ao redor do eixo geométrico central vertical através da porta de fornecimento de meio de acoplamento, uma corrente parasita do meio de acoplamento é produzida no corpo da parte reservatória de meio de acoplamento. Através desta corrente parasita, uma contaminação (por exemplo, para uma tubulação ou um tubo de aço, queda de escala que adere à tubulação ou uma superfície de tubo de aço) que pode ser contida no meio de acoplamento é

executada para a porta de descarga de meio de acoplamento e é descarregada para fora. Portanto, o corpo da parte reservatória de meio de acoplamento, e por sua vez toda a parte reservatória de meio de acoplamento e a sonda ultrassônica podem ser limpos durante o teste, que oferece uma vantagem de sustentabilidade

5 acentuada. A corrente parasita também oferece uma vantagem em que as bolhas de ar que podem exercer uma influência na precisão do teste são menos propensas a aderirem à superfície da sonda ultrassônica.

De acordo com o aparelho de teste ultrassônico para uma porção de extremidade de tubulação ou tubo de acordo com a presente invenção, o teste

10 ultrassônico preciso pode ser desempenhado pela interposição estável do meio de acoplamento entre a porção de extremidade de tubulação ou tubo e a sonda ultrassônica.

### **Breve Descrição dos Desenhos**

As Figuras 1 (Figura 1A e Figura 1B) são vistas esquemáticas que

15 mostram a configuração de um aparelho usado em um teste ultrassônico de uma porção central de tubulação, a Figura 1A é uma vista lateral, e a Figura 1B é uma vista seccional como vista de frente;

A Figura 2 é uma vista seccional, como vista de frente, de um aparelho de teste ultrassônico, de acordo com uma modalidade da presente

20 invenção;

A Figura 3 é uma vista plana do aparelho de teste ultrassônico mostrado na Figura 2;

A Figura 4 é uma vista seccional, como vista de frente, para explicar a operação de um membro tubular mostrado na Figura 2; e

25 As Figuras 5 (Figura 5A e Figura 5B) são vistas que mostram um exemplo de detecção de resultados de falhas artificiais formadas em uma porção de extremidade de tubulação, a Figura 5A é uma gráfico de detecção de falha obtido através de uma sonda ultrassônica para detectar falhas axiais, e a Figura 5B é uma vista esquemática que mostra as falhas artificiais.

30 Melhor Modo para Executar a Invenção

Uma modalidade da presente invenção será descrita com relação aos desenhos em anexo.

A Figura 2 é uma vista seccional, como vista de frente, de um aparelho de teste ultrassônico de acordo com uma modalidade da presente invenção. A Figura 3 é uma vista plana do aparelho de teste ultrassônico mostrado na Figura 2.

Conforme mostrado na Figura 2 ou Figura 3, o aparelho de teste ultrassônico 100 desta modalidade compreende uma sonda ultrassônica 1 que é disposta sob a porção de extremidade de uma tubulação P disposta na direção horizontal de modo a voltar-se para a P porção de extremidade, a sonda ultrassônica 1 transmite ondas ultrassônicas para a porção de extremidade da tubulação P e recebe as ondas ultrassônicas da mesma; e um retentor de sonda 2 aloja a sonda ultrassônica 1 que é disposta sob a porção de extremidade da tubulação P de modo a voltar-se para a porção de extremidade P de tubulação e seguir a tubulação P que roda na direção circunferencial.

A tubulação P é disposta em rolos giratórios 3, de modo que a tubulação P é rodada na direção circunferencial da mesma através da rotação dos rolos giratórios 3. O retentor de sonda 2 é disposto sob a porção de extremidade da tubulação P que se projeta a partir dos rolos giratórios 3 para ficar virado para a porção de extremidade de tubulação.

O aparelho de teste ultrassônico 100 desta modalidade é dotado de uma sonda ultrassônica 1A, sondas ultrassônicas 1B (duas sondas), e sondas ultrassônicas 1C (duas sondas), todas constituem a sonda ultrassônica 1. A sonda ultrassônica 1A é usada para detectar a laminação (uma falha plana paralela as superfícies interna e externa da tubulação P) através de propagar ondas ultrassônicas na direção de espessura de parede da tubulação P. As sondas ultrassônicas 1B são inclinadas na direção circunferencial da tubulação P, e são usadas para detectar uma falha axial (uma falha que se estende na direção axial da tubulação P) através de propagar ondas ultrassônicas na direção circunferencial da tubulação P. As sondas ultrassônicas 1C são inclinadas na direção axial da

tubulação P, e são usadas para detectar uma falha circunferencial (uma falha que se estende na direção circunferencial da tubulação P) através de propagar ondas ultrassônicas na direção axial da tubulação P. Estas sondas ultrassônicas de 1A a 1C são posicionadas, de modo que os pontos incidentes das ondas ultrassônicas transmitidas para a tubulação P coincidem substancialmente uns com os outros.

O retentor de sonda 2 desta modalidade, como descrito acima, é configurado para seguir a tubulação P que roda na direção circunferencial. Especificamente, o retentor de sonda 2 é anexado a um dispositivo de acompanhamento (não mostrado). Este dispositivo de acompanhamento move o retentor de sonda 2 vertical e horizontalmente para manter a relação de posição vertical e horizontal entre o retentor de sonda 2 e a tubulação P (portanto, também mantém a relação de posição entre a sonda ultrassônica 1 alojada no retentor de sonda 2 e na tubulação P) com base em um resultado de medição de deslocamento da superfície externa da tubulação giratória P. Embora o dispositivo de acompanhamento descrito acima não seja submetido a nenhuma restrição especial e diversos dispositivos de acompanhamentos publicamente conhecidos possam ser empregados, o dispositivo de acompanhamento descrito, por exemplo, no documento JP2008-139191A é preferencialmente empregado.

O retentor de sonda 2 inclui uma parte reservatória de meio de acoplamento que rodeia um espaço entre a sonda ultrassônica 1 e a porção de extremidade da tubulação P para conter um meio de acoplamento W como água na mesma. Nesta modalidade, já que o conjunto de retentor de sonda 2 funciona como a parte reservatória de meio de acoplamento, na explicação abaixo, o mesmo número de referência do retentor de sonda 2 é aplicado à parte reservatória de meio de acoplamento.

A parte reservatória de meio de acoplamento 2 inclui um corpo da parte reservatória de meio de acoplamento 21, uma parte de fole anular (nesta modalidade, formato de anel) 22, e um espaçador anular (nesta modalidade, formato de anel) 23. Além disso, a parte reservatória de meio de acoplamento 2 desta modalidade inclui um membro tubular (nesta modalidade, cilíndrico) 24 como

uma configuração preferencial.

O corpo da parte reservatória de meio de acoplamento 21 desta modalidade inclui portas de fornecimento de meio de acoplamento 211 (nesta modalidade, quatro portas) e portas de descarga de meio de acoplamento 212 (nesta modalidade, duas portas). No e a partir do corpo da parte reservatória de meio de acoplamento 21, o meio de acoplamento W é fornecido através da portas de fornecimento de meio de acoplamento 211, e o meio de acoplamento W é descarregado através da portas de descarga de meio de acoplamento 212. A taxa de fluxo do meio de acoplamento W é fornecida através da portas de fornecimento de meio de acoplamento 211 (a taxa de fluxo total fornecida através das quatro portas de fornecimento de meio de acoplamento 211) é determinada sendo maior do que a taxa de fluxo do meio de acoplamento W descarregada através da portas de descarga de meio de acoplamento 212 (a taxa de fluxo descarregado através das duas portas de descarga de meio de acoplamento 212). Por exemplo, a taxa de fluxo do meio de acoplamento W descarregado através da portas de descarga de meio de acoplamento 212 é determinada a cerca de 10 a 15% da taxa de fluxo do meio de acoplamento W fornecido através da portas de fornecimento de meio de acoplamento 211. Portanto, o meio de acoplamento W permanece no corpo da parte reservatória de meio de acoplamento 21.

Nesta modalidade, como uma configuração preferencial, as portas de fornecimento de meio de acoplamento 211 são dispostas, de modo que o meio de acoplamento W seja fornecido na direção tangencial de um arco predeterminado ao redor do eixo geométrico central vertical. Especificamente, as portas de fornecimento de meio de acoplamento 211 se estendem na direção tangencial do arco supracitado. Além disso, as portas de descarga de meio de acoplamento 212 são dispostas, de modo que o meio de acoplamento W seja descarregado na direção tangencial do arco supracitado. Especificamente, as portas de descarga de meio de acoplamento 212 se estendem na direção tangencial do arco supracitado. Já que o meio de acoplamento W é fornecido na direção tangencial do arco supracitado através da portas de fornecimento de meio de acoplamento 211, uma

corrente parasita W1 do meio de acoplamento W é produzida no corpo da parte reservatória de meio de acoplamento 21. Através desta corrente parasita W1, a contaminação (por exemplo, para uma tubulação de aço P, a queda de escala S adere à superfície de tubulação de aço) que pode ser contida no meio de acoplamento W é executada para as portas de descarga de meio de acoplamento 212 e é descarregada para fora. Portanto, o corpo da parte reservatória de meio de acoplamento 21, e por sua vez toda a parte reservatória de meio de acoplamento 2 e a sonda ultrassônica 1 podem ser limpas durante o teste, o que oferece uma vantagem de sustentabilidade acentuada. A corrente parasita W1 também oferece uma vantagem em que bolhas de ar que podem exercer uma influência na precisão do teste é menos propensa a aderir à superfície da sonda ultrassônica 1.

A taxa de fluxo do meio de acoplamento W fornecida através da portas de fornecimento de meio de acoplamento 211 é preferencialmente ajustada a cerca de 2 a 6 litros/minuto. Neste momento, a taxa de fluxo do meio de acoplamento W descarregada através da portas de descarga de meio de acoplamento 212 é cerca de 10 a 15% da taxa de fluxo de fornecimento, sendo menor do que 1 litro/minuto. Se a taxa de fluxo do meio de acoplamento W for menor do que 2 litros/minuto, a falta de taxa de fluxo faz com que seja difícil formar um filme W2 que é formado pelo meio de acoplamento W que levanta além da superfície superior do espaçador 23. Além disso, se a taxa de fluxo do meio de acoplamento W for maior do que 6 litros/minuto, o excesso de taxa de fluxo aumenta a possibilidade do filme W2 do meio de acoplamento subir além da superfície superior do espaçador 23 e cair em desordem. A taxa de fluxo do meio de acoplamento W fornecida através da portas de fornecimento de meio de acoplamento 211 é determinada na faixa descrita acima, e como descrito posteriormente, um diâmetro interno  $D_s$  do espaçador 23 é determinado a 25% ou mais de um diâmetro externo  $D_p$  da tubulação P, através da qual a espessura do filme W2 do meio de acoplamento pode ser controlada a cerca de 2 a 3 mm.

A parte de fole 22 desta modalidade é anexada ao lado superior do corpo da parte reservatória de meio de acoplamento 21 de modo a se comunicar

internamente com o corpo da parte reservatória de meio de acoplamento 21, e pode de expandir e contrair verticalmente. Especificamente, uma brecha (nesta modalidade, uma brecha circular) é formada na superfície superior do corpo da parte reservatória de meio de acoplamento 21, e a parte de fole anular 22 é instalada, de modo a rodear esta brecha. O diâmetro mais interno da parte de fole 22 is set aproximadamente igual a (igual ou pouco menor do que) o diâmetro da brecha.

O material para formar a parte de fole 22 não é submetido a nenhuma restrição especial. Entretanto, um material que tem uma resistência mais alta ao desgaste e capacidade de expandir-se é preferencialmente usado. Resistência mais alta ao desgaste é útil para suprimir uma ruptura na parte dobrada da parte de fole 22 causada pelas expansão e contração repetidas da parte de fole 22. Uma alta capacidade de expansão é útil para suprimir a flutuação do filme W2 devido à transmissão direta de um impacto causado pelo contato da tubulação P com o espaçador 23 até o filme W2 do meio de acoplamento. Como um material para formar a parte de fole 22, uma borracha de silicone é preferencialmente usada por causa de sua resistência mais alta ao desgaste e capacidade de expansão.

O espaçador 23 desta modalidade é anexado ao lado superior da parte de fole 22, e pelo menos, a superfície superior do espaçador(nesta modalidade, a superfície inferior da mesma, também) é uma superfície horizontal plana. Além disso, o membro tubular 24 desta modalidade é anexado à superfície inferior do espaçador23, e é ajustado na parte de fole 22. Especificamente, o diâmetro externo do membro tubular 24 é ajustado aproximadamente igual ao (igual ou pouco menor do que) diâmetro mais interno da parte de fole 22 de modo que o membro tubular 24 é ajustado na parte de fole 22. Portanto, o diâmetro externo do membro tubular 24 é ajustado aproximadamente igual a (igual ou pouco menor do que) o diâmetro da brecha formado na superfície superior do corpo da parte reservatória de meio de acoplamento 21. Portanto, quando o espaçador 23 anexado à parte de fole 22 é rebaixado pela contração da parte de fole 22 e Consequentemente o membro tubular 24 também é rebaixado, a porção baixa de

extremidade do membro tubular 24 passa através da brecha no corpo da parte reservatória de meio de acoplamento 21 e é inserida no corpo da parte reservatória de meio de acoplamento 21. O espaçador 23 é preferencialmente formado de um aço inoxidável que tem resistência mais alta ao desgaste porque a frequência do  
5 contato do espaçador 23 com a porção de extremidade da tubulação de aço P é alta. Mais preferencialmente, o espaçador 23 e o membro tubular 24 são formados integralmente de um aço inoxidável.

Como um método para anexar o espaçador 23 à parte de fole 22, um método pode ser empregado, no qual o espaçador 23 é diretamente anexado à  
10 porção superior da parte de fole 22 usando parafusos de máquina similares. Entretanto, o espaçador 23 desta modalidade é montado com o membro tubular 24, e o membro tubular 24 é ajustado na parte de fole 22. Portanto, mesmo se o espaçador 23 não for ajustado diretamente à parte de fole 22, o espaçador 23 é anexado à parte de fole 22 através do membro tubular 24 em um estado sendo  
15 relativamente estável.

A Figura 4 é uma vista seccional, como vista de frente, para explicar a operação do membro tubular 24 desta modalidade. Na Figura 4, o lado esquerdo de uma linha tracejada C mostra um estado no qual o membro tubular 24 não é fornecido, e o lado direito da mesma mostra um estado, em que o membro tubular  
20 24 é fornecido. Como mostrado na Figura 4, já que a parte reservatória de meio de acoplamento 2 desta modalidade é fornecida com o membro tubular 24, as bolhas de ar B no meio de acoplamento W não alcançam a parte dobrada 221 da parte de fole 22, e facilmente sobem ao longo da superfície interna do membro tubular 24. Se a parte reservatória de meio de acoplamento 2 não tiver o membro tubular 24,  
25 as bolhas de ar B presas na parte dobrada 221 da parte de fole 22 podem se juntar e subir como uma massa de uma vez. Neste caso, as ondas ultrassônicas são espalhadas pela massa das bolhas de ar B que sobem, de modo que a precisão do teste pode ser diminuída. Em contraste, quando a parte reservatória de meio de acoplamento 2 é fornecida com o membro tubular 24, as bolhas de ar B no meio de  
30 acoplamento W facilmente sobem uma após a outra ao longo da superfície interna

do membro tubular 24 antes das bolhas de ar B se juntarem para formar uma massa. Portanto, a evitação de diminuição de precisão do teste pode ser esperada.

O diâmetro interno  $D_s$  do espaçador 23 mostrado na Figura 2 é preferencialmente determinado a 25% ou mais do diâmetro externo  $D_p$  da tubulação P. Se o diâmetro interno  $D_s$  do espaçador 23 for muito pequeno quando comparado com o diâmetro externo  $D_p$  da tubulação P (menor do que 25%), a brecha do espaçador 23 é facilmente fechada pela superfície externa da tubulação P (um estado que fecha o estado em que a superfície externa da tubulação P fica em contato de superfície com a brecha do espaçador 23 é formado), e, portanto a possibilidade de que um filme do meio de acoplamento W2 possa cair em desordem aumenta. Se o diâmetro interno  $D_s$  do espaçador 23 for muito grande, o tamanho do retentor de sonda (parte reservatória de meio de acoplamento) 2 aumenta conseqüentemente, de modo que o peso do retentor de sonda 2 total incluindo o peso do meio de acoplamento W que fica no retentor de sonda 2 aumenta, através do qual o desempenho de acompanhamento do retentor de sonda 2 pode ser deteriorado. Portanto, deve-se prestar atenção no fato de que o diâmetro interno  $D_s$  do espaçador 23 não deve ser excessivamente grande.

No aparelho de teste ultrassônico 100 desta modalidade, que foi explicada acima, quando o meio de acoplamento W é fornecido ao corpo da parte reservatória de meio de acoplamento 21, o meio de acoplamento W flui a parte de fole 22 se comunicando internamente com o corpo da parte reservatória de meio de acoplamento 21. O meio de acoplamento W que flui na parte de fole 22 vai até o espaçador 23 anexado à parte de fole 22 e fica em contato com a porção de extremidade da tubulação P.

Visto que pelo menos, a superfície superior do espaçador 23 é uma superfície horizontal plana, através do ajuste da taxa de fluxo do meio de acoplamento W fornecido ao corpo da parte reservatória de meio de acoplamento 21 a uma faixa própria como descrito acima, o filme W2 é formado pelo meio de acoplamento W levantado além da superfície superior do espaçador 23 pela tensão superficial do meio de acoplamento W. Com o filme W2 do meio de acoplamento

em contato com a porção de extremidade da tubulação P, as ondas ultrassônicas transmitidas da sonda ultrassônica 1 são aplicadas à porção de extremidade da tubulação P através do meio de acoplamento W no corpo da parte reservatória de meio de acoplamento 21, o meio de acoplamento W na parte de fole 22, e o filme W2. As ondas ultrassônicas refletidas pela porção de extremidade da tubulação P são recebidas pela sonda ultrassônica 1 através do filme W2, o meio de acoplamento W na parte de fole 22, e o meio de acoplamento W no corpo da parte reservatória de meio de acoplamento 21.

O retentor de sonda 2 segue a tubulação P que roda na direção circunferencial. Além disso, a parte de fole 22 se expande e contrai verticalmente. Portanto, mesmo se a tubulação P for dobrada ou tiver uma seção transversal que não seja completamente redonda, o filme W2 do meio de acoplamento permanece em contato com a porção de extremidade da tubulação P, e a flutuação do filme pode ser suprimida. Portanto, o meio de acoplamento W (incluindo o filme W2) é interposto entre a porção de extremidade da tubulação P e a sonda ultrassônica 1. Portanto, o teste ultrassônico preciso pode ser desempenhado.

As Figuras 5 são vistas que mostram um exemplo de resultados de detecção das falhas artificiais (falhas axiais) formadas na superfície externa na porção de extremidade de tubulação P, que é feita sob as seguintes condições de (1) a (6) através do uso do aparelho de teste ultrassônico 100 desta modalidade. A Figura 5A é um gráfico de detecção de falha obtido pelas sondas ultrassônicas 1B para detectar as falhas axiais, e a Figura 5B é uma vista esquemática que mostra as falhas artificiais. As abscissas da Figura 5A representam a posição axial da tubulação P, e os ordenados da mesma representam intensidade do eco.

- (1) Diâmetro externo de tubulação P: 168 mm
- (2) Velocidade de rotação de tubulação P: 113 rpm
- (3) Velocidade de trajetória na tubulação direção axial do retentor de sonda 2: 15.1 mm/s
- (4) Diâmetros internos Ds do espaçador 23: 63 mm
- (5) Taxa de fluxo do meio de acoplamento (água) fornecido: 5,5

litros/min

(6) Taxa de fluxo do meio de acoplamento (água) descarregada: menor do que 1 litro/min

Como pode ser visto da Figura 5A, de acordo com o aparelho de teste ultrassônico 100 desta modalidade, o meio de acoplamento pode ser interposto com estabilidade entre a porção de extremidade de tubulação e a sonda ultrassônica, e as falhas artificiais podem ser detectadas com alta precisão. A Figura 5 mostra a detecção de resultados de falhas axiais apenas. Entretanto, foi capaz de confirmar que no caso onde as falhas circunferenciais são formadas, como falhas artificiais e teste é desempenhado, as falhas podem ser detectadas com alta precisão através do uso de sondas ultrassônicas 1C, e no caso onde orifícios de fundo plano são formados como falhas artificiais e o teste é desempenhado, as falhas podem ser detectadas com alta precisão através do uso de sonda ultrassônica 1A.

### **REIVINDICAÇÕES**

1. Aparelho de teste ultrassônico para uma porção de extremidade de tubulação ou tubo, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende:

5 uma sonda ultrassônica que é disposta sob a porção de extremidade de uma tubulação ou tubo disposto de maneira plana na direção horizontal de modo a voltar-se para a porção de extremidade de tubulação ou tubo, sendo que a sonda ultrassônica transmite ondas ultrassônicas para a porção de extremidade da tubulação ou tubo, e recebe as ondas ultrassônicas da mesma; e

10 um retentor de sonda que aloja a sonda ultrassônica que é disposta sob a porção de extremidade da tubulação ou tubo de modo a voltar-se para a porção de extremidade de tubulação ou tubo e seguir a tubulação ou tubo que giram na direção circunferencial,

o retentor de sonda que compreende uma parte reservatória de meio de acoplamento que circunda um espaço entre a sonda ultrassônica e a porção de extremidade da tubulação ou tubo para conter um meio de acoplamento nisso, e

15 a parte reservatória de meio de acoplamento que compreende:

um corpo da parte reservatória de meio de acoplamento no qual o meio de acoplamento é fornecido;

20 uma parte de fole anular que é anexada ao lado superior do corpo da parte reservatória de meio de acoplamento de modo a comunicar-se internamente com o corpo da parte reservatória de meio de acoplamento, e pode expandir-se e contrair-se verticalmente; e

25 um espaçador anular que é anexado ao lado superior da parte de fole, e sendo que pelo menos a superfície superior do espaçador anular é uma superfície horizontal plana.

2. Aparelho de teste ultrassônico para uma porção de extremidade de tubulação ou tubo, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a parte reservatória de meio de acoplamento compreende adicionalmente um membro tubular que é anexado à superfície inferior do espaçador e é ajustado

30 na parte de fole.

3. Aparelho de teste ultrassônico para uma porção de extremidade de tubulação ou tubo, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o corpo da parte reservatória de meio de acoplamento é dotado de uma porta de fornecimento de meio de acoplamento para fornecer o meio de
- 5 acoplamento na direção tangencial de um arco predeterminado ao redor do eixo geométrico central vertical, e uma porta de descarga de meio de acoplamento para descarregar o meio de acoplamento na direção tangencial do arco.

Figura 1A

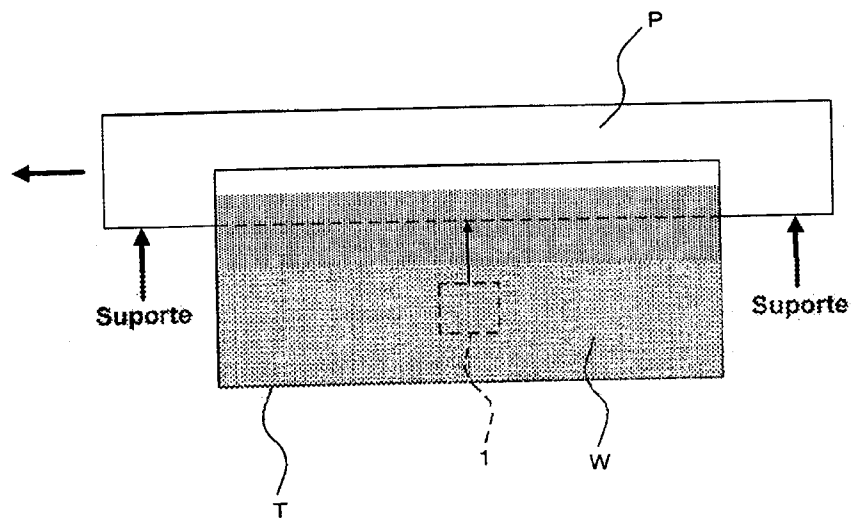


Figura 1B

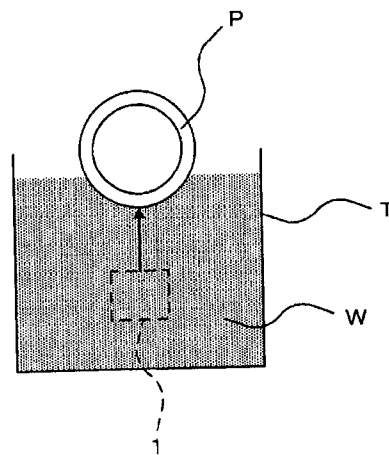






Figura 4

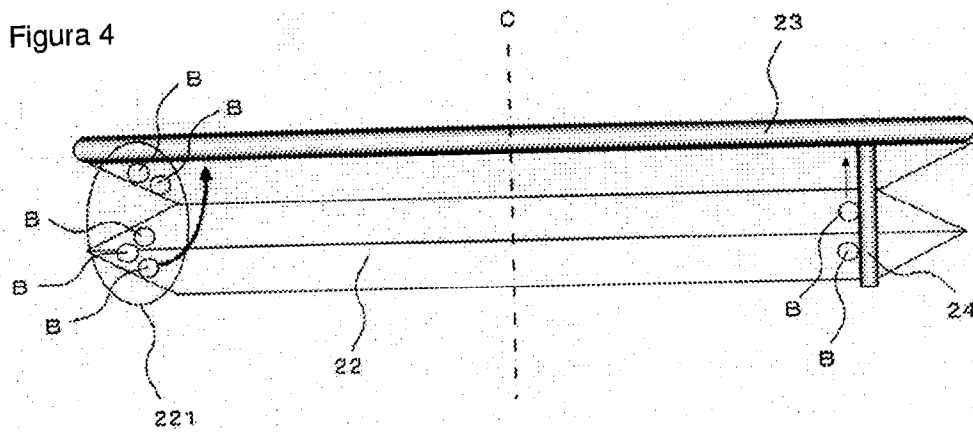


Figura 5A

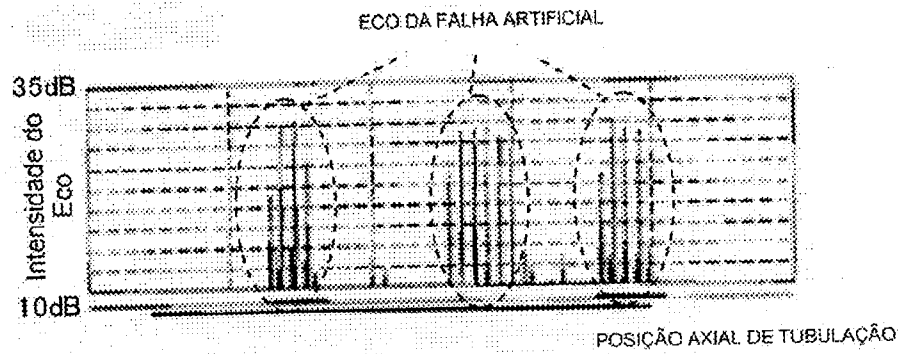
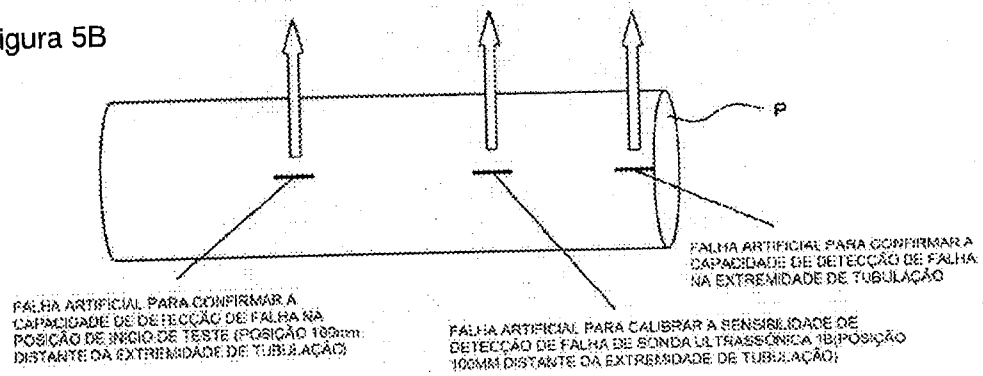


Figura 5B



**RESUMO****“APARELHO DE TESTE ULTRASSÔNICO PARA PORÇÃO DE  
EXTREMIDADE DE TUBULAÇÃO OU TUBO”**

O objetivo da presente invenção é fornecer um aparelho de teste  
5 ultrassônico para uma porção de extremidade de tubulação, o qual permite a  
realização de um teste ultrassônico preciso por meio da interposição estável de um  
meio de acoplamento entre a porção de extremidade de tubulação e uma sonda  
ultrassônica.

O aparelho de teste ultrassônico 100 compreende: uma sonda  
10 ultrassônica 1 que é disposta sob a porção de extremidade de uma tubulação P  
disposta de maneira plana na direção horizontal de modo a voltar-se para a porção  
de extremidade de tubulação, sendo que a sonda ultrassônica 1 transmite ondas  
ultrassônicas para a porção de extremidade da tubulação e recebe as ondas  
ultrassônicas da mesma; e um retentor de sonda 2 que aloja a sonda ultrassônica  
15 que é disposta sob a porção de extremidade da tubulação de modo a voltar-se  
para a porção de extremidade de tubulação, e segue a tubulação que gira na  
direção circunferencial. O retentor de sonda compreende uma parte reservatória de  
meio de acoplamento que circunda um espaço entre a sonda ultrassônica e a  
porção de extremidade da tubulação para conter um meio de acoplamento W  
20 nisso. A parte reservatória de meio de acoplamento compreende: um corpo da  
parte reservatória de meio de acoplamento 21 em que o meio de acoplamento é  
fornecido; uma parte de fole anular 22 que é anexada ao lado superior do corpo da  
parte reservatória de meio de acoplamento, de modo a se comunicar internamente  
com o corpo da parte reservatória de meio de acoplamento, e pode se expandir e  
25 contrair verticalmente; e um espaçador anular 23 que é anexado ao lado superior  
da parte de fole, e ao menos a superfície superior do espaçador anular é uma  
superfície horizontal plana.