



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

(11) PI 0923079-3 B1



(22) Data do Depósito: 17/12/2009

(45) Data de Concessão: 18/06/2019

(54) Título: DISPOSITIVO DE MEDIÇÃO PARA MEDIÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS DE FLUIDOS INDIVIDUAIS

(51) Int.Cl.: G01F 1/36; G01F 1/44; G01F 1/708; G01F 1/712; G01F 1/74.

(52) CPC: G01F 1/363; G01F 1/44; G01F 1/708; G01F 1/712; G01F 1/74.

(30) Prioridade Unionista: 19/12/2008 NO 20085329.

(73) Titular(es): ABBON AS.

(72) Inventor(es): THONSTAD, HALLVARD.

(86) Pedido PCT: PCT NO2009000439 de 17/12/2009

(87) Publicação PCT: WO 2010/071447 de 24/06/2010

(85) Data do Início da Fase Nacional: 20/06/2011

(57) Resumo: MEDIDOR DE FLUXO DE MÚLTIPLAS FASES A presente invenção está correlacionada a um dispositivo de medição (100) e sistema para medição de propriedades físicas de fases individuais em um fluxo de múltiplas fases, que circula através de uma tubulação (110), em que o dispositivo de medição (100) compreende uma seção de medição (120) com pelo menos duas câmaras separadas e alongadas (130) , que são formadas por pelo menos uma barreira longitudinal (140), em que pelo menos uma das câmaras (130) compreende meios para medição das propriedades físicas do fluxo de múltiplas fases que circula através das câmaras (130), em que o diâmetro interno da tubulação (110) é menor do que o local onde a seção de medição (12 O) se encontra posicionada, e em que ocorre uma contração (220) na parede interna do tubo da tubulação (110).

**"DISPOSITIVO DE MEDIÇÃO PARA MEDIÇÃO DAS
PROPRIEDADES FÍSICAS DE FLUIDOS INDIVIDUAIS"**

Introdução

[001]A presente invenção se refere a um dispositivo de medição e a um sistema para medição de propriedades físicas de fases individuais em um fluxo de múltiplas fases. Mais especificamente, a invenção se refere a detalhes estruturais de tal dispositivo de medição, que o torna particularmente bastante adequado para medição de fluxos de até três diferentes fluidos em uma mistura, e onde esses fluidos fluem juntos através de uma tubulação na qual o dispositivo de medição é integrado.

Estado da Técnica

[002]Diversos dispositivos para medição de propriedades de fluxos de múltiplas fases são bem conhecidos. O foco anterior tem sido centrado na medição de fluxos de múltiplas fases consistindo de petróleo, água e gás. Portanto, existem diversas e diferentes soluções para medidores de múltiplas fases que são otimizadas para medição desses meios e que apresentam vantagens e inconveniências.

[003]A presente invenção está correlacionada a um dispositivo de medição, o qual, quando em operação, constitui uma parte integral de uma tubulação através da qual o fluxo de múltiplas fases flui. A fim de ser possível executar diferentes medições nas diferentes fases, os meios de cada fase, tomados separadamente, devem ter diferentes propriedades físicas que se diferenciam entre si em uma mistura de múltiplas fases, por exemplo, densidade de massa e condutividade, de modo que essas propriedades possam ser usadas para

separar e caracterizar os fluidos. O dispositivo de medição pode, por exemplo, ser usado para medição de volume de petróleo, água e gás que fluem a partir de poços produtores de petróleo ou gás, mas o seu uso não se limita a isso.

[004]O documento WO 2006/083170 descreve um aparelho para medição de fluxo, para medir um fluxo de fluido consistindo de diversas fases. Nesse documento é descrito um corpo central na tubulação que é preso por uma aleta. Isso forma o eletrodo terra nas medições capacitivas.

[005]O documento WO 99/67566 descreve uma tubulação seccionada para reduzir a diferença na velocidade de fluxo entre as diferentes fases, quando do transporte de um fluxo de múltiplas fases.

[006]O documento DE 19632529 descreve o uso de eletrodos cilíndricos para medição da capacitância de um fluxo de fluido.

[007]O documento US 5.305.638 descreve um medidor de fluxo tendo um divisor dotado de aletas para dividir o fluxo.

[008]O documento US 6.655.221 descreve um medidor de fluxo de múltiplas fases tendo um corpo localizado centralmente em uma tubulação, através da qual um fluxo de múltiplas fases flui. O corpo cria diferenças de pressão no fluxo, que são medidas e combinadas com medições de características elétricas, a fim de derivar taxas de fluxo de massa das diferentes fases. O corpo é localizado coaxialmente na tubulação. Além disso, eletrodos, em uma das soluções descritas na figura 2, são conectados ao corpo centralmente localizado,

e no interior da tubulação onde o corpo está localizado, desse modo, proporcionando pares de eletrodos, mas com um contra-eletrodo comum externo.

[009] Uma solução coaxial apresenta diversas vantagens técnicas de medição, em relação a uma solução na qual os eletrodos são colocados nas paredes externas de uma tubulação, conforme mostrado na figura 5, do documento US 6.655.221. Em uma estrutura coaxial, a distância entre o eletrodo e o contra-eletrodo é pequena e, conseqüentemente, a área de seção transversal dos eletrodos pode ser tornada pequena sem que isso seja à custa da sensibilidade do sistema. Portanto, uma estrutura coaxial apresenta vantagens com relação à fabricação de um sensor de medição compacto.

[0010] A figura 2 apresentada no documento US 6.655.221 mostra um conjunto de uma pluralidade de eletrodos tipo anel, que são usados para medições de velocidade de fluxo. A fim de tornar o sensor pequeno, é desejável colocar os anéis o mais próximo possível um do outro. Entretanto, isso aumentará a sensibilidade do sensor para os componentes de velocidade não-radial. Esses movimentos não-radiais ou em espiral no fluxo ocorrerão em um fluxo de múltiplas fases que não é homogêneo. Isso pode ocorrer, por exemplo, se houver uma predominância de líquido em uma parte da seção transversal, ao mesmo tempo em que ocorre uma maior quantidade de gás em outra parte da mesma seção transversal, conforme mostrado nas figuras 5a e 5b. Quando essa mistura entra em uma contração, tanto líquido como gás serão

acelerados e a fase líquida se misturará com a fase gasosa, a fim de manter as condições de pressão dentro da contração. O líquido tomará os caminhos B e C grosseiramente transversais à direção do fluxo. Esses componentes de velocidade não-axial no fluxo causarão um aumento de incerteza na estimativa de velocidade total para o fluxo.

[0011] Na presente invenção, pelo menos uma parede longitudinal é introduzida entre o corpo central e a parede interna da tubulação. Essa parede ajudará a tornar o fluxo de múltiplas fases unidirecional, e evitará a ocorrência de componentes de fluxo significativos transversais à direção do fluxo. Ao mesmo tempo, o diâmetro interno da tubulação é menor no local em que a seção de medição está posicionada, pelo que ocorre uma contração na parede interna da tubulação.

[0012] Essa construção proporciona o efeito de diminuir a incerteza da medição de velocidade, e permite que pares de eletrodos usados para medição de velocidade sejam colocados mais próximos. Portanto, é obtido um efeito favorável, em que o medidor pode ser feito fisicamente pequeno, ao mesmo tempo em que é mais independente da composição do fluxo.

[0013] A figura 2 apresentada no documento US 6.655.221 mostra uma construção na qual o contra-eletrodo é explicitamente descrito com fisicamente grande, se comparado com os eletrodos que são colocados sobre o corpo central. Essa configuração auxiliará em tornar o sensor relativamente sensível em relação às variações locais, próximo ao contra-eletrodo grande. Na

presente invenção, cada eletrodo tem um contra-eletrodo com a mesma extensão axial do eletrodo. Em tal modalidade, o sensor terá uma resolução espacial igualmente grande na superfície do contra-eletrodo, como no próprio eletrodo. Isso, por sua vez, contribuirá para uma detecção mais precisa do fluxo, o que também é uma característica da presente invenção, que contribuirá para uma melhor estimativa de velocidade.

[0014] A configuração do dispositivo de medição para medição de um fluxo de múltiplas fases, em conformidade com a presente invenção, portanto, resultará em um efeito favorável e em um melhor resultado de medição.

Breve Descrição da Invenção

[0015] A presente invenção se refere a um dispositivo de medição, para medir as propriedades físicas de fases individuais em um fluxo de múltiplas fases que flui através de uma tubulação com um diâmetro constante a montante e a jusante do dispositivo de medição, em que o dispositivo de medição compreende uma seção de medição com pelo menos duas câmaras separadas e alongadas, que são formadas por pelo menos uma barreira longitudinal, em que pelo menos uma das câmaras compreende meios para possibilitar a medição das propriedades físicas do fluxo de múltiplas fases que flui através das câmaras, e em que o dispositivo de medição é caracterizado pelo fato de que o diâmetro interno da tubulação é menor no local em que a seção de medição está posicionada, em que ocorre uma contração na parede interna da tubulação.

[0016] Mediante o conhecimento da presente invenção conforme descrita, uma pessoa versada na técnica entenderá que existirão outras modalidades e modificações dentro do escopo da presente invenção.

Descrição Detalhada da Invenção

[0017] Conforme já mencionado, a presente invenção se refere a um dispositivo de medição para uso em um sistema para medir as propriedades físicas de fases individuais em um fluxo de múltiplas fases que flui através de uma tubulação. O dispositivo de medição será descrito abaixo, fazendo-se referência às figuras anexas, nas quais:

- a figura 1a é uma vista lateral de um dispositivo de medição;

- a figura 1b é uma vista em seção transversal de um dispositivo de medição conforme mostrado na figura 1a;

- a figura 2a é uma vista lateral de uma modalidade específica do dispositivo de medição;

- a figura 2b é uma vista em seção transversal do dispositivo de medição da figura 2a;

- a figura 3 é uma vista lateral do dispositivo de medição de acordo com a invenção com uma contração na parede interna da tubulação;

- a figura 3b é uma vista em seção transversal do dispositivo de medição mostrado na figura 3a;

- a figura 4a é uma vista lateral do dispositivo de medição com uma contração na parede interna da tubulação, e um corpo longitudinal no centro, o qual se estende ao longo da barreira;

- a figura 4b é uma vista em seção transversal do dispositivo de medição conforme mostrado na figura 4a;

- a figura 5a mostra como diferentes fases de fluido podem ser distribuídas no dispositivo de medição;

- a figura 5b é uma vista em seção transversal daquela mostrada na figura 5a.

[0018] A figura 1a é uma vista lateral do dispositivo de medição 100. Quando o dispositivo de medição é operacionalmente instalado, o mesmo estará em comunicação com as tubulações 110, a montante e a jusante do dispositivo de medição 100. Essas tubulações 110 têm um diâmetro interno constante, que pode ser igual ou diferente a montante e a jusante do dispositivo de medição 100 em questão. Diferentes diâmetros internos das tubulações conectadas 110 não afetarão as propriedades ou o escopo das características da presente invenção.

[0019] O dispositivo de medição 100 pode, por meio de um tipo previamente definido de conectores, ser conectado às tubulações 110 que transportam o fluxo de múltiplas fases. Nessa disposição, as tubulações 110, que são conectadas ao dispositivo de medição 100 a montante e a jusante do mesmo, podem ter o mesmo diâmetro interno, e, preferivelmente, o mesmo diâmetro externo, à medida que as tubulações se encontram em comunicação com o dispositivo de medição 100. A figura mostra adicionalmente uma barreira longitudinal 140, que divide em dois o volume interno da tubulação 110. Eletrodos 160 são também

mostrados, fixados à barreira 140. Isso será explicado em maiores detalhes com referência à figura 1b.

[0020] A figura 1b é uma vista em seção transversal do dispositivo de medição de acordo com a invenção, compreendendo um conjunto de diversas partes. As partes são montadas ou inseridas em uma tubulação 110. A tubulação 110, preferivelmente, é construída de um material que é adequado para o sistema de tubulações, no qual o dispositivo de medição 100 deve ser montado. Esse material, tipicamente, poderá ser aço, de um tipo e qualidade a ser definido pelo proprietário do sistema de tubulações.

[0021] O dispositivo de medição 100 é caracterizado pelo fato de compreender uma seção de medição 120 com pelo menos duas câmaras separadas e alongadas 130, que são formadas por pelo menos uma barreira longitudinal 140, e onde pelo menos uma das câmaras 130 compreende meios para possibilitar a medição das propriedades físicas do fluxo de múltiplas fases que flui através das câmaras 130.

[0022] Uma barreira 140 é preferivelmente montada de forma simétrica, de modo que as câmaras 130 sejam de igual tamanho. No decorrer do tempo, quantidades igualmente grandes de fluxo de fluidos de múltiplas fases fluirão através de cada câmara 130, desde que o dispositivo de medição 100 seja montado de modo que os fluidos, por exemplo, líquido e gás, sejam, na média, uniformemente distribuídos. Um exemplo disso é quando o dispositivo é colocado a jusante de uma curva, onde é possível que o líquido se disponha

contra uma parte da seção transversal da tubulação após a curva. Nesse caso, a barreira 140 deverá ser posicionada de modo a dividir a fração de líquido e, conseqüentemente, a fração de gás, em partes igualmente grandes.

[0023] Embora a figura 1b mostre uma seção transversal de um dispositivo de medição com uma barreira reta e câmaras de mesmo tamanho 130, a invenção não deverá ser considerada como limitada a essa modalidade. A barreira pode ser concebível para ter, por exemplo, um formato de "Y", de modo que três câmaras 130 sejam formadas pelas barreiras 140 que não se dispõem de modo reto, mas que se dispõem com um ângulo entre si, e em que as câmaras não são necessariamente do mesmo tamanho. A parede de extremidade da barreira 140 na direção do fluxo pode ser pontuda ou arredondada, e a espessura pode ser variada e adaptada à tubulação 110 na qual a mesma deve ser colocada.

[0024] Os meios para medição das propriedades físicas do fluxo de múltiplas fases compreendem sensores de pressão 150, para medir mudanças de pressão entre diferentes locais de diferentes seções transversais no dispositivo de medição 100. Preferivelmente, são dispostos pares de calibradores de pressão para medição da pressão diferencial. Um sensor de pressão pode ser colocado em uma ou mais das câmaras alongadas 130, enquanto um ou mais sensores de pressão correspondentes podem ser posicionados em uma localização na frente ou após as câmaras 130. Mudanças na pressão e/ou pressão diferencial serão, então, capazes de serem medidas entre os pares de sensores de pressão. A

pressão diferencial pode também ser medida usando outros dispositivos adequados para medição de diferenças de pressão.

[0025] Pelo menos uma câmara 130 na seção de medição 120 é equipada com pelo menos um conjunto de eletrodos 160, 170, a fim de possibilitar medir os valores elétricos e, conseqüentemente, as propriedades elétricas do fluxo de múltiplas fases compreendendo diferentes fluidos que fluem através da câmara 130. Pelo menos um eletrodo interno 160 é localizado em conexão com a barreira longitudinal 140, sendo eletricamente isolado da barreira 140 por meio de um material eletricamente isolante, o qual tem satisfatórias propriedades mecânicas, térmicas e químicas, com relação à resistência a cargas pesadas. Além disso, pelo menos um contra-eletrodo externo 170 é embutido na parede interna da tubulação 110 e disposto eletricamente isolado dessa parede. O eletrodo interno 160 é adicionalmente conectado a uma unidade eletrônica 178 por meio de um cabo elétrico 165 que é guiado dentro de um duto através da barreira ou barreiras internas 140, nas quais o eletrodo interno 160 é fixado, ou seja, uma das barreiras 140 entre as câmaras 130, e depois, fora da tubulação, na unidade eletrônica 178, que se encontra localizada exteriormente ao dispositivo de medição 100. O contra-eletrodo externo 170 é similarmente conectado à unidade eletrônica 178 através de outro cabo elétrico 175, o qual é passado pela parede externa da tubulação. De modo similar, os sensores de pressão 150 são conectados à unidade eletrônica 178 através de cabos 155, 158.

[0026] A barreira 140 auxiliará a tornar a estrutura da seção de medição 120 robusta e também, vantajosamente, será capaz de ser usada para a disposição dos cabos elétricos dos eletrodos 160, 170, e de quaisquer outros meios de medição de propriedades físicas do fluxo de múltiplas fases, fora do dispositivo.

[0027] Os eletrodos 160, 170 são usados para medir a capacitância e/ou a condutância entre os mesmos. A configuração de um eletrodo interno 160 e de um contra-eletrodo externo 170 pode, vantajosamente, ser mais próxima possível a de um condensador de placas paralelas. Embora as faces interiores da tubulação sejam curvas, os eletrodos 160, 170 podem, com relação ao comprimento, largura e formato, serem vantajosamente configurados de modo que seja obtida uma forma de placa aproximadamente paralela. Isso é uma geometria simples, que torna relativamente fácil o cálculo matemático da capacitância. Além disso, será ótimo se a distância entre as placas, além de ser constante, for também a menor possível. Desse modo, é obtida uma máxima sensibilidade, enquanto que quaisquer efeitos de campo de franja ao longo das bordas são minimizados. Conforme mencionado acima, não é desejável que a distância entre os eletrodos e, conseqüentemente, entre a barreira interna 140 e a parede da tubulação seja demasiadamente pequena, uma vez que a perda por atrito poderá ser maior do que a desejada. Portanto, uma situação ótima deverá ser procurada entre essas necessidades cruzadas.

[0028] A figura 2a mostra uma vista lateral de uma modalidade específica do dispositivo de medição 100, de acordo com a invenção. Assim, pode ser visto que a barreira longitudinal 140 compreende um corpo longitudinal 180 que se estende ao longo da barreira 140 e que se posiciona de modo axial em relação à mesma, e em que o corpo 180 tem uma parte a montante 190, uma parte central 200 e uma parte a jusante 210, e em que o corpo 180 tem um diâmetro que é menor que o diâmetro interno da tubulação 110, de modo que o fluxo de múltiplas fases possa fluir livremente após o corpo 180, sobre cada lado da(s) barreira(s) longitudinal(is) 140, e em que o(s) eletrodo(s) interno(s) 160, nessa modalidade, é/são montado(s) na parte central 200 do corpo integrado 180.

[0029] Em uma modalidade, a parte a montante 190 e a parte a jusante 210 do corpo longitudinal 180 têm um aumento de seção transversal na direção da parte central 200 do corpo 180 e a mesma seção transversal e formato da parte central 200 do corpo 180, no ponto em que a parte a montante 190 e a parte a jusante 210 encontram a parte central 200.

[0030] A forma da parte central 200 do corpo 180 será preferivelmente cilíndrica. Em uma modalidade, a extensão longitudinal do corpo 180 é maior que da barreira 140, de modo que a parte a montante 190 e/ou a parte a jusante 210 têm uma extensão que excede o comprimento da barreira 140.

[0031] Em outra modalidade, a extensão longitudinal do corpo 180 é do mesmo tamanho que o da barreira 140, e ainda em outra modalidade, a

extensão longitudinal do corpo é menor que da barreira 140, de modo que a parte a montante 190 e/ou a parte a jusante 210 têm uma extensão que não excede a extensão da barreira 140.

[0032] Numa terceira modalidade, a extensão longitudinal do corpo 180 é do mesmo tamanho que da barreira 140.

[0033] O corpo 180 cria, além da barreira 140, uma adicional contração na tubulação 110, o que resulta em um adicional aumento na velocidade do meio de fluxo, resultando em uma queda acentuada na pressão entre uma posição a montante ou a jusante do corpo 180 e uma posição próxima do corpo 180. O diâmetro externo do corpo 180 pode ser calculado, de modo que a proporção entre a área de seção transversal na câmara 130 que é formada entre o exterior do corpo e o interior da parte da tubulação 110, na qual o corpo 180 é montado, dividida pela área da tubulação 110 em uma posição 215 além da posição do corpo 180, está dentro da proporção da área que normalmente se aplica para instrumentos de medição padrão com base em uma queda de pressão. Isso pode resultar em que a distância entre o corpo e a parede da tubulação se torne extremamente pequena, de modo que o atrito criado pela movimentação dos fluidos entre as faces na abertura se torna extremamente grande. Para aumentar essa distância, o diâmetro interno da tubulação 110 pode, na posição próxima ao corpo 180, ser menor do que no resto do comprimento da tubulação 110. Assim, o diâmetro do corpo 180 pode também ser tornado menor. A contração é descrita em maiores detalhes com referência à figura 3.

[0034] O corpo longitudinal 180 é adicionalmente equipado com pelo menos mais um eletrodo, que tem a mesma configuração e que é montado da mesma maneira que o primeiro eletrodo. Os eletrodos internos, individualmente, têm um respectivo contra-eletrodo, o qual é embutido na parte da parede interna da tubulação 110 que é oposta ao corpo 180. Esses eletrodos são eletricamente isolados do resto da construção de uma maneira similar a dos eletrodos na barreira 140 ou no corpo 180, por meio de material eletricamente isolante. Cabos elétricos 175 são passados a partir desses eletrodos, através da parede da parte externa da tubulação 110 e fora da unidade eletrônica 178 no seu exterior. Ao usar dois ou mais pares de eletrodos, será possível executar medições de velocidade do fluxo.

[0035] A figura 2b é uma vista em seção transversal de uma modalidade específica do dispositivo de medição 100. Nessa figura é mostrado como o eletrodo interno 160 simplesmente cobre uma parte do círculo de seção transversal do corpo longitudinal 180, devido à barreira 140. Pode ser argumentado que os eletrodos 160, 170 devam cobrir todo o círculo de seção transversal do corpo longitudinal 180, ou seja, que o eletrodo interno se disponha como uma faixa em torno do corpo central 180, enquanto o contra-eletrodo externo 170 se dispõe como uma faixa similar em torno do círculo formado pela seção transversal interna da tubulação 110. Entretanto, uma solução desse tipo tem a desvantagem de que o volume entre os eletrodos 160, 170, entre os quais as diferentes

fases do fluxo de fluido se tornam substancialmente maiores, e que haverá um aumento de probabilidade de que os fluidos nos diversos sub-volumes sejam diferentes. O resultado disso é que a capacitância e/ou condutância medidas sejam menos representativas do que aquilo que se deseja medir. Assim, a partir do que foi descrito acima, pode ser observado que a presença da barreira 140 é vantajosa para as diversas e mencionadas razões.

[0036] As figuras 3a e 3b mostram a localização de uma contração 220 na parede interna da tubulação. Essa é a modalidade preferida de acordo com a presente invenção. Com uma contração 220 desse tipo, o diâmetro interno da tubulação 110 é menor no local em que a seção de medição 120 está posicionada.

[0037] Uma contração 220 é especialmente favorável para o aumento da diferença de pressão entre uma posição exterior 215 à seção de medição 120 e uma posição em uma das câmaras 130. Isso será particularmente relevante se o corpo central 180 mencionado acima tiver uma pequena seção transversal, ou se o corpo 180 não se encontrar presente, e os eletrodos internos 160 serem colocados diretamente na barreira 140, entre as câmaras 130, conforme mostrado na figura 3b.

[0038] A contração 220 na parede interna da tubulação 110 tem um diâmetro constante menor no local da seção de medição 120 e um diâmetro que gradualmente aumenta para o diâmetro original da tubulação 110, além do local da seção de medição 120, conforme pode ser observado na figura 3a.

[0039] As figuras 4a e 4b mostram o dispositivo de medição com uma contração 220 na parede interna da tubulação 110 e um corpo longitudinal 180 no centro, o qual se estende ao longo da barreira 140. Nessa disposição, a contração 220 não precisa ser tão grande como no caso em que o corpo central 180 não está presente. Isso se deve ao fato de que a presença do corpo central 180 contribuirá para adicionais diferenças de pressão em locais com diferente seção transversal no dispositivo de medição 100, isto é, dentro e fora da seção de medição 120. Adicionais características mostradas nas figuras 4a e 4b correspondem às descritas em conexão com a figura 1b acima.

[0040] As figuras 5a e 5b são idealizadas para ilustrar como diferentes fases de fluido podem ser distribuídas no dispositivo de medição 100.

[0041] Conforme anteriormente mencionado, uma principal vantagem é alcançada mediante divisão da seção de medição 120 em câmaras separadas 130. Desse modo, é possível prevenir a ocorrência de fluxo em espiral dentro da contração formada na posição próxima à barreira 140, devido às variações locais de pressão nessa contração. Sem a presença da barreira, isso pode ocorrer, por exemplo, se ocorrer uma predominância de líquido D em uma parte da seção transversal, enquanto existir uma maior parte de gás E em outra parte da mesma seção transversal, conforme ilustrado nas figuras 5a e 5b. Quando essa mistura entra uma contração, líquido D e gás E serão acelerados e a fase líquida

se misturará com a fase gasosa, a fim de manter as condições de pressão dentro da contração. O líquido D tomará então os caminhos B e C grosseiramente transversais à direção do fluxo. Esses componentes de velocidade não-axial no fluxo provocam um aumento de incerteza na estimativa da velocidade total para o fluxo.

[0042] Outra principal vantagem será a interrupção de qualquer fluxo em espiral, também chamado de turbilhonamento, que já é encontrado no fluxo antes do mesmo entrar na posição em que as medições são realizadas, de modo que todos os componentes de velocidade no fluxo de movimentam em uma linha reta A axialmente, de modo a possibilitar uma medição de velocidade mais uniforme através da câmara, de modo integral e ininterrupto.

[0043] A presente invenção também compreende um sistema para medição e apresentação de propriedades físicas de fases individuais em um fluxo de múltiplas fases que flui através de uma tubulação 110. Esse sistema compreende o dispositivo de medição 100 da invenção descrito acima, que compreende uma seção de medição 120, com pelo menos duas câmaras separadas e alongadas 130 que são formadas por meio de pelo menos uma barreira longitudinal 140. O dispositivo de medição 100 compreende adicionalmente meios em pelo menos uma das câmaras 130 para possibilitar a medição de propriedades físicas do fluxo de múltiplas fases que flui através das câmaras 130. Esses meios compreendem sensores de pressão 150 para medição de mudanças de pressão em diferentes locais com diferentes seções transversais no dispositivo de

medição 100, e eletrodos para medição de propriedades elétricas do fluxo de múltiplas fases, e em que pelo menos um eletrodo interno 160 é provido em conexão com a barreira longitudinal 140, sendo eletricamente isolado dessa barreira 140, enquanto pelo menos um contra-eletrodo externo 170 é embutido na parede interna da tubulação 110 e eletricamente isolado dessa parede.

[0044] O sistema compreende adicionalmente meios técnicos de medição 178 conectados a sensores e eletrodos para coleta de dados de medição do fluxo de múltiplas fases, e meios de apresentação 179 para apresentar as diferentes propriedades físicas de cada fase do fluxo de múltiplas fases.

[0045] Em uma modalidade, o sistema compreende adicionalmente um corpo longitudinal 180 que se estende ao longo da barreira 140 e que se posiciona de modo axial em relação à mesma, o corpo 180 apresentando uma parte a montante 190, uma parte central 200 e uma parte a jusante 210, o corpo 180 tendo um diâmetro que é menor que o diâmetro interno da tubulação 110, de modo que o fluxo de múltiplas fases possa fluir livremente após o corpo 180, sobre cada lado da(s) barreira(s) longitudinal(is) 140, e em que o(s) eletrodo(s) interno(s) 160 é/são proporcionado(s) na parte central 200 do corpo integrado 180.

[0046] De acordo com o exposto acima, um par de eletrodos foi descrito consistindo de um eletrodo interno 160 e um contra-eletrodo externo 170. Essa construção pode ser usada para medir a capacitância e condutância total devida ao meio, ou

seja, tanto como três fluidos na mistura. Se as propriedades dielétricas e elétricas dos até três fluidos forem diferentes, a medição total da capacitância e condutância proverá informação sobre a proporção dos componentes. Isso significa dizer que com a ajuda de uma medição de capacitância/condutância é possível estabelecer uma equação que inclua a fração de cada um dos até três componentes do fluxo. Uma segunda equação é que a soma das frações juntas forma 100% da seção transversal da tubulação. Uma terceira equação é a chamada equação de Venturi, na qual as três frações são também incluídas. Para fazer uso dessa equação, a densidade mássica de cada fase individual deve ser conhecida. Além disso, a velocidade do fluxo deve ser conhecida. A velocidade é determinada pela correlação cruzada de sinais de pelo menos dois pares de eletrodos montados na direção longitudinal. A diferença axial entre os pares de eletrodos é conhecida e a função de correlação cruzada proporciona o retardo de tempo entre os pares de eletrodos. A velocidade é facilmente determinada com base nesses valores.

[0047] Em vista das propriedades características do dispositivo de medição 100 da invenção, que inclui favoráveis detalhes estruturais específicos no ponto onde as medições são feitas, e do sistema no qual esse dispositivo de medição 100 é utilizado, será observado que por meio dos métodos de cálculo descritos e conhecidos, usando dados de medição recebidos, será possível prover uma aperfeiçoada caracterização das

propriedades físicas das fases individuais em um
fluxo de múltiplas fases.

REIVINDICAÇÕES

1. Dispositivo de medição (100) para medição das propriedades físicas de fluidos individuais, em um fluxo de múltiplas fases que flui através de uma tubulação (110), em que o dispositivo de medição (100) compreende uma seção de medição (120) com duas câmaras separadas e alongadas (130), que são formadas por uma barreira longitudinal (140), em que pelo menos uma das câmaras (130) compreende meios para possibilitar a medição das propriedades físicas do fluxo de múltiplas fases que flui através das câmaras (130), e em que o dispositivo de medição (100) é caracterizado pelo fato de que o diâmetro interno da tubulação (110) é menor no local em que a seção de medição (120) está posicionada, em que ocorre uma contração (220) na parede interna da tubulação (110), e em que os meios para medição das propriedades físicas do fluxo de múltiplas fases compreendem sensores de pressão (150) para medir diferenças de pressão em diferentes locais com diferentes seções transversais no dispositivo de medição (100), e eletrodos para medição de propriedades elétricas do fluxo de múltiplas fases, e em que pelo menos um eletrodo interno (160) é proporcionado em conexão com a barreira longitudinal (140), sendo eletricamente isolado desta barreira (140), enquanto pelo menos um contra-eletrodo externo (170) é embutido na parede interna da tubulação (110), sendo eletricamente isolado dessa parede.

2. Dispositivo de medição (100), de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo

fato de que os meios para possibilitar a medição das propriedades físicas do fluxo de múltiplas fases são conectados a dispositivos técnicos de medição (178) para coleta de dados de medição do fluxo de múltiplas fases, e a meios de apresentação (179) para apresentar as diferentes propriedades físicas de cada fluido no fluxo de múltiplas fases.

3. Dispositivo de medição (100), de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a barreira longitudinal (140) compreende um corpo longitudinal (180) que se estende ao longo da barreira (140), e que é posicionado axialmente na mesma, o corpo (180) tendo uma parte a montante (190), uma parte central (200) e uma parte a jusante (210), e o corpo (180) tem um diâmetro que é menor do que um diâmetro interno da tubulação (110), de modo que o fluxo de múltiplas fases pode circular livremente pelo corpo (180), em cada lado da(s) barreira(s) longitudinal(is) (140) e em que o(s) eletrodo(s) interno(s) (160) é/são provido(s) na parte central (200) do corpo integrado (180).

4. Dispositivo de medição (100), de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que a extensão longitudinal do corpo (180) é maior do que a barreira (140), de modo que a parte a montante (190) e/ou a parte a jusante (210) tem uma extensão que excede a extensão da barreira longitudinal (140).

5. Dispositivo de medição (100), de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que a extensão longitudinal do corpo (180) é menor do que a barreira (140), de modo que a

parte a montante (190) e/ou a parte a jusante (210) tem uma extensão que é menor ou igual à extensão da barreira (140).

6. Dispositivo de medição (100), de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que a extensão longitudinal do corpo (180) é tão longa quanto a barreira (140).

7. Dispositivo de medição (100), de acordo a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a contração (220) na parede interna da tubulação (110) é tal que a tubulação (110) apresenta um diâmetro menor constante no local da seção de medição (120), e um diâmetro que aumenta gradualmente para o diâmetro original da tubulação (110) além da localização da seção de medição (120).

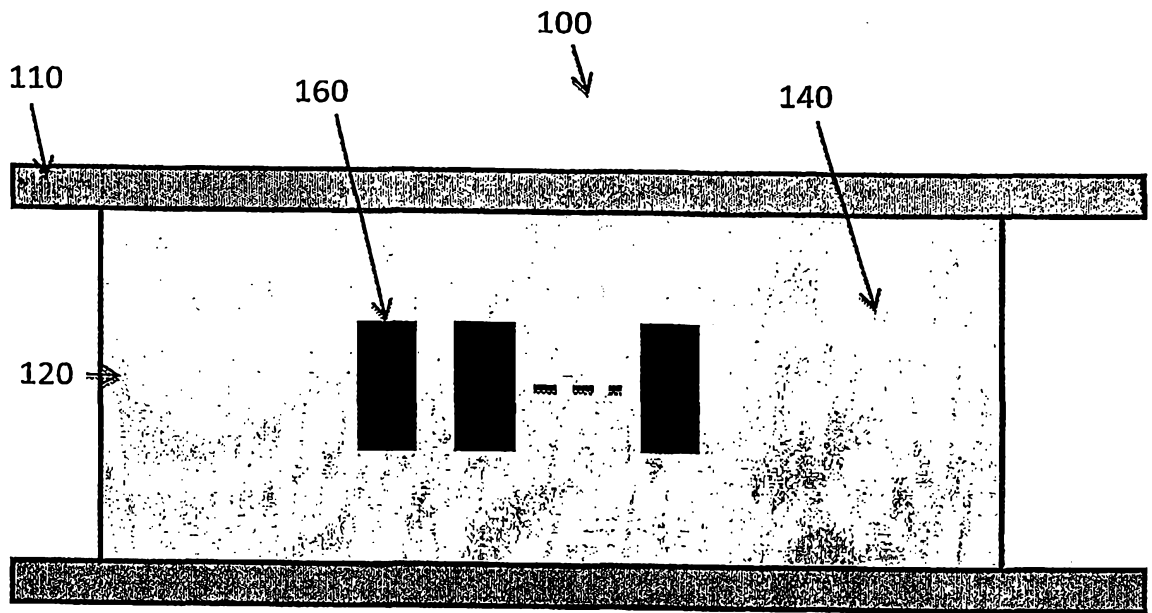


Fig. 1a

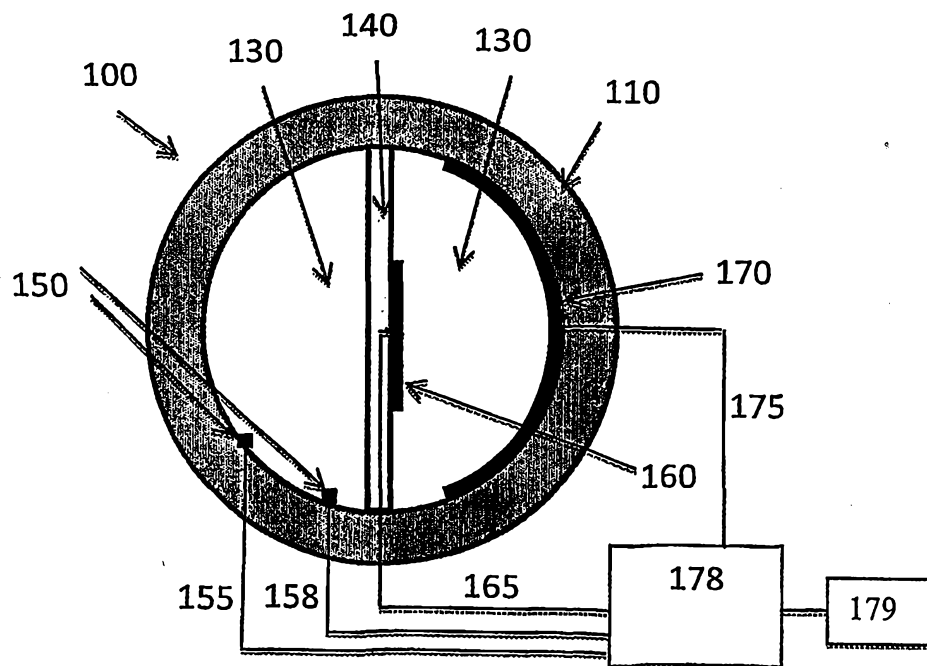


Fig. 1b

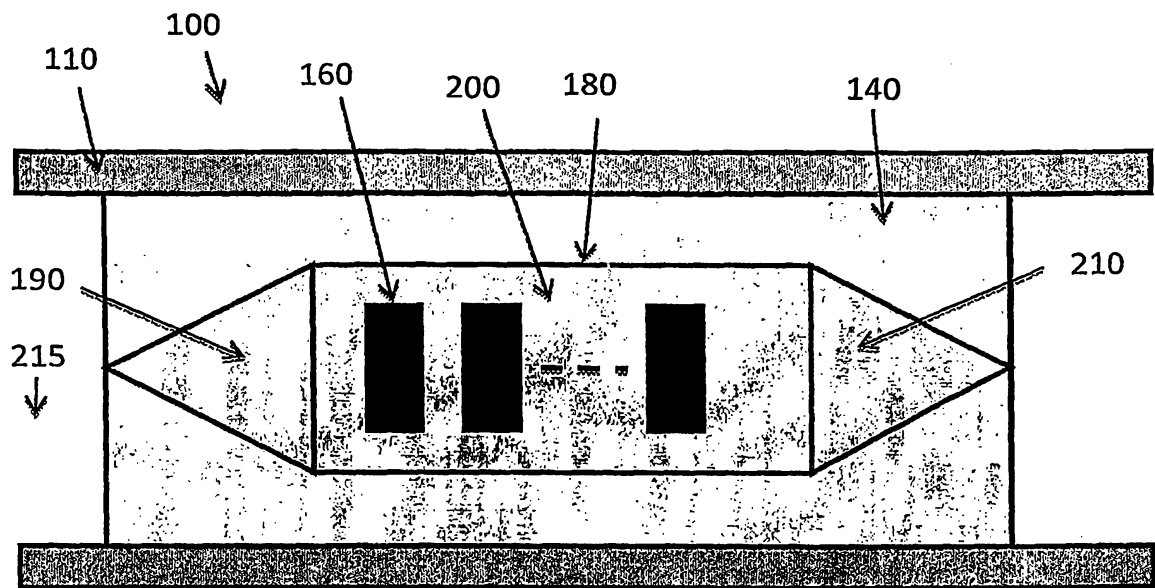


Fig. 2a

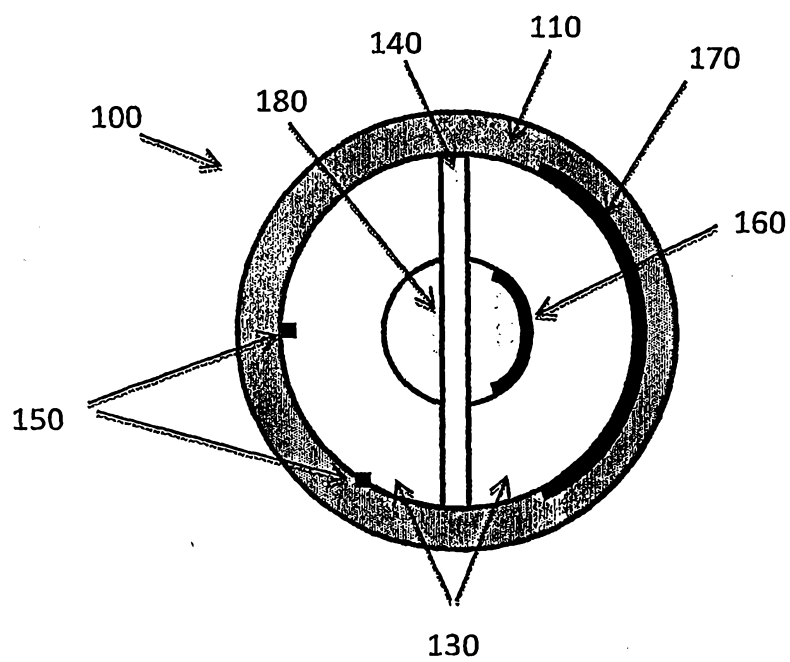


Fig. 2b

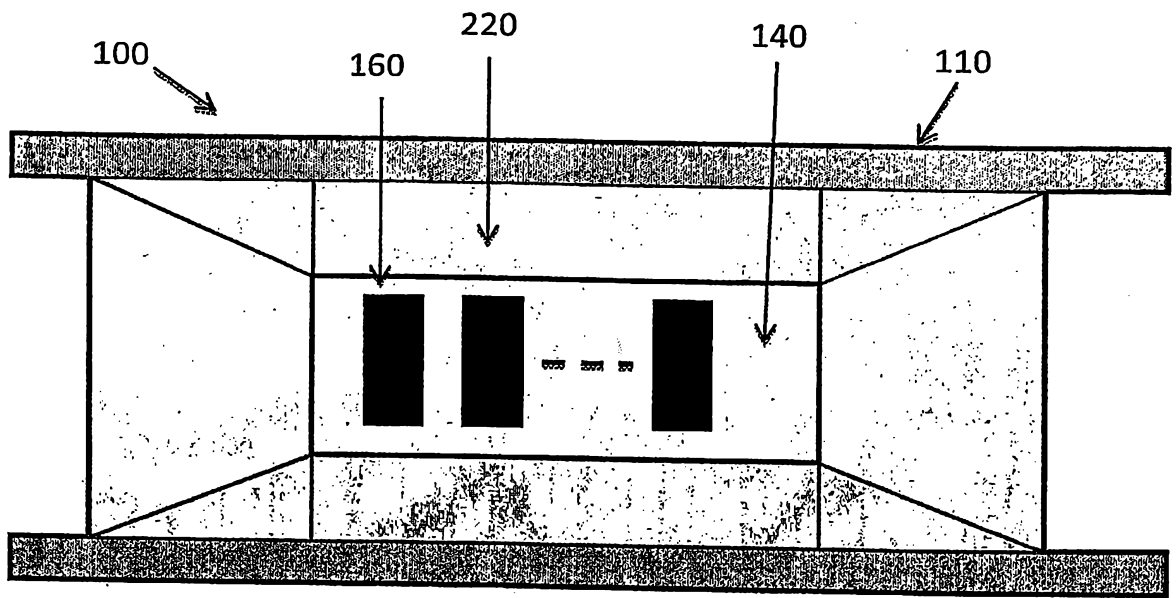


Fig. 3a

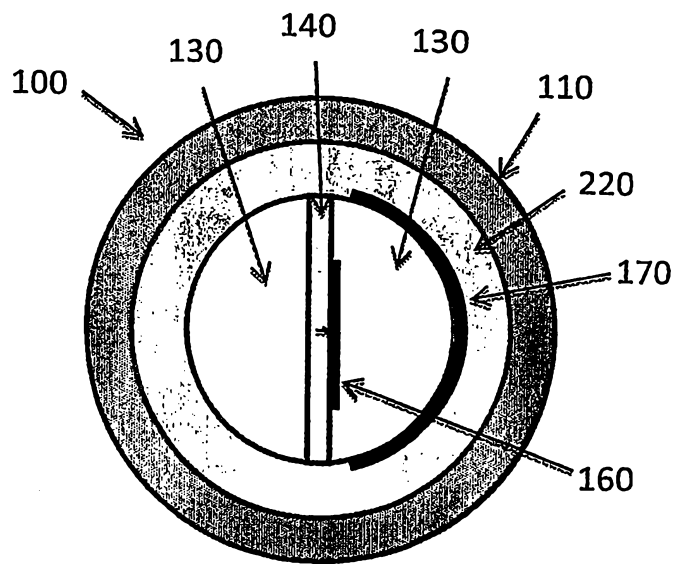


Fig. 3b

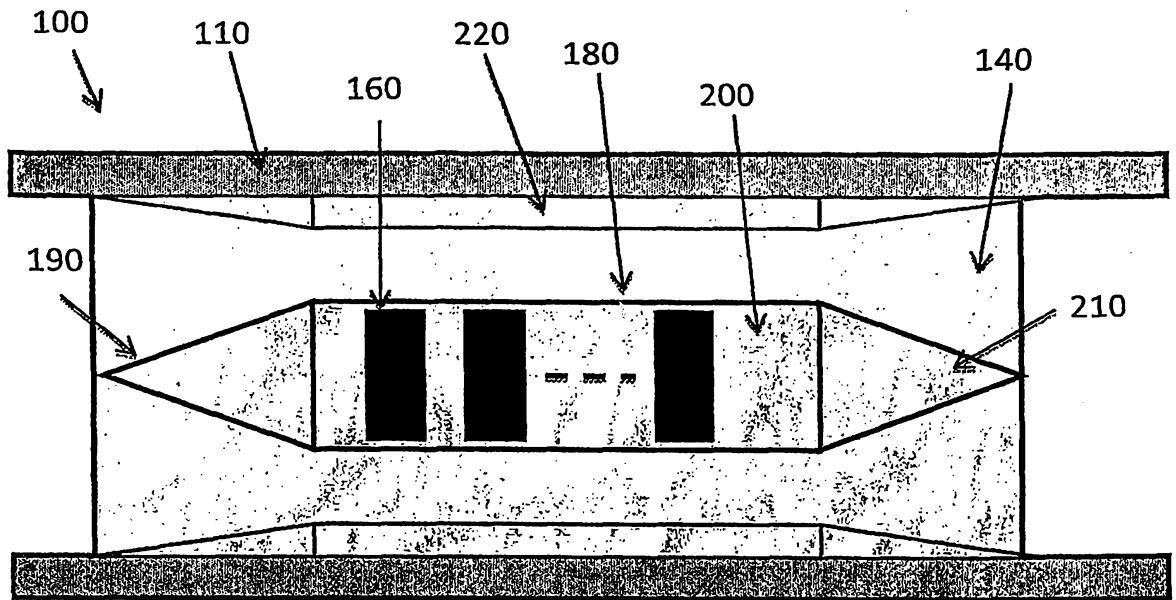


Fig. 4a

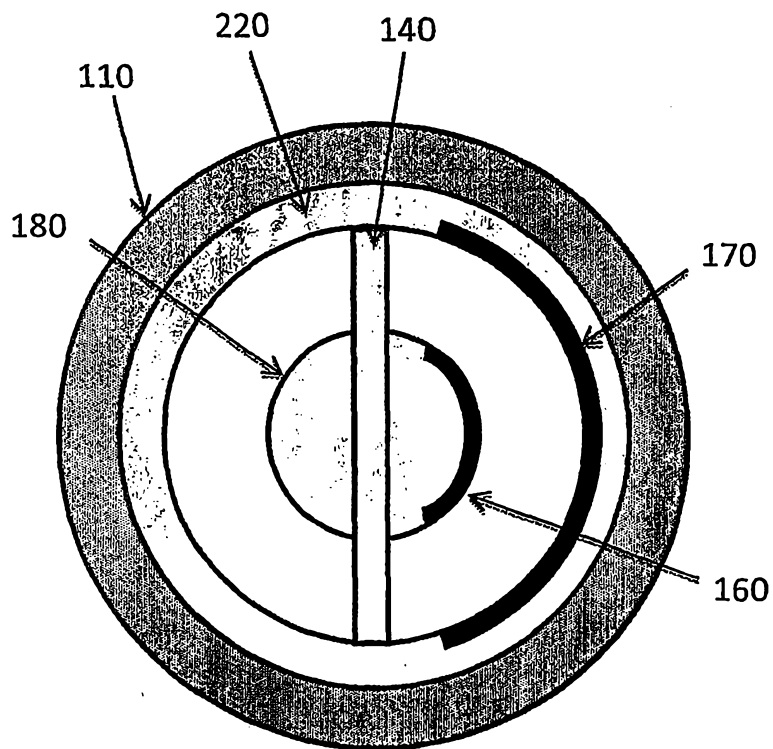


Fig. 4b

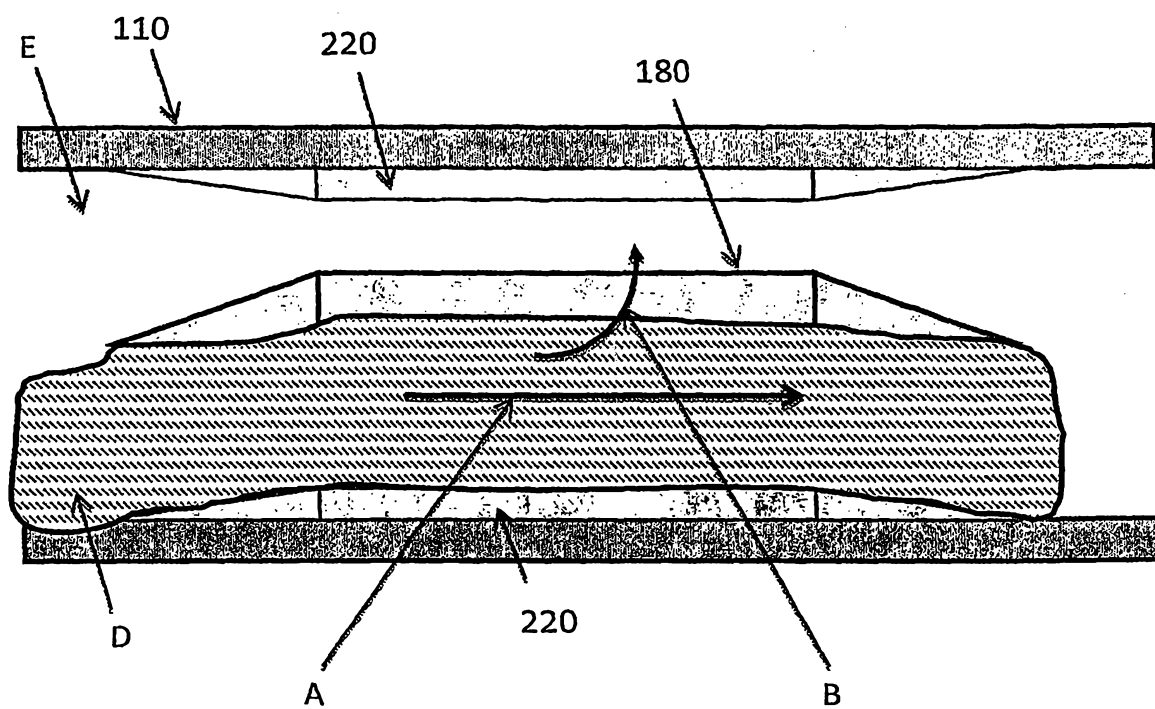


Fig. 5a

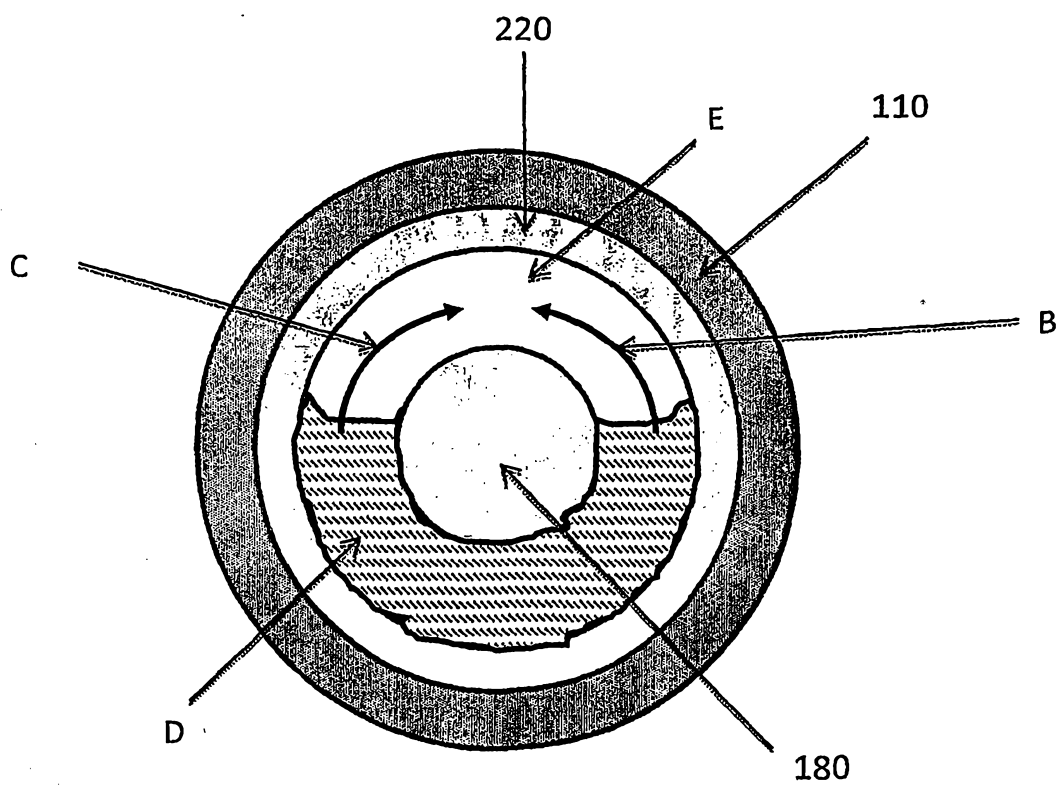


Fig. 5b