

(12) FASCÍCULO DE PATENTE DE INVENÇÃO

(22) Data de pedido: 2007.03.30	(73) Titular(es): POTABLE WATER SYSTEMS LTD. 952 ECHO LANE, SUITE 120 HOUSTON, TX 77024 US
(30) Prioridade(s): 2006.03.31 US 787907 P 2006.03.31 US 788278 P	
(43) Data de publicação do pedido: 2009.01.07	(72) Inventor(es): JORGE MILLER US LUISA KLING MILLER US
(45) Data e BPI da concessão: 2011.09.14 007/2012	(74) Mandatário: JOSÉ EDUARDO LOPES VIEIRA DE SAMPAIO R DO SALITRE 195 RC DTO 1250-199 LISBOA PT

(54) Epígrafe: **PROCESSO E DISPOSITIVO PARA PURIFICAÇÃO DE ÁGUA DOS ESGOTOS**

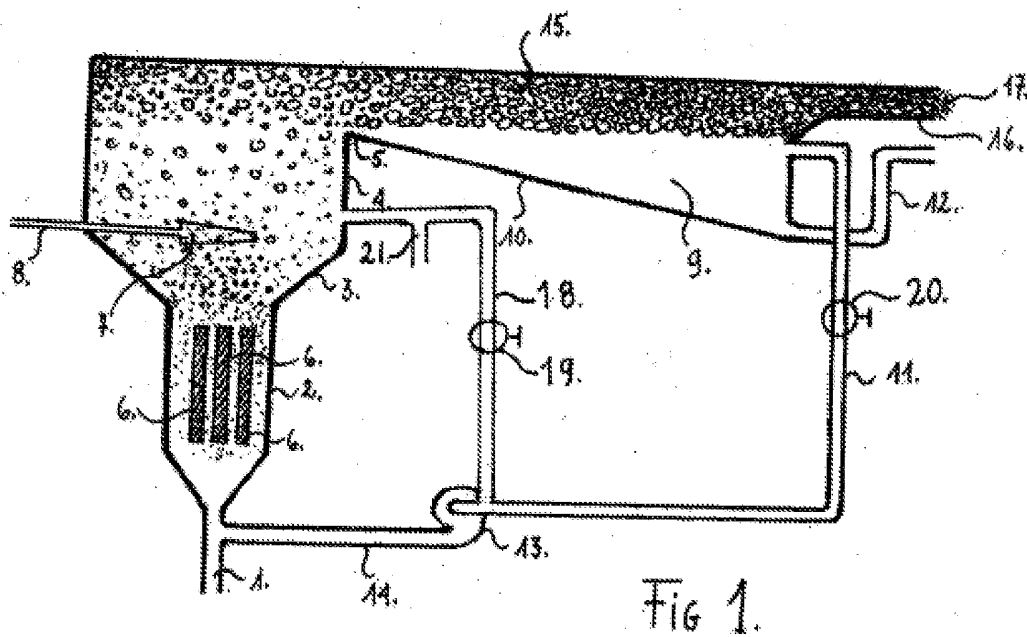
(57) Resumo:

PROCESSO E DISPOSITIVO PARA REMOVER COLÓIDES E COMPOSTOS DE AZOTOS DE ÁGUAS RESIDUAIS ATRAVÉS DA COAGULAÇÃO DOS COLÓIDES E DA SUA SEPARAÇÃO DA ÁGUA. A ÁGUA É ENTÃO OXIDADA ELECTROLITICAMENTE EM CONTÍNUO COM CLORO PARA DESTRUIR OS COMPOSTOS DE AZOTO.

RESUMO

Processo e dispositivo para purificação de água dos esgotos

Processo e dispositivo para remover colóides e compostos de azotos de águas residuais através da coagulação dos colóides e da sua separação da água. A água é então oxidada electroliticamente em contínuo com cloro para destruir os compostos de azoto.



DESCRIÇÃO

Processo e dispositivo para purificação de água dos esgotos

CAMPO DO INVENTO

Este invento refere-se a um processo para a purificação de água, e a um dispositivo para executar o processo. O invento refere-se ainda à cloração electrolítica da água purificada.

ENQUADRAMENTO DO INVENTO

Os processos e dispositivos económicos e eficientes para purificação de água contaminada, em particular água contendo ácidos gordos, são procurados desde há muito tempo. A água contaminada, por exemplo águas contendo compostos solúveis de azoto, emulsões coloidais orgânicas suspensas ou suspensões, tais como efluentes de instalações de processamento de carne, indústrias leiteiras, instalações de processamento de queijo, instalações de panificação, indústrias químicas, indústrias de fabrico de papel e indústrias petrolíferas e efluentes, incluindo águas residuais, têm particular interesse.

Os colóides têm uma carga negativa que os impede de coalescer, tornando a filtração ou separação praticamente impossível. Os processos anteriores de purificação de água incluem a combinação de água contaminada com ácidos gordos com iões metálicos libertados de eléctrodos durante a electrólise para formar sabões metálicos e hidrófobos. Iões metálicos bivalentes ou trivalentes são libertados dos eléctrodos durante a electrólise e combinam com ácidos gordos para formar um agente de floculação insolúvel. O agente de floculação, por sua

vez, arrasta ou absorve outras impurezas presentes na água contaminada. Assim, o agente de floculação serve como meio de transporte para remover da água, não só ácidos gordos, mas também outras impurezas. Para garantir a produção contínua de iões, os eléctrodos foram colocados num leito em movimento de partículas sólidas. As partículas sólidas foram mantidas em movimento pelo fluxo de água do processo através da câmara de electrólise para abradar e limpar continuamente as superfícies do eléctrodo. O agente de floculação e impurezas arrastadas foram direccionados para uma bacia de separação/floculação onde o agente de floculação e impurezas arrastadas foram separados por flutuação, deixando a água purificada para remoção da bacia.

Os sistemas electrolíticos de tratamento de água, incluindo sistemas de electro-flutuação e de electro-coagulação, embora funcionais, têm dificuldades quando os seus eléctrodos ficam cobertos por uma camada insolúvel que não é removível mudando simplesmente a polaridade dos eléctrodos. Isto é particularmente verdade quando o efluente líquido contendo ácidos gordos é electrolisado com eléctrodos metálicos formando um sabão metálico insolúvel à superfície do ânodo que é difícil de remover.

Os sistemas electrolítica actuais de tratamento de água limpam os eléctrodos através de um leito em movimento de partículas duras e introduzem o ar antes da célula electrolítica para deslocar o leito e a água através do sistema. No entanto, descobriu-se que as bolhas antes das células electrolíticas aumentam a resistência eléctrica entre os eléctrodos, exigindo desta forma maior tensões e provocando desgaste em excesso dos eléctrodos, paredes e partes da célula.

Depois da maioria dos contaminantes ter sido removida, os materiais contaminantes que permanecem dissolvidos e suspensos precisam de ser removidos e foram tratados electroliticamente com cloro. O cloro é normalmente feito electroliticamente, introduzindo continuamente uma solução concentrada de sal (iões de cloreto) no compartimento anódico de uma célula de electrólise que é separada do compartimento catódico por meio de um diafragma permeável. Antes do aparecimento dos diafragmas com permuta iónica, os diafragmas eram constituído por muitas dobras de papel de ambiente entre o ânodo e o cátodo para evitar, tanto quanto possível, a mistura do cáustico produzido no compartimento catódico com o cloro produzido no compartimento anódico. Actualmente são usados normalmente os diafragmas com permuta catiónica que evitam o fluxo de aniões e de soluções de um compartimento para o outro.

O cloro, como hipoclorito de sódio, pode ser feito electrolisando água salgada sem a utilização de diafragmas. Este processo é particularmente útil para utilização em piscinas. Este processo tem a desvantagem de usar o sal e o cálcio e o magnésio presentes na água para formar carbonatos que se depositam no cátodo, isolando-o eventualmente e evitando o fluxo de corrente entre os eléctrodos. O cátodo tem então de ser limpo com um ácido para remover o revestimento calcário.

As técnicas electrolíticas standard para clorar água em piscinas consiste em proporcionar uma célula separada contendo uma elevada concentração de sal comum que, com a electrólise, dá hipoclorito de sódio ou cloro que é alimentado na piscina. Teoricamente, é possível adicionar suficiente sal comum na água da piscina e electrolisá-la directamente. No entanto, esta técnica tem a desvantagem da água ter um sabor salgado para os utilizadores, e o cálcio contido na água depositar-se tanto nos

cátodos que o fluxo da corrente pára ou é prejudicado. Descobriu-se, na prática, que a mudança de polaridade para remover os depósitos de cálcio nos cátodos leva à corrosão do cátodo.

A indústria da purificação da água continua a procurar processos novos e melhores para remover ácidos gordos e outros contaminantes da água. Assim, tem-se sentido uma necessidade antiga, mas não satisfeita, de processos de purificação de água mais económicos, mais eficientes e mais convenientes, em particular água contaminada com ácidos gordos e outros contaminantes, e o tratamento da água purificada para eventual descarga ou utilização.

RESUMO DO INVENTO

Uma forma de realização do invento descreve um dispositivo para a purificação de efluentes contaminados tendo (a) uma célula electrolítica, (b) uma porta de entrada por baixo da célula electrolítica, (c) uma secção superior por cima da célula electrolítica compreendendo um difusor de ar e uma saída, (d) um espaço de drenagem fechado adjacente à secção superior compreendendo meios de separação de água e impurezas, e (e) uma bomba de recirculação ligando a saída à porta de entrada da célula electrolítica. Os eléctrodos da célula electrolíticas estão ligados em série. O dispositivo pode também incluir uma bacia inferior inclinada que se afasta da secção superior tendo uma saída de água purificada na extremidade inferior do fundo inclinada oposto à secção superior, uma saída de recirculação localizada por cima da saída de água purificada, e uma porta de saída localizada por cima da saída de recirculação. A saída de recirculação pode

estar ligada à bomba de recirculação. Em formas de realização alternativas, o dispositivo pode também incluir um filtro tal como, mas não lhe estando limitado, um filtro de vácuo rotativo, um filtro-prensa, um filtro de vácuo para tapete transportador, um filtro de areia ou um filtro centrífugo. Nalgumas formas de realização, a secção superior tem uma secção transversal cónica e os eléctrodos podem conter ferro, magnésio, alumínio e suas ligas. Nalgumas formas de realização, a polaridade dos eléctrodos pode ser colocada continuamente em ciclos e a frequência de colocação em ciclos da polaridade dos eléctrodos está compreendida entre cerca de 1 mudança por 1 segundo e cerca de 1 mudança por 10 minutos. Nalgumas formas de realização o dispositivo também inclui um clorador.

Noutra forma de realização do invento, é descrito um processo de purificação de água tendo os seguintes passos: (a) a passagem da água contaminada numa direcção geralmente vertical para cima através de uma célula electrolítica tendo uma pluralidade de eléctrodos envolvidos por um leito em movimento de partículas sólidas, não condutoras, para formar uma floculação hidrófoba contendo água purificada, água, impurezas e espumas; (b) a orientação da floculação para uma câmara fechada ligada directamente a uma extremidade superior da câmara de electrólise; (c) a separação das impurezas, das espumas e da água da água purificada; (d) a recirculação de uma parte da água proveniente da câmara fechada para a célula electrolítica; (e) a remoção das impurezas e das espumas da câmara fechada; e (f) a remoção da água purificada da câmara fechada. A aeração é feita por cima da célula electrolítica e os eléctrodos estão ligados em série, a polaridade dos eléctrodos mudando continuamente. Nalgumas formas de realização, a velocidade ascendente da água é parcialmente

conseguida por meio da recirculação da água através da célula, e a água contaminada é dirigida através do leito em movimento por meio de pressão. As partículas não condutoras são, de preferência, granito, e têm uma densidade específica superior à da água contaminada e a sua velocidade em queda livre é superior à velocidade ascendente da água. Nalgumas formas de realização, a água purificada é ainda clorada. Nalgumas formas de realização, a polaridade dos eléctrodo é alternada aplicando uma tensão de corrente contínua e a frequência de mudança da polaridade está compreendida no intervalo entre cerca de 1 mudança por segundo para cerca de 1 mudança por 10 minutos, e a mudança de polaridade tem a mesma duração. Nalgumas formas de realização, uma solução de sabão adicional é adicionada à água a ser purificada e são produzidas microbolhas utilizando a mudança de pressão proveniente de uma bomba de recirculação.

Um sistema de cloração, que pode ser usado em ligação com o presente invento, é descrito como tendo um ou mais ânodos, um diafragma poroso envolvendo os ânodos, um cátodo envolvendo o diafragma poroso, meios para dirigir o fluxo de fluido para o ânodo, e meios para evitar o refluxo de fluidos para fora da célula. De preferência, o diafragma poroso é suficientemente permeável para permitir o fluxo laminar mas suficientemente apertado para evitar o fluxo turbulento. Nalgumas formas de realização, o sistema também inclui um separador não condutor afastado entre o ânodo e o diafragma poroso e envolvendo os ânodos. O ânodo pode ser feito em carbono, titânio coberto com platina, titânio coberto com óxido de ruténio, ou outros elementos não corrosíveis. Nalgumas formas de realização, os meios para dirigir o fluxo de fluidos para o ânodo é um diafragma poroso tendo um fundo não permeável e um topo aberto. Nalgumas formas de realização, os meios para evitar o refluxo

de fluidos é uma válvula de retenção, uma válvula de esfera ou uma válvula corrediça.

O processo de cloração de água, que pode ser usado em ligação com o presente invento é descrito como tendo os passos seguintes: (a) provocar um fluxo de água numa direcção ascendente para uma célula electrolítica compreendendo um compartimento anódico e um compartimento catódico separados por um diafragma poroso; (b) concentrar iões de cloreto na água no compartimento anódico através de electrodialise; (c) acumular ácido clorídrico no compartimento anódico. Nalgumas formas de realização, o processo também inclui a difusão intermitente do ácido hidrocloreídrico do compartimento anódico para o compartimento catódico através do diafragma poroso.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

A figura 1 ilustra uma forma de realização de um dispositivo e processo de purificação de água de acordo com o presente invento.

A figura 2 ilustra uma forma de realização alternativa do dispositivo e processo para a purificação de água de acordo com o presente invento.

A figura 3 é um corte horizontal de uma forma de realização de uma célula electrolítica, que pode ser usada em ligação com o presente invento.

A figura 4 é um corte vertical da forma de realização da figura 3.

A figura 5 é um corte horizontal de uma forma de realização alternativa de uma célula electrolítica.

A figura 6 é um corte vertical da forma de realização da figura 5.

DESCRIÇÃO DETALHADA DE FORMAS DE REALIZAÇÃO DESTE INVENTO

A água contaminada é tratada electroliticamente para produzir compostos altamente positivos usando eléctrodos corrosíveis para formar, com ácidos orgânicos com elevado peso molecular, sabões hidrófobos e insolúveis altamente positivos que retêm os compostos orgânicos e encapsulam algumas micróbios. As fontes de água contaminada incluem, mas não lhe estão limitadas, a água de instalações de processamento de carne, indústrias leiteiras, instalações de processamento de queijo, instalações de panificação, indústrias químicas, indústrias de fabrico de papel e indústrias petrolíferas e efluentes, incluindo águas residuais

A figura 1 é uma forma de realização preferida de um dispositivo de purificação de água. Uma conduta eléctrica 1 está ligada ao fundo de uma célula electrolítica 2. No topo da célula electrolítica 2 existe uma secção superior 4 tendo uma passagem de saída 5. A secção superior 4 inclui, de preferência, uma secção cónica 3 ligada ao topo da célula electrolítica 2 e uma conduta de saída 18. A passagem de saída 5 está localizada por cima da secção cónica 3. Entre a passagem de saída 5 e a secção cónica 3, a conduta de saída 18 sai da secção superior. A conduta de saída 18 inclui uma linha 21 e é alimentada para a entrada de uma bomba de recirculação 13. O ar e sabão adicional podem ser introduzidos no sistema através da linha 21. A secção superior 4 está, de preferência fechada, para a atmosfera.

Os eléctrodos 6 são montados na célula 2 através de uma qualquer forma adequada (não ilustrada no desenho) e são ligados em série a uma fonte de alimentação de corrente

contínua que muda continuamente de polaridade. A mudança de polaridade da corrente garante corrosão igual dos eléctrodos de extremidade que estão ligados em série à fonte de alimentação, mas melhora a acção de limpeza do leito de fluido. A frequência de mudança de polaridade é feita, de preferência, em iguais períodos de tempo. Nalgumas formas de realização, continuamente, tal como está aqui referido, refere-se à mudança de polaridade entre cerca de 1 mudança por 1 segundo a cerca de 1 mudança por 10 minutos, e está dependente da quantidade de contaminantes na água e da tendência dos contaminantes para acumular-se nos eléctrodos.

Nalgumas formas de realização, os eléctrodos 6 são, de preferência, corrosíveis e são feitos, não lhe estando limitados, de metais bivalentes ou trivalentes, tais como alumínio, ferro, magnésio e sua combinação ou ligas. Os eléctrodos estão ligados em série a uma fonte de alimentação de corrente contínua cuja polaridade muda durante períodos de tempo curtos, de preferência iguais. Os eléctrodos 6 são envolvidos por um leito em movimento de partículas duras sólidas, não condutoras, cuja densidade específica é superior à da água contaminada.

Nalgumas formas de realização do invento, localizado por cima da secção cónica 3, por cima do ponto onde as partículas sólidas assentaram, existe um difusor de ar 7. O difusor de ar 7 fornece mais bolhas, para além das que são formadas durante a electrólise, à secção superior 4. O difusor de ar 7 pode estar ligado a uma fonte de ar comprimido 8. O ar comprimido produz bolhas para fazer flutuar os agentes de floculação produzidos pela libertação de sabões metálicos durante a electrólise da água a ser purificada. Nalgumas formas de realização, as bolhas de ar são introduzidas depois da célula electrolítica.

Embora esteja ilustrada uma secção transversal cónica 3, pode ser usada qualquer secção transversal e é usada, de preferência, uma secção transversal que diminua a velocidade de deslocação ascendente da água para um valor no qual as partículas sólidas assentem na célula electrolítica. A velocidade em queda livre das partículas sólidas na água deveria ser superior à velocidade de deslocamento ascendente da água. O fluxo através da bacia de floculação deveria ser mantido, de preferência, para permitir que quaisquer partículas sólidas que são transportadas para fora do leito retornem à câmara de electrólise.

A passagem de saída 5 está ligada à bacia 9. A bacia 9 também inclui um espaço de drenagem 15 que pode ter um fundo inclinado 10. Uma conduta de recirculação 11 está perto do bordo superior da bacia e, de preferência, no lado oposto à passagem de saída 5. A bacia 9 é fechada, de preferência, para a atmosfera. Uma saída de água purificada 12 está no fundo da bacia 9, de preferência também no lado oposto à passagem de saída 5. Uma saída de espumas 16 está localizada no lado oposto à passagem de saída 5, de preferência a alguma distância para permitir a separação aceitável do agente de floculação e da água purificada. A conduta de recirculação 11, em conjunto com a conduta de saída 18, é alimentada para a bomba de recirculação 13 cuja saída 14 pode estar ligada à conduta de entrada 1, por baixo da célula electrolítica 2. A bacia 9 também inclui uma saída 16 que está localizada por cima do espaço de drenagem 15. A localização da conduta de recirculação 11 é, de preferência, perto ou por baixo da camada de bolhas, para apanhar qualquer agente de floculação que assente e o faça recircular para a célula electrolítica. Isto garante que o

agente de floculação sai todo, de preferência, através da saída de espumas 16.

Quer a secção superior 4, quer a bacia 9 estão, de preferência, fechadas para a atmosfera. Na prática descobriu-se que a exposição à atmosfera seca e rebenta as bolhas e o agente de floculação tende a assentar, tornando difícil a obtenção de uma água pura sem de agentes de floculação. O ambiente fechado protege as bolhas que transportam os agentes de floculação da secagem e rebentamento. As bolhas são também drenadas da água em excesso e alimentadas através da saída de espumas 16 para a atmosfera. A bacia 9 tem, de preferência, capacidade suficiente para reter a água que é tratada durante aproximadamente 15 minutos, para se obter uma separação máxima de água e agentes de floculação. Em formas de realização alternativas, a bacia 30 está dimensionada para reter a água que é tratada durante 10 minutos, 20 minutos ou o tempo que for necessário para permitir a separação dos agentes de floculação e da água, e permitir que os agentes de floculação subam para o topo.

Durante a operação, a água contaminada passa através da conduta de entrada 1 para cima, para a célula electrolítica 2. Ácidos orgânicos com elevado peso molecular combinam com iões metálicos libertados dos eléctrodos, formando sabões hidrófobos e insolúveis altamente positivos, que retêm os compostos orgânicos e encapsulam os micróbios. Estes compostos altamente positivos neutralizam os colóides carregados negativamente, permitindo a coalescência dos colóides, possibilitando a filtração ou separação. O agente de floculação surge pela formação de óxidos hidratados coloidais dos iões metálicos separados. O agente de floculação liga, ou absorve, outras impurezas presentes na água contaminada, e serve como meio de transporte para remover as impurezas da água.

As partículas sólidas não condutoras são deslocadas a várias velocidades em várias direcções, por meio do fluxo de água e gases produzidos na célula electrolítica, contra e ao longo das superfícies dos eléctrodos, para garantir a limpeza dos eléctrodos. Um efeito de limpeza do eléctrodo adicional resulta do movimento de retorno das partículas sólidas que foram transportadas com água e que se deslocam para além dos eléctrodos, à medida que assentam.

A água contaminada é dirigida através do leito em movimento de partículas para a célula electrolítica pela pressão de água de entrada. Nalgumas formas de realização, a pressão é proporcionada pela bomba de recirculação 13. Noutras formas de realização, o ar é soprado para o leito para intensificar o seu movimento. Em formas de realização alternativas, é proporcionado mais ar fornecendo ar para o lado de aspiração da bomba de recirculação através da linha 21. Numa forma de realização alternativa, a água contaminada é dirigida na generalidade através do leito em movimento numa direcção ascendente substancialmente vertical.

A água contendo agentes de floculação e bolhas é levada através da passagem 5 para a bacia 9 e para o espaço de drenagem 15. A água purificada sai através da saída de água purificada 12 que está, de preferência, a um nível abaixo do da camada de espuma durante a operação. A conduta de recirculação 11 e conduta 18 levam a água de recirculação com agentes de floculação através da bomba 13 e conduta 14 para a conduta de admissão 1. A conduta 18 recircula a camada superior de água na secção cónica da célula electrolítica através dos eléctrodos.

Algumas formas de realização incluem a válvula 19 e válvula 20 que podem ser usadas para controlar a velocidade de recirculação. A solução de sabão e ar adicional são fornecidos

à conduta de saída de água 11 através da linha 21. Outros sabões solúveis podem ser introduzidos na água, nalgumas formas de realização, em particular quando a quantidade de ácidos orgânicos ou ésteres com elevado peso molecular são insuficientes na água contaminada a ser tratada para formar electroliticamente os sabões metálicos altamente positivos necessários para a coagulação. Devido à pressão fornecida pela bomba 13, o ar e sabão adicionados através da linha 21 serão normalmente comprimidos e dissolvidos na água, e formarão microbolhas muito pequenas na célula electrolítica.

A saída 6 envia espumas drenadas 17 para a atmosfera. As espumas drenadas contêm substancialmente todas as impurezas da alimentação de água contaminada. Estes agentes de floculação hidrófobos são fáceis de secar e manusear. Nalgumas formas de realização, os agentes de floculação podem ser usados como fertilizante depois de terem sido esterilizados. Em formas de realização alternativas, os agentes de floculação são secos e podem ser usados como combustível.

A figura 2 mostra uma forma de realização alternativa de um sistema de purificação de água. Uma conduta de entrada 22 está ligada ao fundo de uma célula electrolítica 23. No topo da célula electrolítica 23 existe uma secção superior 24 tendo uma passagem de saída 26. A secção superior 24 inclui, de preferência, uma secção cónica ligada ao topo da célula electrolítica 23 e a uma conduta de recirculação 32. A passagem de saída 26 está localizada por cima da secção cónica. Entre a passagem de saída 26 e a secção cónica, a conduta de recirculação 32 sai da secção superior 24. A conduta de recirculação 32 inclui uma linha 33 e é alimentado para a entrada de uma bomba de recirculação 39. O ar e o sabão adicional podem ser introduzidos para o sistema através da

conduta de recirculação 32. A secção superior 24 está fechada, de preferência, para atmosfera.

Os eléctrodos 27 estão montados numa célula 23 de qualquer forma adequada (não ilustrada no desenho) e ligados em série a uma fonte de alimentação de corrente contínua que muda continuamente de polaridade. A mudança de polaridade da corrente garante corrosão igual dos eléctrodos de extremidade que estão ligados em série a uma fonte de alimentação de corrente, mas melhora a acção de limpeza do leito de fluido. A frequência de mudança na polaridade é feita, de preferência, em iguais períodos de tempo. Nalgumas formas de realização, continuamente, tal como referido aqui, refere-se a uma mudança de polaridade entre cerca de 1 mudança por 1 segundo a cerca de 1 mudança por 10 minutos, e está dependente da quantidade de contaminantes na água e da tendência dos contaminantes para acumular-se nos eléctrodos.

Nalgumas formas de realização, os eléctrodos 27 são, de preferência, corrosíveis e feitos em, mas não lhe limitados, metais bivalentes ou trivalentes, tais como alumínio, ferro, magnésio ou a sua combinação ou ligas. Os eléctrodos estão ligados em série a uma fonte de alimentação de corrente contínua cuja polaridade muda durante períodos de tempo curtos, de preferência iguais. Os eléctrodos 27 são envolvidos por um leito em movimento de partículas duras, sólidas, não condutoras, cuja densidade específica é superior à da água contaminada.

Nalgumas formas de realização do invento, localizado no topo da parte cónica da secção superior 24, por cima do ponto onde assentaram as partículas sólidas, existe um difusor de ar 28. O difusor de ar 28 fornece bolhas adicionais, para além das formadas durante a electrólise, para a secção superior 24. O

difusor de ar 28 pode estar ligada a uma fonte de ar comprimido 29. O ar comprimido produz bolhas que fazem flutuar os agentes de floculação produzidos pela libertação de sabões metálicos durante a electrólise da água a ser purificada. Nalgumas formas de realização, as bolhas de ar são introduzidas depois da célula electrolítica.

Embora esteja ilustrada uma secção transversal cónica, pode ser usada qualquer secção transversal e é usada, de preferência, uma secção transversal que diminua a velocidade de deslocamento ascendente da água para um valor no qual as partículas sólidas assentem na célula electrolítica. A velocidade de queda livre das partículas sólidas na água deveria ser superior à velocidade de deslocamento ascendente da água. O fluxo através da bacia de floculação deveria ser mantido, de preferência, para permitir que quaisquer partículas sólidas que são transportadas para fora da leito retornem à câmara de electrólise.

A passagem de saída 26 está ligada à bacia 30. A bacia 30 também inclui um espaço de drenagem 37 que pode ter um fundo inclinado. Oposto à passagem de saída 26 existe um filtro 34. Numa forma de realização preferida, o filtro 34 é um filtro de vácuo rotativo. Em formas de realização alternativas, o filtro pode ser um filtro-prensa, um filtro de vácuo para tapete transportador, um filtro de areia, um filtro centrífugo, ou qualquer filtro conhecido de quem tenha experiência na técnica. A bacia 30 tem, de preferência, suficiente capacidade para reter a água que é tratada durante aproximadamente 15 minutos, para permitir que os agentes de floculação cresçam antes da filtragem. Numa forma de realização alternativa, a bacia 30 está dimensionada para reter a água que é tratada durante cerca de 10 minutos, 20 minutos ou o tempo que for necessário para

permitir que os agentes de floculação cresçam antes da filtração.

Quer a secção superior 24, quer a bacia 20 estão fechadas, de preferência, para a atmosfera. Na prática, descobriu-se que a exposição à atmosfera seca e rebenta as bolhas e os agentes de floculação tendem a assentar, dificultando a obtenção de uma água pura sem agentes de floculação. O ambiente fechado protege as bolhas, que transportam os agentes de floculação, da secagem e rebentamento. As bolhas são enviadas para o filtro 34.

Durante a operação, a água contaminada corre para cima através da conduta de entrada 22 para a célula electrolítica 23, e através da secção superior 24. A passagem 26 envia água e espuma para a bacia 30. Depois de ter sido filtrada pelo filtro 34, a água filtrada é enviada pela saída do tubo central 35 através de uma bomba de vácuo (não ilustrada) à pressão atmosférica. Os sólidos filtrados 38 são raspados do filtro rotativo 34 pelo raspador 38. Nalgumas formas de realização, a água filtrada passa através de um clorador. Nalgumas formas de realização, os sólidos filtrados podem ser esterilizados e usados como fertilizante, ou secos e usados como combustível.

Depois da água contaminada ter sido tratada para remover colóides, os compostos solúveis de azoto podem reagir com o cloro. Numa forma de realização do invento, os iões de cloreto são introduzidos num compartimento catódico e transferidos para um compartimento anódico por electrodialise.

A figura 3 é um corte horizontal de um arranjo de uma célula electrolítica, que pode ser usada em ligação com o presente invento. A figura 4 é um corte vertical de um arranjo de célula da figura 3.

Os eléctrodos (ânodos) 40 são envolvidos por um separador não condutor 41 que é ainda envolvido por um diafragma poroso

32 que é ainda envolvido por um cátodo metálico 43. Numa forma de realização preferida, os eléctrodos são carbono sólido. Em formas de realização alternativas, os eléctrodos podem ser platina, titânio coberto com platina ou com óxido de ruténio. O separador não condutor envolve os eléctrodos 40 mas proporciona espaço livre suficiente 45 dentro do compartimento anódico para acumular pelo menos a quantidade necessária de ácido hidrocloreídrico para reagir com os depósitos calcário no cátodo. O separador não condutor 41 é, de preferência, uma rede plástica. Em formas de realização alternativas, o separador não condutor 41 é vidro. O separador não condutor 41 é, de preferência, fino. Nalgumas formas de realização, o separador não condutor tem uma espessura de cerca de 0,5 mm. O diafragma poroso 42 pode ser feito em, mas não lhe estando limitado, porcelana porosa, PVC poroso, feltro de polipropileno, tecido de filtro fechado e outros. O diafragma poroso 42 inclui, de preferência, um fundo não permeável e um topo permeável. O separador não condutor 41 melhora, de preferência, o fluxo livre de gases entre o diafragma permeável 42 e os eléctrodos 40. O diafragma permeável 42 é, de preferência, uma membrana porosa que permite o fluxo laminar livre das soluções entre o compartimento anódico e catódico mas suficientemente tecida ou fechada para evitar o fluxo turbulento. Nalgumas formas de realização, o cátodo é feito em aço inoxidável.

Um tubo envolvente exterior 46 envolve o cátodo e conduz a água 47 para ser clorada num fluxo ascendente substancialmente vertical. Uma válvula 48 pode ser proporcionada na linha de entrada para prevenir o refluxo de fluidos. Embora esteja ilustrada uma válvula, pode ser usada qualquer válvula ou outro mecanismo que evitem o refluxo de água. Nalgumas formas de realização é usada uma válvula de retenção.

Durante o processo de cloração, a electricidade e a água podem ser desligadas simultaneamente, para permitir que o ácido hidrocloreídrico acumulado no espaço livre 45 e espalhado através do diafragma 42 reaja e dissolva quaisquer depósitos calcários no cátodo 43.

A figura 5 ilustra outra forma de realização tendo um ânodo 50 envolvido por um diafragma poroso 52 que está ainda envolvido por um cátodo metálico 53. Numa forma de realização preferida, o ânodo 50 é feito em titânio expandido coberto com platina ou coberto com óxido de ruténio ou outros elementos não corrosíveis. Em formas de realização alternativas, o ânodo 50 pode ser feito em grafite ou outra liga à prova de ferrugem. O diafragma poroso 52 pode ser feito em, mas não lhe estando limitado, porcelana porosa, PVC poroso, feltro de polipropileno, tecido de filtro fechado e outros. O diafragma poroso 52 inclui, de preferência, um fundo não permeável e um topo aberto. O diafragma permeável 52 é, de preferência, uma membrana porosa que permite o fluxo laminar livre das soluções entre os compartimentos anódico e catódico, mas suficientemente tecido ou fechado para prevenir o fluxo turbulento.

A distância entre o ânodo 50 e o diâmetro da haste interior centrada 54 proporciona espaço livre suficiente 55 dentro do compartimento anódico para acumular pelo menos a quantidade necessária de ácido hidrocloreídrico para reagir com os depósitos calcários no cátodo.

O tubo de envolvimento exterior 56 envolve o cátodo e conduz a água 57 para ser clorada, num fluxo ascendente substancialmente vertical. É proporcionada uma válvula 58 na linha de entrada para evitar o refluxo de fluidos. Embora esteja ilustrada uma válvula, pode ser usada qualquer válvula ou mecanismo que previna o refluxo de água.

Durante o processo de cloração, a electricidade e a água são cortadas em simultâneo, para permitir que o ácido hidrocloreídrico se acumule no espaço livre 55 e se espalhe para fora através do diafragma 52 para reagir e dissolver quaisquer depósitos calcários no cátodo 53.

As figuras 3, 4 e 5 não ilustram as ligações eléctricas para o ânodo ou para o cátodo que são ligados, respectivamente, aos polos positivo e negativo de uma fonte de alimentação de corrente contínua.

Um exemplo do arranjo de célula, tal como está ilustrado na figura 3, tem eléctrodos de carbono tendo um diâmetro 2,54 cm por 25,4 cm de comprimento, funcionando com água contendo 40 ppm de cloretos, que começam a produzir cloro em menos de 1 minuto. Isto é o tempo necessário para que a concentração de cloreto atinja o nível a que é produzido o cloro.

Existem muitas outras configurações possíveis, por exemplo podem ser usados eléctrodos lisos em metal expandido, o espaço livre exigido para o ácido hidrocloreídrico sendo formado por trás do ânodo.

A figura 6 ilustra outra forma de realização na qual um ânodo 61 é dobrado e envolvido por um diafragma 59 para proporcionar espaço livre 64. Também está ilustrado um cátodo dobrado 60 envolvendo o ânodo 61. Uma parede impermeável 25 mantém o diafragma 59 no lugar, evitando a difusão através da porção lisa do diafragma 59 voltada para o ânodo 61. O tubo de envolvimento exterior 62 conduz a água 63 num fluxo ascendente substancialmente vertical. O ânodo 61, cátodo 60 e diafragma 59 são como está descrito nas figuras 3 ou 5.

As formas de realização do clorador podem ser usadas numa grande gama de aplicações, incluindo, por exemplo, uma combinação com os sistemas ilustrados nas figuras 1 e 2. No

entanto, as formas de realização do clorador podem ser usadas para além dos sistemas ilustrados nas figuras 1 e 2 incluindo, por exemplo, piscinas, ou para purificação de qualquer corrente aquosa contendo contaminante solúveis, tais como ureia e/ou micróbios.

Lisboa, 26 de Dezembro de 2011.

REIVINDICAÇÕES

1. Dispositivo para a purificação de resíduos contaminados, compreendendo:

- (a) uma célula electrolítica (2, 23),
- (b) uma porta de entrada (1, 22) por baixo da célula electrolítica (2, 23),
- (c) uma secção superior (4, 24) por cima da célula electrolítica (2, 23) compreendendo um difusor de ar (7, 28) e uma saída (5, 26)
- (d) um espaço de drenagem fechado (15, 37) adjacente à secção superior (4, 24) compreendendo meios de separação de água e impurezas,
- (e) uma bomba de recirculação (13) ligando a saída (5, 26) à porta de entrada da célula electrolítica (2, 23), a célula electrolítica compreendendo eléctrodos (6, 27) ligados em série.

2. Dispositivo de acordo com a reivindicação 1, no qual os meios de separação de água e impurezas compreendem uma bacia inferior inclinada (9, 30) que se afasta da secção superior (4, 24) compreendendo ainda

- (i) uma saída para a água purificada (12) na extremidade inferior do fundo inclinado oposto à secção superior (4, 24);
- (ii) uma saída de recirculação (11) localizada por cima da saída para a água purificada (12);

(iii) uma porta de saída localizada por cima da saída de recirculação (11), a saída de recirculação (11) estando ligada à bomba de recirculação (13).

3. Dispositivo de acordo com a reivindicação 1, no qual os meios de separação de água e impurezas compreendem uma bacia inferior inclinada (9, 30) que se afasta da secção superior (4, 24) compreendendo ainda um filtro (24).
4. Dispositivo de acordo com a reivindicação 1, no qual o filtro (34) compreende um filtro de vácuo rotativo, um filtro-prensa, um filtro de vácuo para tapete transportador, um filtro de areia ou um filtro centrífugo.
5. Dispositivo de acordo com a reivindicação 1, no qual a secção superior (4, 24) tem uma secção transversal cónica.
6. Dispositivo de acordo com a reivindicação 1, no qual os eléctrodos contêm ferro, magnésio, alumínio e suas ligas.
7. Dispositivo de acordo com a reivindicação 1, no qual a polaridade dos eléctrodos pode ser colocada continuamente em ciclos.
8. Dispositivo de acordo com a reivindicação 7, no qual a pluralidade dos eléctrodos pode ser colocada em ciclos com uma frequência entre cerca de 1 mudança por 1 segundo e cerca de 1 mudança por 10 minutos.
9. Dispositivo de acordo com a reivindicação 1, compreendendo igualmente um clorador.

10. Dispositivo de acordo com a reivindicação 9, no qual o clorador compreende uma célula electrolítica compreendendo,

- (i) um ou mais ânodos (40);
- (ii) um diafragma poroso (42) envolvendo os ânodos;
- (iii) um cátodo (43) envolvendo o diafragma poroso (42) e
- (iv) meios para orientar o fluxo dos fluidos para o ânodo (40),

em que o diafragma poroso (42) é uma membrana porosa que permite um fluxo laminar livre das soluções entre os compartimentos anódicos e catódicos, mas que é suficientemente tecido ou apertado para impedir um fluxo turbulento.

11. Processo de purificação de água compreendendo:

- (a) a passagem da água contaminada numa direcção geralmente vertical para cima através de uma célula electrolítica (2, 23) tendo uma pluralidade de eléctrodos (6, 27) envolvidos por um leito em movimento de partículas sólidas, não condutoras, para formar uma floculação hidrófoba contendo água purificada, água, impurezas e espumas;
- (b) a orientação da floculação para uma câmara fechada ligada directamente a uma extremidade superior da câmara de electrólise;
- (c) separação das impurezas, das espumas e da água da água purificada;

- (d) a recirculação de uma parte da água proveniente da câmara fechada para a célula electrolítica (2, 23);
- (e) a remoção das impurezas e das espumas da câmara fechada; e
- (f) a remoção da água purificada da câmara fechada;

em que a aeração é feita por cima da célula electrolítica (2, 23),

em que os eléctrodos (6, 27) estão ligados em série e a polaridade dos eléctrodos (6, 27) é continuamente modificada.

12. Processo de purificação da água de acordo com a reivindicação 11, no qual a velocidade ascendente da água é parcialmente garantida por meio da recirculação da água através da célula.
13. Processo de purificação da água de acordo com a reivindicação 11, no qual as partículas não condutoras têm uma densidade específica superior à da água contaminada.
14. Processo de purificação da água de acordo com a reivindicação 11, no qual a velocidade em queda livre das partículas é superior à velocidade ascendente da água.
15. Processo de purificação da água de acordo com a reivindicação 11, no qual a água purificada é ainda clorada.

16. Processo de purificação da água de acordo com a reivindicação 11, no qual a polaridade dos eléctrodos alterna, aplicando uma tensão de corrente contínua.
17. Processo de purificação da água de acordo com a reivindicação 1, no qual a água contaminada é orientada para o leito em movimento pela pressão.
18. Processo de purificação da água de acordo com a reivindicação 11, no qual as partículas não condutoras são partículas de granito.
19. Processo de purificação da água de acordo com a reivindicação 11, no qual a frequência de mudança da polaridade está compreendida no intervalo entre cerca de 1 mudança por segundo a cerca de 1 mudança por 10 minutos.
20. Processo de purificação da água de acordo com a reivindicação 11, no qual a mudança de polaridade tem a mesma duração.
21. Processo de purificação da água de acordo com a reivindicação 11, no qual a solução de sabão adicional é adicionada à água para ser purificada.
22. Processo de purificação da água de acordo com a reivindicação 11, no qual as microbolhas são produzidas utilizando a mudança de pressão proveniente da bomba de recirculação.

Lisboa, 26 de Dezembro de 2011.

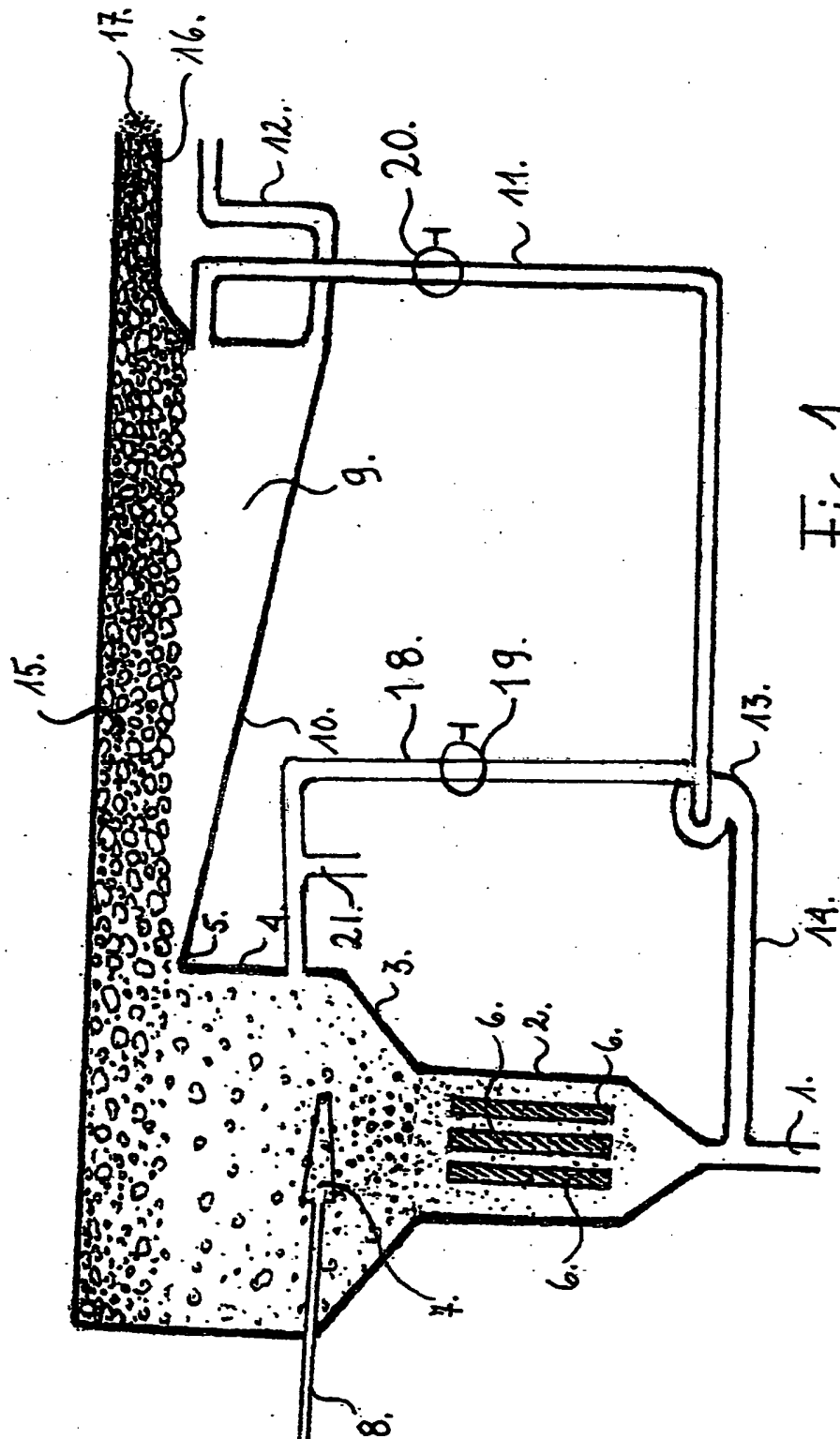


Fig 1.

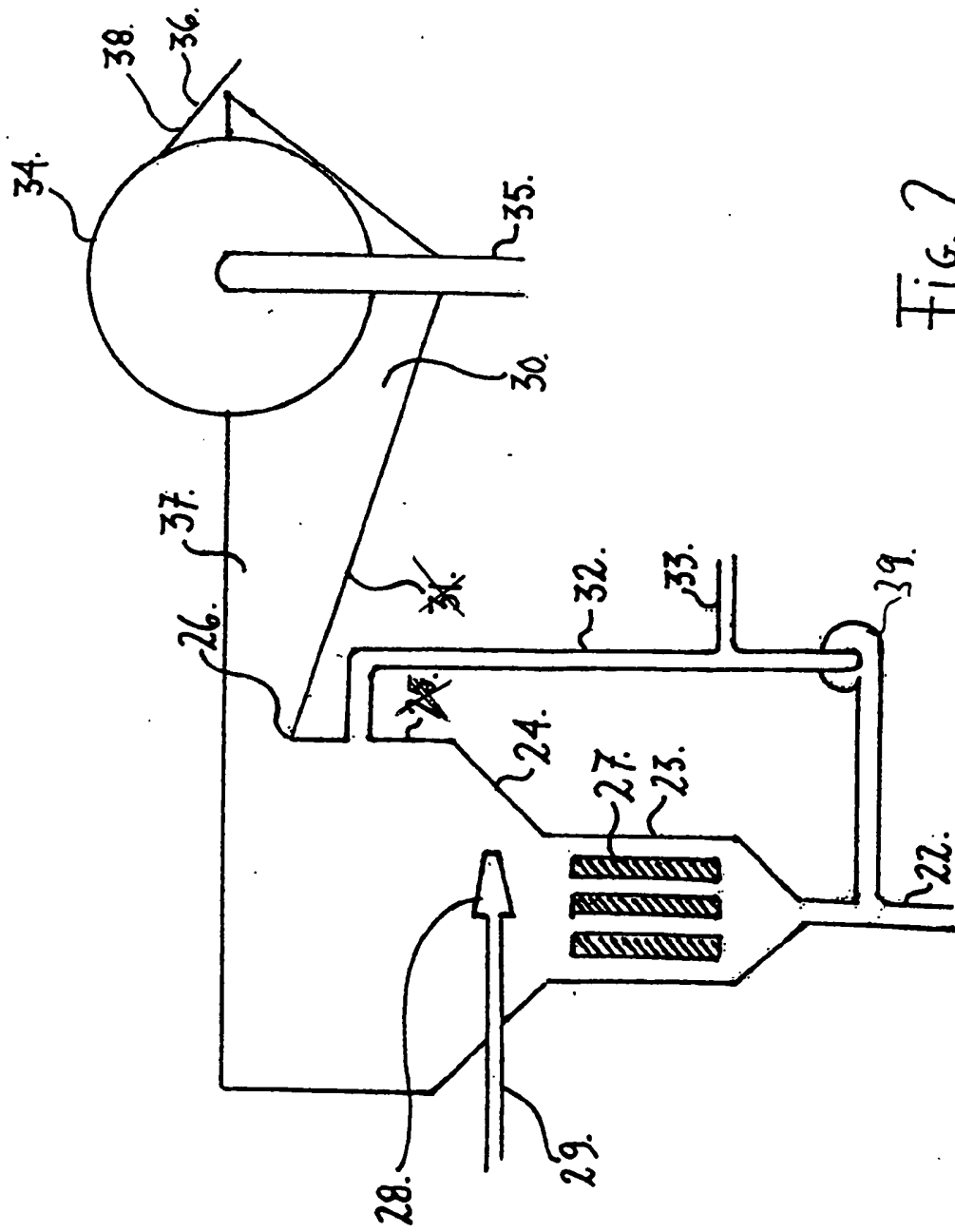
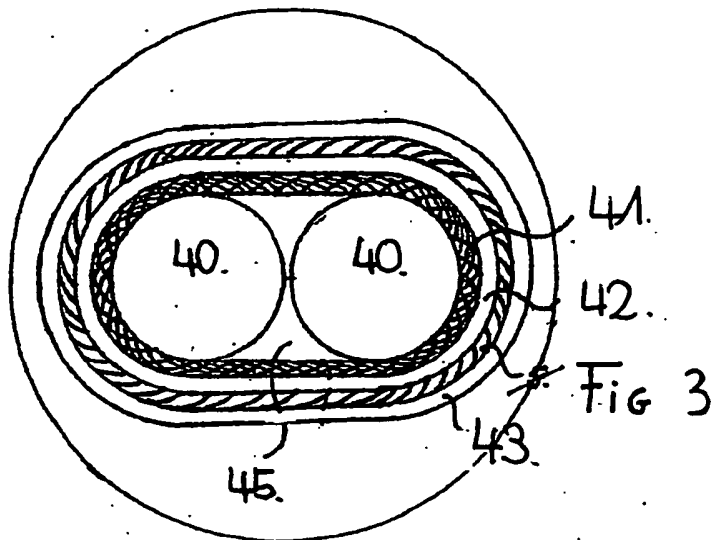
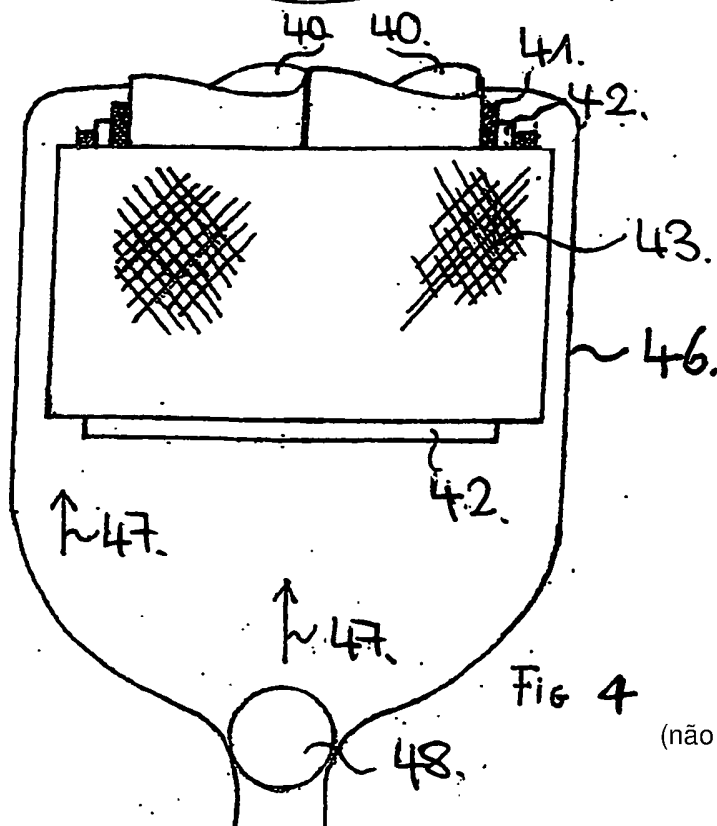


Fig. 2.



(não faz parte da invenção)



(não faz parte da invenção)

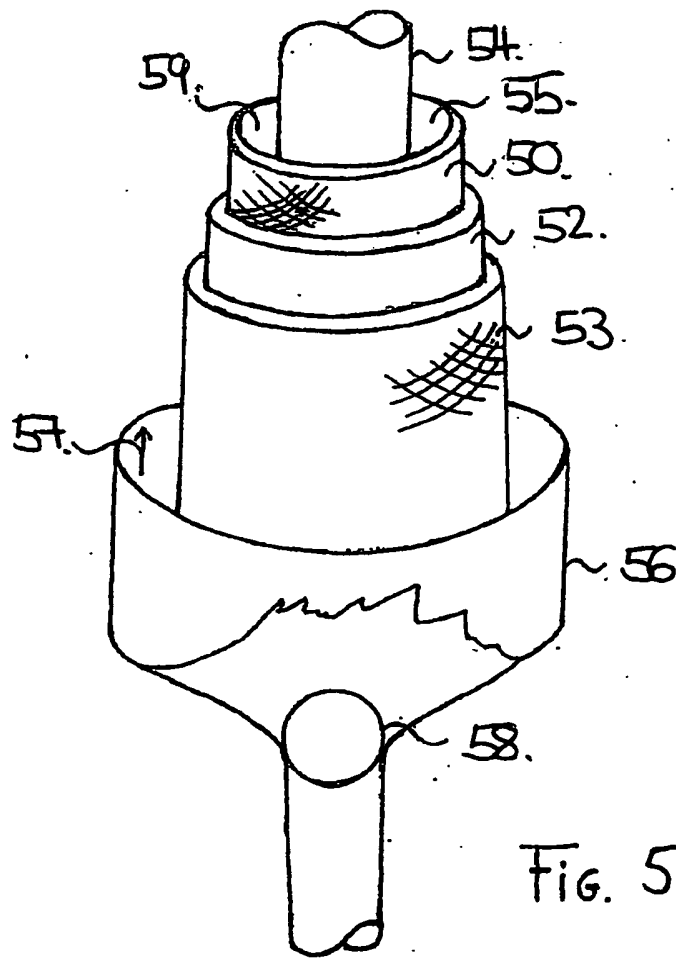


Fig. 5

(não faz parte da invenção)

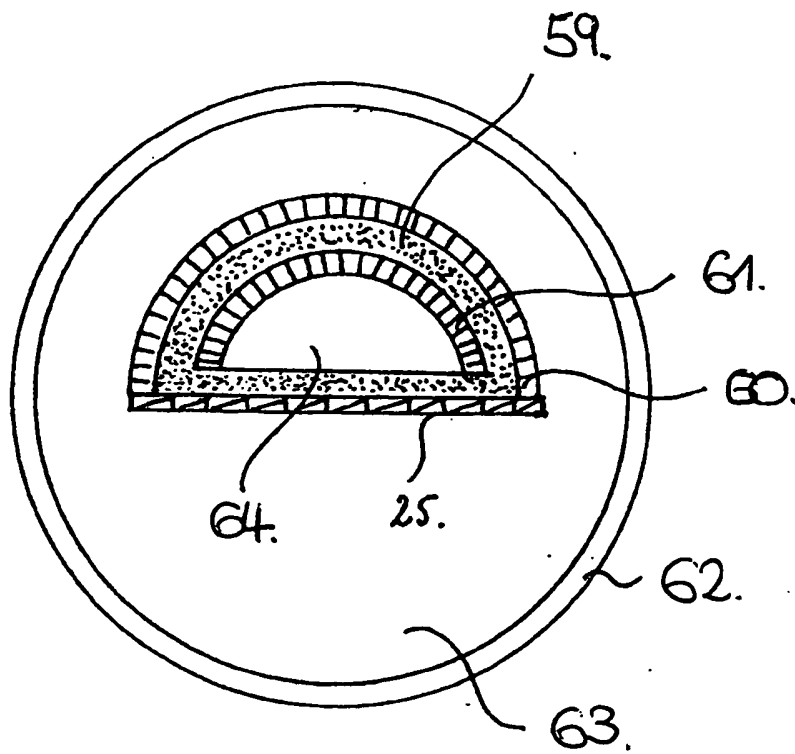


Fig 6 (não faz parte da invenção)