



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

(21) **PI0608822-8 A2**



(22) Data de Depósito: 01/03/2006  
(43) Data da Publicação: 15/03/2011  
(RPI 2097)

(51) *Int.Cl.:*  
D06F 75/14  
B01J 47/02

(54) Título: **CARTUCHO DE TROCA DE ÍONS, E, UTENSÍLIO**

(30) Prioridade Unionista: 07/03/2005 EP 05101733.3

(73) Titular(es): KONINKLIJKE PHILIPS ELECTRONICS N. V.

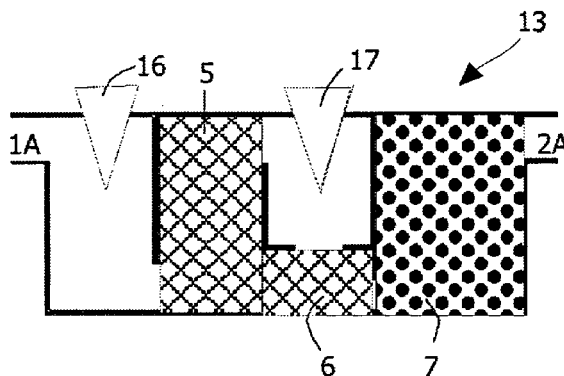
(72) Inventor(es): BAS J. OOSTERMAN, MICHAEL TANG SWEE LOON, MOHANKUMAR VALIYAMBATH KRISHNAN, TIES VAN BOMMEL, ZHENHUA YU

(74) Procurador(es): Momsen, Leonardos & CIA.

(86) Pedido Internacional: PCT IB2006050640 de 01/03/2006

(87) Publicação Internacional: WO 2006/095282de 14/09/2006

(57) **Resumo:** CARTUCHO DE TROCA DE IONS, E, UTENSÍLIO  
A invenção provê um cartucho de troca de ions (13), em particular para um utensílio doméstico que compreende, entre uma entrada de água (1A) e uma saída de água (2A) um trocador de ions de ácido fraco na forma H<sup>i</sup> (5), seguido de um trocador de ions de ácido forte na forma Na<sup>+</sup> (7). Este cartucho pode ser compacto porque remove somente ions formando incrustações sólidas. O cartucho pode compreender adicionalmente uma primeira (16) e uma segunda sonda (17) para medir ions causadores de incrustações sólidas por uma medição diferencial da condutividade da água de entrada e da água que tenha passado em um ou ambos trocadores de ions. Deste modo, o utensílio pode ser desligado quando o cartucho não está mais funcionando, forçando então um usuário a substituir o cartucho, ou a regenerar os trocadores de ions antes que incrustações sólidas bloqueiem o utensílio.



## “CARTUCHO DE TROCA DE ÍONS, E, UTENSÍLIO”

### CAMPO DA INVENÇÃO

A invenção relaciona-se a um cartucho de troca de íons para utensílios que consomem água enquanto em uso. Exemplos típicos de tais utensílios são ferros a vapor, máquinas de café, máquinas de confecção de expresso e cappuccino, chaleiras para chá e saunas faciais. A invenção também se relaciona a um utensílio compreendendo o cartucho.

### FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

Geralmente, estes utensílios são carregados com água da torneira que contém incrustações sólidas causando íons como  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{HCO}_3$  e  $\text{SO}_4^{2-}$ . Estas incrustações fazem com que os íons formem gradualmente depósitos de incrustações, o que resulta em uma transferência de calor e desempenho do utensílio diminuídas e finalmente obstruem o elemento de aquecimento, canais e aberturas. Adicionalmente, incrustações formadas, por exemplo, em um gerador de vapor, podem resultar no bloqueio das aberturas do componente, uma vez que partículas de incrustações acumuladas podem ser liberadas da superfície do canal do gerador de vapor. Por esta razão, alguns utensílios existentes são providos de um cartucho de troca de íons, compreendendo uma entrada de água uma saída de água, entre um reservatório de água e um elemento de aquecimento.

Estes cartuchos conhecidos como, por exemplo, descritos Patente U.S. Nr. 4.893.422, freqüentemente compreendem uma resina de troca de íons que muda de cor quando sua ação de abrandamento da água diminui, advertindo então um operador para substituir em tempo o cartucho.

Entretanto, os cartuchos existentes requerem um grande volume e são relativamente caros. Ainda mais, o operador pode observar facilmente a mudança de cor tarde demais ou não observar de todo, tornando-se diante de um utensílio com falha devido ao bloqueio de incrustações.

## SUMÁRIO DA INVENÇÃO

É um primeiro objetivo da presente invenção prover um cartucho de troca de íons compacto.

De acordo com a invenção, o primeiro objetivo é alcançado pelas características de acordo com a reivindicação 1.

Um cartucho de acordo com a invenção que compreende entre a entrada de água e a saída de água um trocador de íon de ácido fraco na forma de  $H^+$ , seguido de um trocador de íon de ácido forte na forma de  $Na^+$  é menos dispendioso e mais compacto porque remove as somente íons causando incrustações sólidas. Removendo somente íons causando incrustações sólidas, menos tratamento de água é necessário, resultando em um cartucho menor, menos dispendioso, que apresenta uma vida de serviço aumentada.

Tipicamente, a água consiste, além de algumas partículas de  $SiO_2$  e materiais orgânicos, de sódio, cálcio, cátions de magnésio e anions de bicarbonato, cloreto, sulfato e nitrato. As concentrações de outros íons (por exemplo,  $K^+$ ,  $NH_4^+$ ,  $Mn^{2+}$ ,  $Fe^{2+}$ ) é muito baixa. A solubilidade de combinações de sais contendo cátions e anions presentes em uma composição de água típica, expressa em gramas por 100 ml, é dada na tabela 1.

**Tabela 1**

	Ca	Mg	Na
CO <sub>3</sub>	0.0018	0.0106	45.5
OH	0.077	0.004	347
SO <sub>4</sub>	0.1619	73.8	42.7
Cl	159	72.7	39.2
NO <sub>3</sub>	365	257	176

Carbonato de cálcio, carbonato de magnésio, hidróxido de cálcio, hidróxido de magnésio são pobremente solúveis e sulfato de cálcio é apenas ligeiramente solúvel em água. Todas as outras combinações de sais são solúveis em água. Entretanto, durante a evaporação da água, uma

incrustação sólida da combinação menos solúvel de cátions e ânions é formada primeiro. Portanto, os íons causando incrustações sólidas são primariamente cálcio, magnésio, bicarbonatos e sulfatos. Cálcio e magnésio podem reagir com bicarbonatos para formar hidróxidos e/ou carbonatos de cálcio e magnésio. Estes íons formam, durante a evaporação da água, uma incrustação sólida insolúvel. Outras combinações de sais resultarão após a evaporação da água em incrustações moles solúveis, como cloreto de cálcio, nitrato de cálcio, sulfato de cálcio, cloreto de magnésio, nitrato de magnésio, carbonato de sódio, hidróxido de sódio, sulfato de sódio, cloreto de sódio e nitrato de sódio.

Água deionizada completamente tratada é preferida em pequenos utensílios domésticos, mas não pode ser obtida economicamente, uma vez que usar água deionizada requer uma grande quantidade de resina em um cartucho proibitivamente grande e um correspondente alto preço para tratamento de água. Foi verificado experimentalmente que o uso de água não tratada, por exemplo, água dura em utensílios domésticos elétricos, também não é uma opção. Uma vez que os canais de vapor são muito pequenos, estes facilmente ficam obstruídos com incrustações e bloqueio das aberturas do componente podem ocorrer.

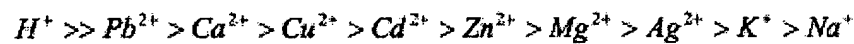
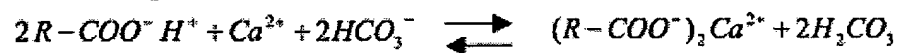
Verificou-se que a remoção somente daqueles íons que podem causar incrustações sólidas insolúveis (íons de cálcio, magnésio e bicarbonato). É uma solução de redução de volume e custo para o problema acima mencionado e que o restante dos íons formando incrustação mole solúvel pode ser removido, por exemplo, em pequenas passagens de fluxo, por um método de auto limpeza de incrustação por choque térmico. Durante uma auto limpeza, uma certa quantidade de água flui através do gerador de vapor a uma alta vazão.

### DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

A remoção somente de íons provocando incrustação sólida de

acordo com a invenção é obtida por um cartucho compreendendo uma entrada de água e uma saída de água, onde o cartucho compreende, entre a entrada de água e a saída de água um trocador de íons de ácido fraco na forma de  $H^+$ , seguido por um trocador de íons de ácido forte na forma de  $Na^+$ .

5 Uma resina Catiônica de Ácido Fraco na forma de  $H^+$  (WAC  $H^+$ ) é uma resina com grupos funcionais carboxílicos, capazes de remover íons de ligação de bicarbonato de acordo com a reação seguinte, onde a afinidade da resina para vários cátions é dada abaixo:



10 Uma WAC  $H^+$  portanto, remove em particular os íons de Ca e Mg, que são relacionados aos íons de  $HCO_3^-$ , posteriormente denotados como a dureza temporária.

Ca, Mg remanescentes e quantidades menores de outros metais que precipitam com íons de sulfato são subseqüentemente removidos por uma resina de troca Catiônica de Ácido Forte (SAC  $Na^+$ ). Esta resina pode também ser na forma de  $K^+$ . Entretanto, a forma  $Na^+$  é preferida, uma vez que a afinidade para íons de Ca e Mg de uma resina na forma  $K^+$  é mais baixa que na forma  $Na^+$ . Uma resina de troca Catiônica de Ácido Forte na forma  $H^+$  (SAC  $H^+$ ) não pode ser usada, pois a formação de ácido corrosivo pela troca com íons  $H^+$  deveria ser evitada. Uma resina SAC liga íons de metal de acordo com a reação abaixo, onde a afinidade para metais é dada abaixo:



20 Resinas de troca catiônica de ácido fraco e forte são comercialmente disponíveis, por exemplo, da Rohm and Haas, Dow, Sybron Chemicals, Purolite e Resin Tech.

25 Uma resina WAC  $H^+$  adequada é, por exemplo, Amberlite IRC86 (Rohm and Haas) com uma capacidade de 4,2 eq/l. Uma resina SAC  $Na^+$  adequada é, por exemplo, Amberjet 1200 Na com uma capacidade de 2

eq/l. Ambas as resinas de troca são na forma de gel. Para um ferro de alto vapor com um consumo de cerca de 60 l/ano, um cartucho de 118 ml (58 ml WAC e 60 ml SAC) seria, no caso de uma troca efetiva de 100%, suficiente para remover todos os íons causando incrustações sólidas, durante um ano, a partir de água da torneira, de acordo com as especificações SHW. Para produzir a mesma quantidade de água deionizada, um cartucho com um volume de 728 ml (300 ml SAC H<sup>+</sup> com uma capacidade de 2 eq/l e 428 ml de uma resina do tipo básico forte com uma capacidade de 1,4 eq/l) seria requerida.

Adicionalmente, o cartucho pode compreender um terceiro trocador de íons sendo uma resina de troca aniônica de base forte da forma NO<sub>3</sub>, que remove íons SO<sub>4</sub>, para evitar a formação de CaSO<sub>4</sub> insolúvel. Embora íons de Ca não possam ser deixados após passar pelas resinas WAC H<sup>+</sup> e SAC Na<sup>+</sup>, uma resina de troca aniônica de base forte da forma NO<sub>3</sub> pode ser usada para segurança extra no caso em que há uma pequena perda de íon de Ca. Ainda mais, sais de NO<sub>3</sub> são muito solúveis (mais solúveis do que sais de NaSO<sub>4</sub>), então fáceis de remover por vapor e auto limpeza.

É um segundo objetivo da invenção, prover um meio que desliga o utensílio quando o cartucho deve ser substituído.

Um meio conhecido para medir a quantidade total de sólidos dissolvidos (TDS) é medir a condutividade elétrica da água tratada conforme descrito, por exemplo, em JP5513233. Entretanto, este princípio de detecção comum não detecta a remoção de íons causadores de incrustações sólidas, uma vez que a relação entre a condutividade e TDS é muito afetada pelos tipos de sólidos ou sais dissolvidos presentes na solução. Este problema é resolvido pelos inventores usando um cartucho de troca de íons, onde uma primeira e segunda sonda estão presentes para medir íons causadores de incrustações sólidas por uma medição de diferença da condutividade elétrica da água de entrada e da água que passou por um ou ambos trocadores de íons.

A primeira sonda pode ser localizada na entrada de água do cartucho e mede a condutividade da água a ser tratada. A segunda sonda pode ser localizada na saída de água do cartucho, mas está preferivelmente localizada logo após a resina WAC H<sup>+</sup> e mede a condutividade da água a partir da qual a dureza temporária é removida. A diferença entre a condutividade medida por ambas as sondas deveria ser constante, enquanto a dureza temporária é removida pelo trocador WAC H<sup>+</sup>. Se um aumento de condutividade lido pela segunda sonda e um decréscimo resultante na diferença de condutividade entre a primeira e segunda sonda for detectado, o tempo de vida da resina de troca catiônica de ácido fraco está terminando e um sistema de detecção pode desligar o utensílio no sentido de forçar o operador a substituir o cartucho.

Para evitar um desligamento inesperado do utensílio durante seu uso, a segunda sonda é colocada após o trocador de íon fraco na forma H<sup>+</sup>, seguida de uma quantidade adicional de trocador de íon fraco na forma H<sup>+</sup> antes do trocador de íon de ácido forte.

Isto permite que o operador termine o uso do utensílio sem o risco de formação de incrustações sólidas. Uma outra vantagem é que um decréscimo mais alto na diferença de condutividade é permitido antes que o sistema seja desligado, sem ter íons causadores de incrustações sólidas presentes na saída do cartucho.

Após o desligamento do utensílio, um circuito eletrônico especial ou programa de software pode desligar o utensílio, ou pelo menos uma bomba de suprimento de água até que um novo cartucho seja inserido, ou a resina no cartucho tenha sido regenerada. É preferido que o utensílio de acordo com a invenção compreenda um sistema de detecção que desligue o utensílio em um decréscimo pré ajustado de uma diferença de condutividade medida entre a primeira e segunda sonda, após terminar o uso do utensílio, para forçar um operador a substituir o cartucho.

Se o operador está usando água deionizada, a primeira sonda medirá uma condutividade baixa e nenhuma ação será tomada.

A invenção é adicionalmente relacionada a um utensílio, e em particular um ferro a vapor compreendendo um cartucho da invenção. Deve ser notado que um utensílio, particularmente um utensílio elétrico, pode compreender um ferro a vapor, uma máquina de café, uma máquina de fazer expresso e cappuccino, uma chaleira de chá ou uma sauna facial. É preferido que o utensílio de acordo com a invenção compreenda um sistema de detecção que desliga o utensílio após o uso, por exemplo, para forçar um operador a substituir o cartucho, ou regenerar os trocadores de íons.

#### BREVE DESCRIÇÃO DAS FIGURAS

Figura 1 mostra um cartucho de acordo com a invenção.

Figura 2 mostra um ferro a vapor compreendendo o cartucho da invenção.

Figuras 3 e 4 mostram geradores de vapor usados no ferro a vapor da Figura 2.

#### DESCRIÇÃO DETALHADA DAS FIGURAS

Figura 1 mostra um cartucho de troca de íons, de acordo com a invenção, compreendendo, entre a entrada de água 1A e a saída de água 2A um trocador de íons de ácido fraco na forma  $H^+$  5, seguido de um trocador de íons de ácido forte na forma  $Na^+$  7 onde uma primeira sonda 16 e uma segunda sonda 17 estão presentes, a segunda sonda 17 estando colocada após o trocador de íons de ácido fraco na forma  $H^+$  5 seguida de uma quantidade adicional do trocador de íons de ácido fraco na forma  $H^+$  6 antes do trocador de íons de ácido forte 7.

Figura 2 mostra um ferro a vapor 1 possuindo um invólucro 2 com uma base 3 no lado inferior do invólucro. Um reservatório de água 12, uma tomada de entrada de reservatório de água 15, uma bomba elétrica 14, um gerador de vapor 10 e um meio de controle 6A são acomodados dentro

do invólucro. Teclas de controle 40 operáveis pelo usuário são providas no invólucro 2 para controlar várias funções do dispositivo. A base 3 do ferro é provida de aberturas de descarga de vapor 5A. A abertura de descarga 4 é para o fornecimento de vapor misto, e as aberturas de descarga 5A são para o fornecimento de vapor superaquecido. O cartucho de troca de íons de acordo com a invenção 13 é colocado entre o reservatório de água 12 e a bomba 14. Nesta realização, a entrada de água e a saída de água são posicionadas no lado posterior não visível do cartucho, para permitir que o cartucho seja substituído através de uma abertura do lado esquerdo do ferro. Uma primeira sonda 16 e uma segunda sonda 17 são posicionadas respectivamente na entrada de água e na saída de água do cartucho.

Figuras 3 e 4 são geradores de vapor após submetidos respectivamente ao Experimento Comparativo A e Exemplo 1.

### EXEMPLOS E EXPERIMENTOS COMPARATIVOS

Todos os exemplos e experimentos comparativos foram realizados com água dura padrão (SHW) de composição conforme dada na tabela 2, que é geralmente usada como água modelo no teste de utensílios domésticos.

**Tabela 2**

Cátions	Concentração mmol/l	Anions	Concentração mmol/l
Ca <sup>2+</sup>	2,23	Cl <sup>-</sup>	4,46
Mg <sup>2+</sup>	0,77	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0,77
Na <sup>+</sup>	4,00	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	4,00

Os exemplos e experimentos comparativos são realizados usando um gerador de vapor com um volume de 8,8 cm<sup>3</sup>, seguido por canais de vapor e bicos. Testes de incrustação com condição de operação de usuário simulada foram feitos usando um programa de vapor.

O programa de vapor consiste de 15 segundos de vapor com uma temperatura em torno de 200°C e uma vazão de 40 gramas por minuto seguida de 10 segundos de repouso. O teste é interrompido após circular 11

litros de água (18 horas). Uma auto limpeza pode ser usada no sentido de dissolver sais solúveis e/ou enxaguá-los. Em uma auto limpeza, 0,5 litros de água fluem através do gerador de vapor com uma vazão de 100 gramas por minuto. Durante a auto limpeza, a temperatura do gerador de vapor diminui até uma temperatura na faixa de 60-40°C.

#### Exemplo Comparativo A

11 litros SHW foram passados através do gerador de vapor de um ferro a vapor, compreendendo adicionalmente, um divisor, um desviador, tubos e bicos, em um programa de vapor seguido de uma auto limpeza. O gerador de vapor é obstruído (ver Figura 3) e os bicos são bloqueados. Uma fina camada de incrustações pode ser encontrada cobrindo o canal de vapor completo. Um decréscimo na geração de vapor nos bicos já é observado após circular uns poucos litros de SHW. O bloqueio completo ocorreu durante a auto limpeza, uma vez que partículas de incrustação são liberadas do gerador de vapor e bloquearam os orifícios dos bicos. Após 11 litros SHW, partículas de incrustação liberadas foram encontradas nos bicos, tubos, divisor e desviador.

#### Exemplo Comparativo B

Um teste de incrustação foi realizado com 33 litros de SHW que passaram através de um cartucho compreendendo resina de troca de 58 ml WAC H<sup>+</sup> (Amberlite IRC86). O teste foi realizado por um programa triplo, seguido cada vez por uma auto limpeza. Uma pequena quantidade de incrustação foi construída no gerador de vapor. A repetição deste teste com um cartucho compreendendo 300 ml de resina de troca WAC H<sup>+</sup> provocou incrustação no gerador de vapor.

#### Exemplo 1

Um teste de incrustação foi realizado com água que passou através de um cartucho compreendendo 75 ml de resina de troca WAC H<sup>+</sup> (Amberlite IRC86), seguida de uma quantidade de 75 ml de resina de troca

SAC Na<sup>+</sup> (Amberjet 1200 Na) com 50 litros de SHW. O teste foi realizado pelo programa de vapor seguido cada vez por uma auto limpeza. Não foi encontrada incrustação na parte de canal do gerador de vapor (Figura 4). Não havia bloqueio dos bicos. Pode ser concluído que incrustação mole solúvel foi removida com vapor e/ou auto limpeza.

#### Exemplo 2.

Um cartucho conforme mostrado na Figura 1, provido de uma sonda de condutividade 3 na entrada de água 1 e uma segunda sonda 4 colocada depois de 60 ml da resina WAC H<sup>+</sup> 5, seguida de outros 15 ml de resina WAC H<sup>+</sup> 6 e um compartimento com 75 ml de resina SAC Na<sup>+</sup> 7 foi carregado com SHW e substituído após um decréscimo de 20% da diferença de condutividade medida pelas duas sondas. Após 154 litros de SHW e duas substituições do cartucho não havia bloqueio dos bicos. Mesmo sem usar uma auto limpeza, nenhuma incrustação mole foi formada no gerador de vapor, o que significa que a incrustação mole foi removida do gerador de vapor pelo próprio vapor.

## REIVINDICAÇÕES

1. Cartucho de troca de íons, caracterizado pelo fato de compreender uma entrada de água e uma saída de água, onde o cartucho compreende, entre a entrada de água e a saída de água, um trocador de íons de ácido fraco na forma  $H^+$  seguido de um trocador de íons de ácido forte na forma  $Na^+$  e/ou forma  $K^+$ .

2. Cartucho de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o trocador de íons de ácido forte está na forma  $Na^+$ .

3. Cartucho de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que uma primeira e uma segunda sondas estão presentes para medir íons causadores de incrustações sólidas por uma medição diferencial da condutividade da água de entrada e da água que tenha passado em um ou ambos trocadores de íons.

4. Cartucho de acordo com a reivindicação 1, 2 ou 3, caracterizado pelo fato de que a primeira sonda é colocada antes e a segunda sonda é colocada depois do trocador de íons fracos na forma  $H^+$ .

5. Cartucho de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que a segunda sonda é seguida de uma quantidade adicional de trocador de íons fracos na forma  $H^+$ , antes do trocador de íons de ácido forte.

6. Cartucho de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, caracterizado pelo fato de que o trocador de íons de ácido forte é seguido de um terceiro trocador de íons sendo uma resina de troca aniônica de base forte da forma  $NO_3$ .

7. Utensílio, caracterizado pelo fato de ser em particular um ferro a vapor compreendendo um cartucho como definido em qualquer uma das reivindicações precedentes.

8. Utensílio de acordo com a reivindicação 7,

caracterizado pelo fato de compreender um sistema de detecção possuindo dois pontos de detecção correspondentes à primeira e segunda sondas, cujo sistema desliga o utensílio em um decréscimo pré ajustado de uma diferença de condutividade medida entre a primeira e a segunda sonda.

- 5                    9. Utensílio de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que o sistema de detecção é provido de um dispositivo eletrônico que desliga o utensílio no decréscimo pré ajustado após terminar o uso do utensílio.

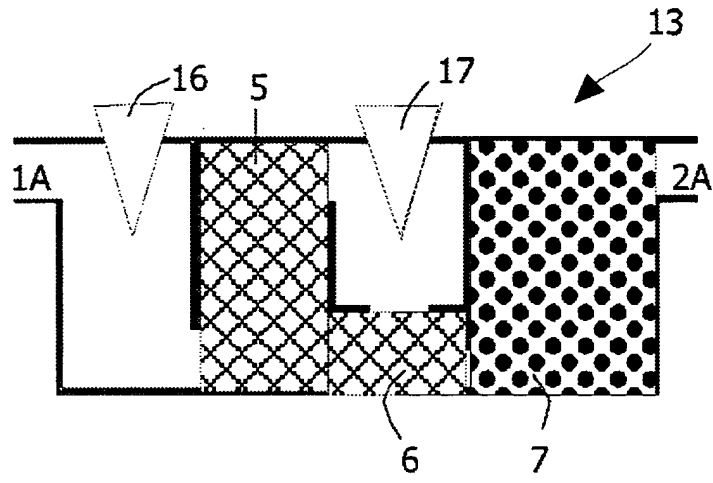


FIG. 1

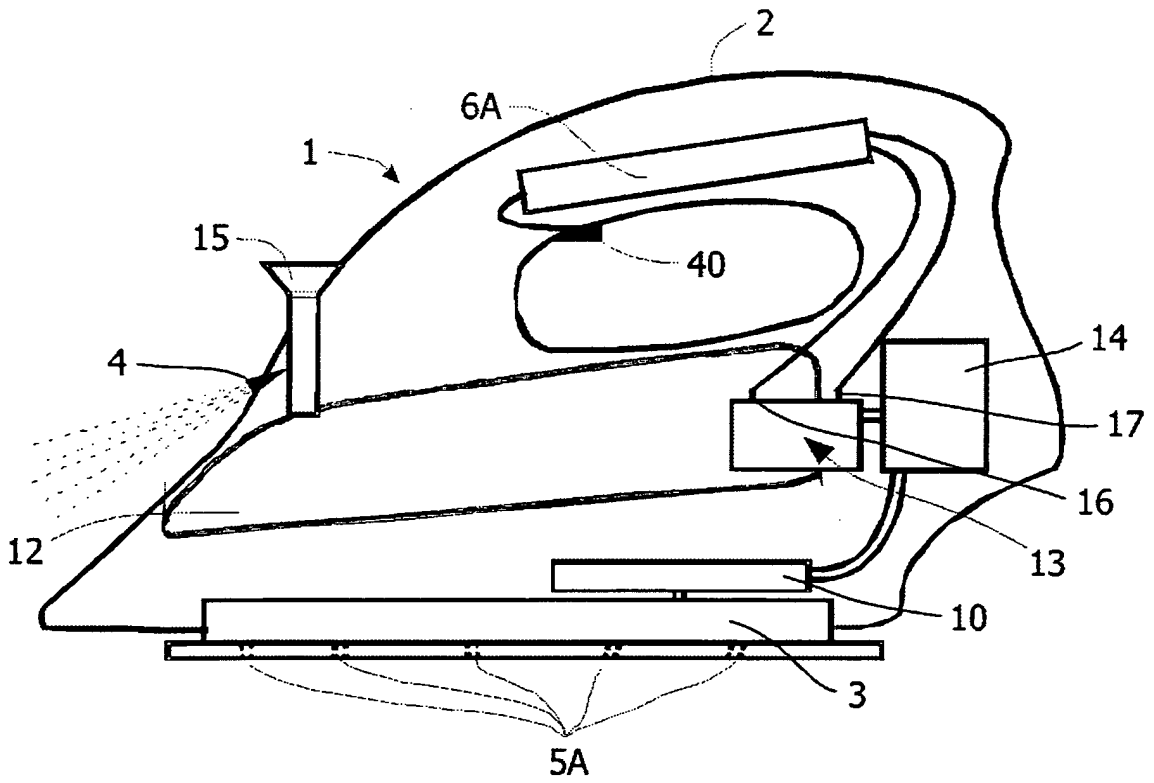


FIG. 2

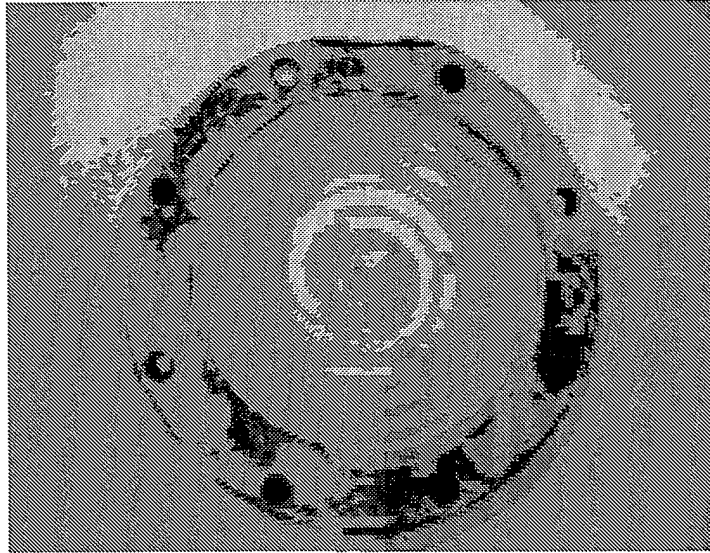


FIG.3



FIG.4

RESUMO

## “CARTUCHO DE TROCA DE ÍONS, E, UTENSÍLIO”

A invenção provê um cartucho de troca de íons (13), em particular para um utensílio doméstico que compreende, entre uma entrada de água (1A) e uma saída de água (2A) um trocador de íons de ácido fraco na forma  $H^+$  (5), seguido de um trocador de íons de ácido forte na forma  $Na^+$  (7). Este cartucho pode ser compacto porque remove somente íons formando incrustações sólidas. O cartucho pode compreender adicionalmente uma primeira (16) e uma segunda sonda (17) para medir íons causadores de incrustações sólidas por uma medição diferencial da condutividade da água de entrada e da água que tenha passado em um ou ambos trocadores de íons. Deste modo, o utensílio pode ser desligado quando o cartucho não está mais funcionando, forçando então um usuário a substituir o cartucho, ou a regenerar os trocadores de íons antes que incrustações sólidas bloqueiem o utensílio.