



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

(21) PI 0720959-2 A2



(22) Data de Depósito: 24/12/2007
(43) Data da Publicação: 18/03/2014
(RPI 2254)

(51) Int.Cl.:
A61M 11/04
A61M 15/00
B05B 1/24
B05B 17/04

(54) Título: GERADOR DE AEROSSOL DE TUBO
CAPILAR DOBRADO.

(57) Resumo:

(30) Prioridade Unionista: 29/12/2006 US 60/877.650

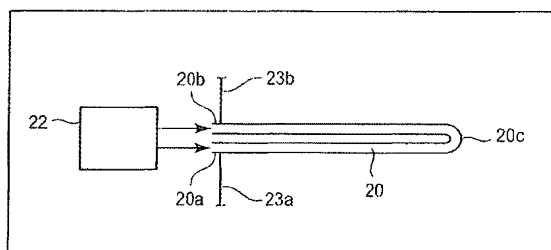
(73) Titular(es): Philip Morris Products S.A

(72) Inventor(es): JEFFREY A. SWEPTON, Marc D. Belcastro

(74) Procurador(es): Dannemann ,Siemsen, Bigler &
Ipanema Moreira

(86) Pedido Internacional: PCT IB2007004497 de 24/12/2007

(87) Publicação Internacional: WO 2008/081344de
10/07/2008



Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**GERADOR DE AEROSSOL DE TUBO CAPILAR DOBRADO**".

Referência Cruzada a Pedido Relacionado

Este pedido reivindica prioridade do pedido de patente provisório
5 U.S. no. 60/877 650, depositado em 29 de dezembro de 2006, cujo conteúdo total está incorporado neste documento por meio desta referência.

Antecedentes

Aerossóis são úteis em uma grande variedade de aplicações. Por exemplo, é frequentemente desejável tratar doenças respiratórias com
10 fármacos entregues por meio de jatos de aerossol de partículas finamente divididas de líquido e/ou sólido, por exemplo, pó, medicamentos, etc., os quais são inalados para dentro dos pulmões. Aerossóis também são usados para propósitos tais como fornecer fragrâncias desejadas para aposentos, distribuir inseticidas e entregar tinta e lubrificante.

15 Sumário

É fornecido um gerador de aerossol na forma de um tubo capilar. O tubo capilar inclui pelo menos uma dobra, entradas de fluido, regiões de espessura de parede reduzida localizadas entre as entradas de fluido e a dobra, e uma saída ao longo da dobra. Fluido volatilizado expande para fora
20 da saída e mistura com ar ambiente para formar um aerossol. Resistência elétrica é preferivelmente aumentada nas regiões de espessura de parede reduzida. As entradas de fluido podem ser localizadas em extremidades do tubo capilar. O tubo capilar pode compreender mais de uma dobra, por exemplo, diversas dobras no mesmo plano ou o tubo pode ser espiralado. O
25 gerador de aerossol pode incluir uma fonte de líquido em comunicação fluídica com as entradas de fluido. O tubo capilar pode ser de 5 milímetros a 40 milímetros, preferivelmente de 10 milímetros a 25 milímetros de comprimento e ter um diâmetro interno de 0,1 milímetro a 0,5 milímetro, preferivelmente de 0,1 milímetro a 0,2 milímetro. O tubo capilar pode ter uma espessura de
30 parede de cerca de 0,1 milímetro e as regiões de espessura de parede reduzida podem ter uma espessura de parede de cerca de 0,01 milímetro a 0,09 milímetro, preferivelmente em torno de 0,04 milímetro.

Também é fornecido um gerador de aerossol incluindo um tubo capilar. O tubo capilar inclui pelo menos uma dobra, entradas de fluido, regiões de espessura de parede reduzida localizadas entre as entradas de fluido e a pelo menos uma dobra, uma saída ao longo da pelo menos uma dobra e um mecanismo de aquecimento que aquece o tubo capilar para uma temperatura suficiente para volatilizar fluido no tubo capilar. O tubo capilar pode ser feito de um material de aquecimento resistivo eletricamente tal como aço inoxidável, a resistência elétrica é preferivelmente aumentada nas regiões de espessura de parede reduzida, e o mecanismo de aquecimento pode ser uma fonte de energia com condutores fixados ao tubo capilar para passar corrente elétrica pelo menos ao longo da dobra para aquecer o tubo capilar para uma temperatura suficiente para volatilizar fluido no tubo capilar. Preferivelmente, as regiões de espessura de parede reduzida são localizadas entre os condutores e a dobra. O gerador de aerossol pode compreender adicionalmente um bocal e/ou uma fonte de fluido.

É fornecido adicionalmente um método para gerar um aerossol. O método inclui as etapas de fornecer fluido para um gerador de aerossol, o qual inclui um tubo capilar compreendendo pelo menos uma dobra, primeira e segunda entradas de fluido, regiões de espessura de parede reduzida localizadas entre as entradas de fluido e a dobra, e uma saída ao longo da dobra, e aquecer o tubo capilar para aquecer o fluido para uma temperatura suficiente para volatilizar o fluido para formar um fluido volatilizado, de tal maneira que o fluido volatilizado se expande para fora da saída do tubo capilar, o fluido volatilizado se misturando com ar atmosférico ambiente para formar um aerossol. As regiões de espessura de parede reduzida podem ser formadas, por exemplo, por polimento elétrico, retificação acêntrica, usinagem padrão, ataque químico, ou combinações dos mesmos. A saída é preferivelmente equidistante das primeira e segunda entradas de fluido. Fluido pode ser fornecido para as primeira e segunda entradas de fluido em taxas de fluxo idênticas ou diferentes. Fluidos idênticos ou diferentes, os quais podem ser líquidos, podem ser fornecidos para as primeira e segunda entradas de fluido. Um líquido pode ser fornecido para uma primeira entrada de fluido

e um gás pode ser fornecido para uma segunda entrada de fluido. Fluido fornecido para o tubo capilar pode compreender extrato de tabaco, medicamento, combustível, água, flavorizante e/ou um veículo.

Descrição Resumida dos Desenhos

5 A figura 1 é uma ilustração de um dispositivo de vaporização de fluido.

A figura 2 é uma representação esquemática de uma parte de tubo capilar dobrado do dispositivo mostrado na figura 1.

10 A figura 3 fornece uma vista ampliada do tubo capilar dobrado, com a figura 3a fornecendo uma vista frontal, a figura 3b fornecendo uma vista superior e a figura 3c fornecendo uma vista ampliada da saída do tubo capilar.

15 As figuras 4a-4c fornecem vistas em perspectiva do tubo capilar dobrado conectado a uma placa de circuito impresso de acionador eletrônico com um controlador, e se estendendo dela, com a figura 4a fornecendo uma vista superior, a figura 4b fornecendo uma vista frontal, e a figura 4c fornecendo uma vista de extremidade.

20 As figuras 5 e 6 mostram modalidades adicionais do tubo capilar dobrado. O tubo capilar dobrado da figura 5 inclui múltiplas dobras e o tubo capilar dobrado da figura 6 inclui um tubo espiralado tendo múltiplas dobras.

A figura 7 mostra uma modalidade de um tubo capilar dobrado tendo regiões de espessura de parede reduzida localizadas entre as entradas de fluido e a dobra do tubo capilar.

Descrição das Modalidades Preferidas

25 É fornecido um dispositivo de vaporização de fluido útil para aplicações incluindo geração de aerossol. O dispositivo inclui um tubo ou passagem capilar dobrada (ou "arqueada") que pode ser aquecida ao passar corrente elétrica através dela, e através da qual fluido flui para ser vaporizado pelo menos parcialmente e se desejado para gerar um aerossol. Preferi-
30 velmente, a passagem capilar dobrada compreende uma parte de passagem arqueada e uma saída em uma localização ao longo da passagem arqueada. A fim de aquecer o tubo, uma corrente elétrica, fornecida por meio de um

primeiro eletrodo em uma extremidade de entrada do tubo, passa ao longo do tubo para um segundo eletrodo na outra extremidade de entrada do tubo. Fluido da mesma fonte ou de fontes diferentes pode ser fornecido como um líquido pressurizado nas entradas e é convertido pelo menos parcialmente em um vapor pela entrada de calor gerado pelo aquecimento de resistência proveniente do fluxo de eletricidade ao longo do tubo à medida que o fluido flui das extremidades de entrada através do tubo na direção da saída. Quando usado como um gerador de aerossol de um inalador, tal como um inalador portátil para medicamentos ou substâncias flavorizantes sob a forma de aerossol, à medida que o vapor sai do tubo pela saída do tubo capilar um aerossol é produzido à medida que o vapor entra na atmosfera circundante.

Em uma modalidade preferida, o tubo capilar dobrado compreende pelo menos uma dobra (parte curvada ou arqueada), tal como uma dobra de 180°. A saída do tubo capilar é localizada na dobra, de tal maneira que as extremidades de entrada do tubo são equidistantes da saída do tubo. Assim, como o tubo capilar dobrado tem mais de um caminho (por exemplo, duas pernas) através dos quais fluido passa das extremidades de entrada do tubo para a saída, o tubo capilar dobrado possibilita uma estrutura muito compacta quando comparada a um gerador de aerossol compreendendo um tubo capilar linear tendo um único caminho através do qual fluido passa da entrada para a saída. Adicionalmente, quando comparado a um gerador de aerossol compreendendo um tubo capilar tendo um único caminho através do qual o fluido passa da entrada para a saída, a pressão exigida para deslocar fluido através das duas pernas do tubo capilar dobrado é menor para alcançar uma taxa de fluxo direcionada. De modo oposto, para uma taxa de fluxo direcionada de aerossol, a taxa de fluxo de fluido passando através de cada perna do tubo é mais baixa. Como resultado de uma taxa de fluxo mais baixa de fluido passando através das duas pernas do tubo, calor é transferido de forma mais eficiente do tubo para o fluido, menos energia é exigida para vaporizar líquido fluindo através do tubo e a pegada do tubo pode ser reduzida.

Como o tubo capilar dobrado tem mais de uma entrada, um aerossol compreendendo mais de um fluido pode ser formado. Mais especificamente, líquidos diferentes, os quais podem não se misturar bem, podem ser alimentados pelas respectivas extremidades de entrada do tubo. Alternativamente, um aerossol compreendendo líquido e gás pode ser formado ao alimentar líquido, por exemplo, para uma extremidade de entrada do tubo e gás, por exemplo, para a outra extremidade de entrada do tubo. Adicionalmente, uma solução veículo contendo constituintes de extratos de tabaco ou aroma de tabaco pode ser usada para formar um aerossol, com o aerossol resultante tendo atributos de paladar de tabaco gerado sem combustão.

Preferivelmente, a temperatura do tubo e do fluido são maiores na saída e a saída é no centro da dobra no tubo, (por exemplo, é equidistante de cada extremidade de entrada do tubo assim como equidistante de cada eletrodo). Preferivelmente, a saída tem um diâmetro aproximadamente igual ao diâmetro interno do tubo capilar dobrado. Entretanto, se fluidos diferentes forem alimentados em cada extremidade de entrada do tubo, a fim de otimizar geração de aerossol, pode ser preferível que a saída não seja equidistante de cada extremidade de entrada do tubo ou equidistante de cada eletrodo e/ou o eletrodo não seja localizado em posições idênticas nos respectivos caminhos das extremidades de entrada do tubo para a saída. Adicionalmente, se fluidos diferentes forem alimentados em cada extremidade de entrada do tubo, a fim de otimizar geração de aerossol, pode ser preferível que os fluidos diferentes sejam alimentados em taxas de fluxo diferentes.

O tubo capilar pode ser feito totalmente de um material condutivo eletricamente, tal como aço inoxidável, de maneira que à medida que uma tensão é aplicada a um comprimento do tubo, o tubo é aquecido pelo fluxo de corrente elétrica através do tubo, e o fluido passando através do tubo é vaporizado. Como uma alternativa, o tubo pode ser feito de um material não-condutivo ou semicondutivo, tal como vidro ou silício, com um revestimento ou camada de material de aquecimento de resistência tal como platina para aquecer o tubo. Especificamente, o tubo pode ser de sílica fundida com elemento aquecedor formado por um revestimento resistivo.

Em uma modalidade preferida, o tubo capilar dobrado pode ser descrito como tendo três regiões: uma região do tubo onde somente existe vapor, regiões do tubo onde existe pelo menos algum líquido, e regiões de transição onde líquido é vaporizado (localizadas entre a saída e as entradas). A saída do tubo é preferivelmente localizada na região do tubo onde existe vapor suficiente para produzir um aerossol desejado. Preferivelmente, as regiões do tubo onde líquido entra no tubo têm espessura de parede reduzida, e interfaces entre as regiões do tubo tendo espessuras de parede diferindo podem ser encontradas nas regiões de transição onde existem tanto vapor quanto líquido. Entretanto, dependendo do(s) composto(s) a partir do(s) qual(is) aerossol está sendo formado, interfaces entre as regiões do tubo tendo espessuras de parede diferindo podem ser localizadas mais próximas da saída.

Os comprimentos das regiões de espessura de parede reduzida podem ser selecionados para alcançar um perfil de aquecimento desejado. Como um exemplo, para um tubo capilar tendo uma dobra e comprimento de 18 milímetros a 20 milímetros de condutor elétrico a condutor elétrico, o comprimento de cada seção do tubo capilar (da saída do tubo capilar a cada condutor elétrico) é de 9 milímetros a 10 milímetros, e dentro deste comprimento cada uma das regiões de espessura de parede reduzida pode ser de 5 milímetros a 7 milímetros.

Redução da espessura de parede do tubo capilar em regiões selecionadas aumenta a quantidade de energia térmica transferida do tubo capilar para o fluido. Adicionalmente, ao reduzir a espessura de parede do tubo capilar em regiões predeterminadas, o gradiente de temperatura por todo o comprimento do tubo capilar pode ser gerenciado. Assim, energia térmica pode ser entregue para a formação de aerossol para formar um aerossol rapidamente, enquanto assegurando que o tubo capilar não excede limites de temperatura predeterminados na região do tubo onde menos líquido está presente. Adicionalmente, ao reduzir a espessura de parede do tubo capilar em regiões predeterminadas, a quantidade de energia elétrica exigida para elevar a temperatura do tubo capilar da ambiente para a temperatura

de operação pode ser reduzida significativamente.

Ao reduzir espessura de parede, a resistência elétrica é aumentada. Como resultado, menos energia e tempo são exigidos para aquecer o tubo para a temperatura de operação. Qualquer técnica de fabricação adequada para reduzir efetivamente o diâmetro externo do tubo capilar pode ser empregada. Tais técnicas incluem, por exemplo, polimento elétrico, retificação acêntrica, usinagem padrão, corrosão química e combinações dos mesmos. Especificamente, para um tubo capilar de aço inoxidável de 30 gauges (diâmetro externo de cerca de 0,3 milímetro, diâmetro interno de cerca de 0,1 milímetro e espessura de parede de cerca de 0,1 milímetro), regiões selecionadas do diâmetro externo do tubo capilar podem ser reduzidas por polimento elétrico para cerca de 0,2 milímetro de diâmetro externo, deixando uma espessura de parede de cerca de 0,04 milímetro.

À medida que o tubo capilar é aquecido para a temperatura de operação do gerador de aerossol e líquido começa a fluir através do tubo, uma dada quantidade de energia é exigida para formar um aerossol a partir do líquido. Nas regiões do tubo capilar onde líquido existe e flui, uma quantidade significativa de energia térmica é transferida da parede interna do tubo capilar para o líquido. Entretanto, a quantidade de energia térmica transferida da parede interna do tubo capilar para o líquido na dobra é limitada pela quantidade de energia absorvida pelo líquido na formação do aerossol, com qualquer calor excessivo permanecendo na dobra do tubo capilar. Assim, ao localizar as regiões de espessura de parede reduzida antes da dobra, aquecimento pode ser aumentado nessas regiões e a parede comparativamente mais grossa da dobra leva em conta resistência elétrica reduzida na dobra quando comparada às regiões de espessura de parede reduzida, para fornecer um gradiente de temperatura mais uniforme através do tubo capilar total.

A figura 1 mostra uma modalidade de um dispositivo de vaporização de fluido na forma de um gerador de aerossol para uso como um inalador portátil. Tal como mostrado, o gerador de aerossol inclui uma fonte de fluido, uma válvula, um arranjo de aquecedor compreendendo

um tubo capilar dobrado 20, um bocal 18, um sensor opcional 15 e um controlador 16. O controlador 16 inclui conexões elétricas adequadas e equipamento auxiliar tal como uma bateria que coopera com o controlador para operar a válvula 14, o sensor 15 e fornecer eletricidade para aquecer o tubo capilar dobrado 20. Em operação, a válvula 14 pode ser aberta para permitir que um volume desejado de fluido proveniente da fonte 12 entre no tubo capilar dobrado 20 antes ou subsequente à detecção pelo sensor 15 de uma queda de pressão no bocal 18 causada por uma pessoa respirando (inalando) junto ao gerador de aerossol 10. À medida que fluido é fornecido para o tubo capilar dobrado 20, o controlador 16 controla a quantidade de energia fornecida para aquecer o tubo capilar suficientemente para volatilizar fluido no tubo capilar dobrado 20, isto é, o controlador 16 controla a quantidade de eletricidade passada através do tubo capilar para aquecer o fluido para uma temperatura adequada para volatilizar o fluido nesse lugar. O fluido volatilizado sai por uma saída do tubo capilar dobrado 20, e o fluido volatilizado forma um aerossol que pode ser inalado por uma pessoa respirando junto ao bocal 18.

O gerador de aerossol mostrado na figura 1 pode ser modificado para utilizar arranjos de fornecimento de fluido diferentes. Por exemplo, a fonte de fluido pode compreender uma válvula de entrega que entrega um volume predeterminado de fluido para o tubo capilar dobrado 20 e/ou o tubo capilar dobrado 20 pode incluir uma ou mais câmaras de dosagem de tamanho predeterminado para acomodar um volume de fluido predeterminado a ser volatilizado durante um ciclo de inalação. No caso onde o tubo capilar dobrado 20 inclui uma ou mais câmaras de dosagem para acomodar um volume de fluido, o dispositivo pode incluir uma válvula ou válvulas a jusante da(s) câmara(s) para impedir fluxo do fluido além da(s) câmara(s) durante enchimento da(s) mesma(s). Se desejado, a(s) câmara(s) pode(m) incluir um preaquecedor arranjado para aquecer fluido na(s) câmara(s) de tal maneira que uma bolha de vapor expanda e impulsione o líquido remanescente das câmaras no tubo capilar dobrado 20. Detalhes de um arranjo de preaquecedor como este podem ser encontrados na Patente U.S. Nº 6.491.233 da

mesma requerente, cuja descrição está incorporada neste documento por meio desta referência. Alternativamente, fluido na(s) câmara(s) pode ser preaquecido para uma temperatura estabelecida abaixo da formação de bolha de vapor. Se desejado, a(s) válvula(s) pode(m) ser omitida(s) e a fonte de fluido 12 pode incluir um arranjo de entrega tal como uma ou mais bombas de seringa que fornecem um volume predeterminado de fluido diretamente para o tubo capilar dobrado 20. No caso onde o tubo dobrado é feito de um material condutivo eletricamente, tal como aço inoxidável, o arranjo de aquecimento pode ser uma parte do tubo capilar definindo o tubo capilar dobrado 20, arranjado para volatilizar o líquido no tubo capilar dobrado 20. O sensor 15 pode ser omitido ou contornado no caso onde o gerador de aerossol 10 é operado manualmente por meio de um comutador mecânico, comutador elétrico ou outra técnica adequada. Embora o gerador de aerossol 10 ilustrado na figura 1 seja útil para aerossolização de aerossóis inaláveis, tais como aerossóis carregando fármaco ou aroma, o tubo capilar dobrado também pode ser usado para vaporizar outros fluidos tais como, por exemplo, odorantes.

Um gerador de aerossol de tubo capilar dobrado pode receber fluxo de fluido de uma única fonte de fluido. Um fluido, de uma maneira geral na forma de um líquido pressurizado e/ou predeterminado volume de fluido proveniente da mesma ou de fontes separadas de fluido, entra através das entradas do tubo capilar e flui através das pernas do tubo na direção da saída do tubo. Um eletrodo separado é fornecido em cada extremidade de entrada do tubo capilar. A parte do tubo capilar entre os eletrodos é aquecida como resultado da corrente elétrica fluindo através de uma parte do tubo entre os eletrodos, e o líquido entrando pelas extremidades de entrada é aquecido dentro do tubo para formar um vapor. À medida que o vapor sai pela saída do tubo capilar e entra em contato com o ar ambiente circundante, o vapor forma um aerossol. Se o líquido for uma suspensão, o aerossol pode ser formado de sólidos na suspensão. Se o líquido for uma solução de um líquido condensável, o aerossol pode ser formado de gotinhas de vapor condensado. Se a saída em seção transversal for menor que o diâmetro in-

terno do tubo capilar, o aerossol pode ser formado de líquido atomizado impulsionado através da saída pelo líquido vaporizado.

Tal como mostrado na figura 2, um dispositivo de vaporização de fluido inclui um tubo capilar 20, com um fluido proveniente de uma fonte de fluido 22 passando através do tubo capilar 20. O fluido entra no tubo capilar 20 pela primeira extremidade de entrada 20a e pela segunda extremidade de entrada 20b, e sai como um vapor pela saída 20c do tubo capilar 20. Um primeiro eletrodo 23a é conectado próximo à extremidade de entrada 20a do tubo capilar 20, e um segundo eletrodo 23b é conectado próximo à extremidade de entrada 20b.

Um líquido entrando pela entrada 20a do tubo capilar 20 e pela entrada 20b é aquecido à medida que ele passa através do tubo capilar. Calor suficiente é introduzido no fluido passando através do tubo para vaporizar pelo menos parte do fluido à medida que ele sai pela saída 20c do tubo capilar. De novo, embora não ilustrado, mas tal como indicado anteriormente, o gerador de aerossol pode incluir mais de uma fonte de fluido para cada entrada do tubo capilar dobrado.

As figuras 3a-3b ilustram uma vista ampliada do tubo capilar dobrado 30. A figura 3a fornece uma vista frontal do tubo capilar dobrado 30, no qual fluido entra pela primeira extremidade de entrada 30a e pela segunda extremidade de entrada 30b, e sai como um vapor pela saída 30c em uma dobra semicircular no tubo capilar 30. Um primeiro eletrodo 33a é conectado próximo à extremidade de entrada 30a do tubo capilar 30, e um segundo eletrodo 33b é conectado próximo à extremidade de entrada 30b. A figura 3b ilustra uma vista superior do tubo capilar dobrado, e a figura 3c fornece uma vista ampliada da saída do tubo capilar.

As figuras 4a-4c ilustram vistas em perspectiva do tubo capilar dobrado. Especificamente, a figura 4a fornece uma vista superior do tubo capilar dobrado, o qual é conectado à placa de circuito impresso de acionador eletrônico 49 com um controlador 46 e que se estende através dela, a figura 4b fornece uma vista frontal do tubo capilar dobrado, o qual é conectado à placa de circuito impresso de acionador eletrônico e controlador, e a

figura 4c fornece uma vista de extremidade do tubo capilar dobrado, o qual é conectado à placa de circuito impresso de acionador eletrônico e controlador. As pernas do tubo capilar dobrado são preferivelmente conectadas à placa de circuito impresso de acionador eletrônico por meio de um adesivo condutivo, tal como, por exemplo, solda ou epóxi condutivo, permitindo que a placa de circuito impresso de acionador eletrônico forneça eletricidade para as pernas do tubo capilar dobrado para aquecer o tubo capilar dobrado.

Modalidades adicionais do tubo capilar dobrado estão mostradas esquematicamente com referência às figuras 5 e 6. O tubo capilar dobrado da figura 5 inclui as múltiplas dobras 51a, 51b, 51c e preferivelmente tem uma única saída ao longo da dobra mais central 51b. O tubo capilar dobrado da figura 6 inclui um tubo espiralado tendo as múltiplas dobras 61a, 61b, 61c, 61d, 61e e preferivelmente tem uma única saída na dobra mais central 61c.

O arranjo de tubo capilar dobrado é projetado para acomodar uma variedade de taxas de fluxo de líquido através do tubo capilar, é altamente eficiente em energia e fornece um arranjo compacto. Em aplicações de inalador, as zonas de aquecimento do tubo capilar podem ser de 5 a 40 milímetros de comprimento, ou mais preferivelmente de 10 a 25 milímetros de comprimento, e os diâmetros internos do tubo podem ser de 0,1 a 0,5 milímetro, ou mais preferivelmente de 0,1 a 0,2 milímetro. Na implementação do aquecedor de tubo capilar em um inalador, o arranjo de tubo capilar dobrado é preferivelmente isolado e/ou separado do ar ambiente e do vapor emitido pelo tubo capilar. Por exemplo, um corpo de material isolante pode ser usado para suportar o tubo capilar dobrado dentro de um bocal de tal maneira que o vapor saindo do tubo capilar não entra em contato com a superfície externa do tubo capilar.

A direção de descarga do tubo capilar está descrita na figura 3 como sendo orientada em uma direção dentro do plano geral do tubo capilar para longe da extremidade de partes do tubo capilar. Na alternativa, a descarga em vez disto pode ser em uma direção dentro do plano geral do tubo capilar na direção da extremidade de partes do tubo capilar ou em uma dire-

ção para fora do plano geral definido pelo tubo capilar, tal como uma direção que é ortogonal ao plano geral definido pelo tubo capilar.

Tal como mostrado na figura 7, um dispositivo de vaporização de fluido compreende preferivelmente um tubo capilar, com um fluido proveniente de uma fonte de fluido entrando no tubo capilar pela primeira extremidade de entrada 70a e pela segunda extremidade de entrada 70b e que sai como um vapor pela saída 70c em uma dobra do tubo capilar. Um primeiro condutor de energia elétrica 73a é conectado próximo à extremidade de entrada 70a do tubo capilar, e um segundo condutor de energia elétrica 73b é conectado próximo à extremidade de entrada 70b. Na região de fluido 75 do tubo capilar a espessura de parede do tubo capilar é preferivelmente reduzida nas regiões 75, quando comparadas à região de curvatura 76 do tubo capilar. Com este arranjo é possível aumentar aquecimento de resistência elétrica nas regiões 75 quando comparado ao aquecimento de resistência na região 76 onde menos líquido está presente.

Embora várias modalidades tenham sido descritas, é para ser entendido que variações e modificações podem ser utilizadas tal como estará aparente para os versados na técnica. Tais variações e modificações são para serem consideradas dentro do alcance e escopo das reivindicações anexadas a isto.

REIVINDICAÇÕES

5 1. Gerador de aerossol na forma de um tubo capilar, o tubo capilar compreendendo pelo menos uma dobra, entradas de fluido, regiões de espessura de parede reduzida localizadas entre as entradas de fluido e a dobra, e uma saída ao longo da dobra, em que fluido volatilizado escoo pela saída para formar um aerossol.

2. Gerador de aerossol de acordo com a reivindicação 1, em que resistência elétrica é aumentada nas regiões de espessura de parede reduzida.

10 3. Gerador de aerossol de acordo com a reivindicação 1, em que as entradas de fluido são localizadas em extremidades do tubo capilar.

4. Gerador de aerossol de acordo com a reivindicação 1, em que o tubo capilar inclui uma primeira entrada de fluido localizada em uma primeira extremidade e uma segunda entrada de fluido localizada em uma segunda extremidade do tubo capilar compreendendo pelo menos uma dobra.

5. Gerador de aerossol de acordo com a reivindicação 1, em que o tubo capilar compreende mais de uma dobra, e em que o tubo capilar é de 5 a 40 milímetros de comprimento e tem um diâmetro interno de 0,1 a 0,5 milímetro.

20 6. Gerador de aerossol de acordo com a reivindicação 1, compreendendo adicionalmente uma fonte de líquido em comunicação fluídica com as entradas de fluido.

7. Gerador de aerossol de acordo com a reivindicação 1, em que o tubo capilar é de 10 milímetros a 25 milímetros de comprimento e tem um diâmetro interno de 0,1 milímetro a 0,2 milímetro, e em que o tubo capilar tem uma espessura de parede de cerca de 0,1 milímetro.

8. Gerador de aerossol de acordo com a reivindicação 1, em que as regiões de espessura de parede reduzida têm uma espessura de parede de cerca de 0,01 milímetro a 0,09 milímetro.

30 9. Gerador de aerossol de acordo com a reivindicação 1, em que as regiões de espessura de parede reduzida têm uma espessura de parede de cerca de 0,04 milímetro, e em que as regiões de espessura de parede

reduzida são de cerca de 5,0 milímetros a cerca de 7,0 milímetros de comprimento.

10. Gerador de aerossol de acordo com a reivindicação 1, em que o tubo capilar inclui duas regiões de espessura de parede reduzida.

5 11. Gerador de aerossol compreendendo:

um tubo capilar compreendendo pelo menos uma dobra, entradas de fluido, regiões de espessura de parede reduzida localizadas entre as entradas de fluido e a dobra, e uma saída ao longo da dobra; e

10 um mecanismo de aquecimento que aquece o tubo capilar para uma temperatura suficiente para volatilizar fluido no tubo capilar.

12. Gerador de aerossol de acordo com a reivindicação 11, em que o tubo capilar é feito de material de aquecimento resistivo eletricamente, resistência elétrica é aumentada nas regiões de espessura de parede reduzida, e o mecanismo de aquecimento compreende um fornecimento de energia e condutores fixados ao tubo capilar de tal maneira que corrente passa ao longo da dobra e aquece o tubo capilar para uma temperatura suficiente para volatilizar fluido no tubo capilar.

13. Gerador de aerossol de acordo com a reivindicação 12, em que as regiões de espessura de parede reduzida são localizadas entre os condutores e a dobra.

14. Gerador de aerossol de acordo com a reivindicação 11, compreendendo adicionalmente um bocal e/ou uma fonte de fluido.

15. Método para gerar um aerossol, compreendendo as etapas de:

25 fornecer fluido para um gerador de aerossol compreendendo um tubo capilar que compreende pelo menos uma dobra, primeira e segunda entradas de fluido, regiões de espessura de parede reduzida localizadas entre as entradas de fluido e a dobra, e uma saída ao longo da dobra; e

30 aquecer o tubo capilar para aquecer o fluido para uma temperatura suficiente para volatilizar o fluido para formar um fluido volatilizado, de tal maneira que o fluido volatilizado escoar pela saída do tubo capilar para formar um aerossol.

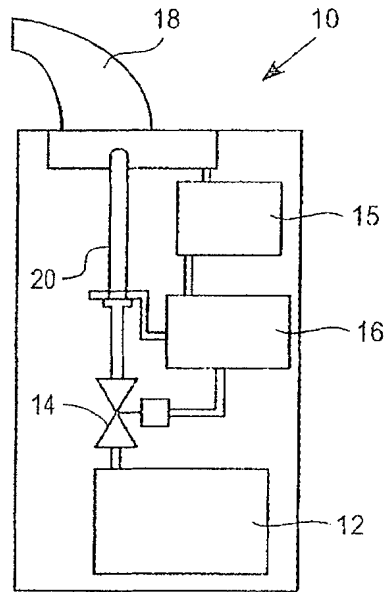


FIG. 1

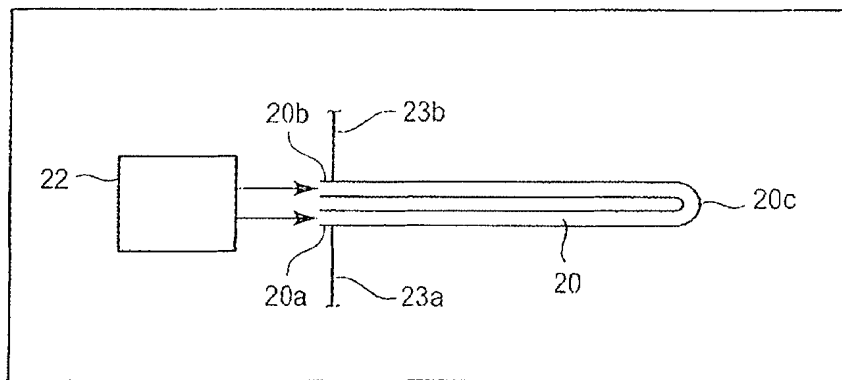


FIG. 2

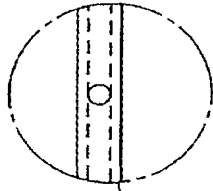


FIG. 3B

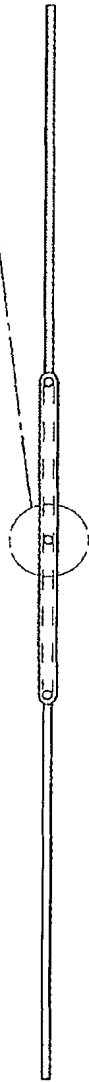


FIG. 3C

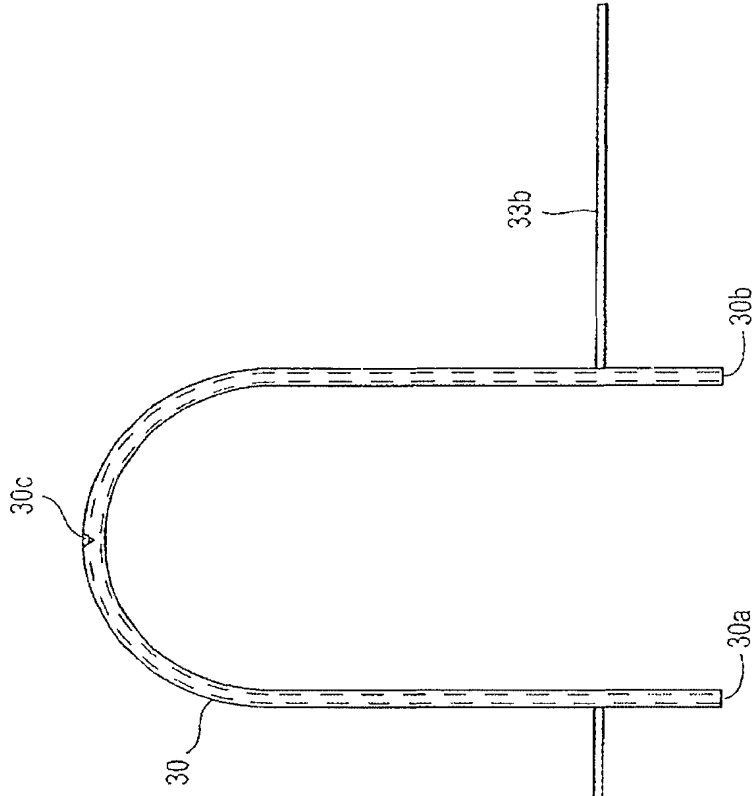


FIG. 3A

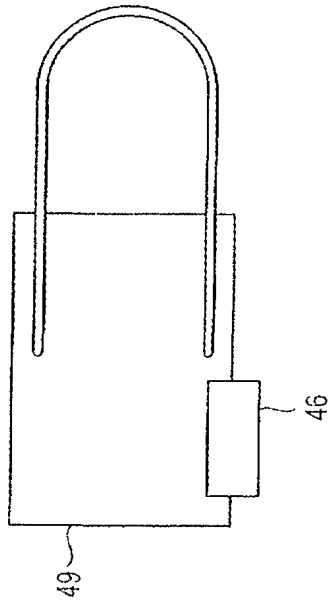


FIG. 4A

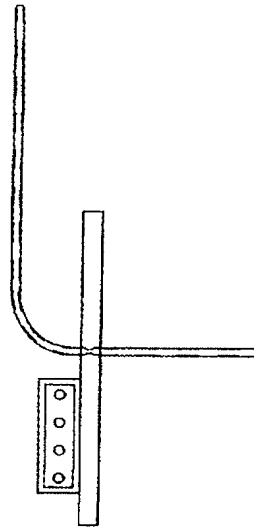


FIG. 4B

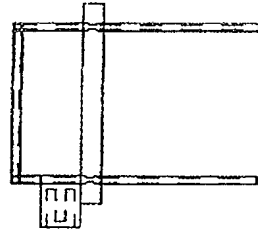


FIG. 4C

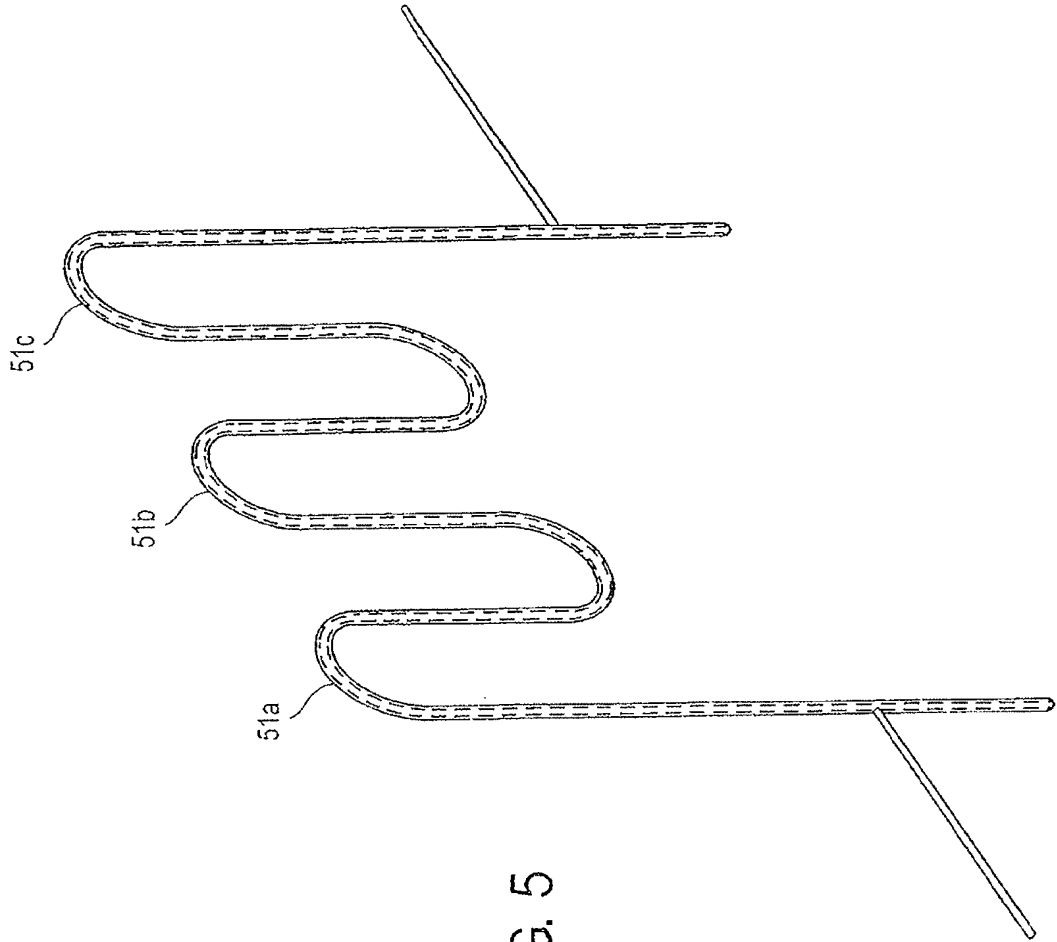


FIG. 5

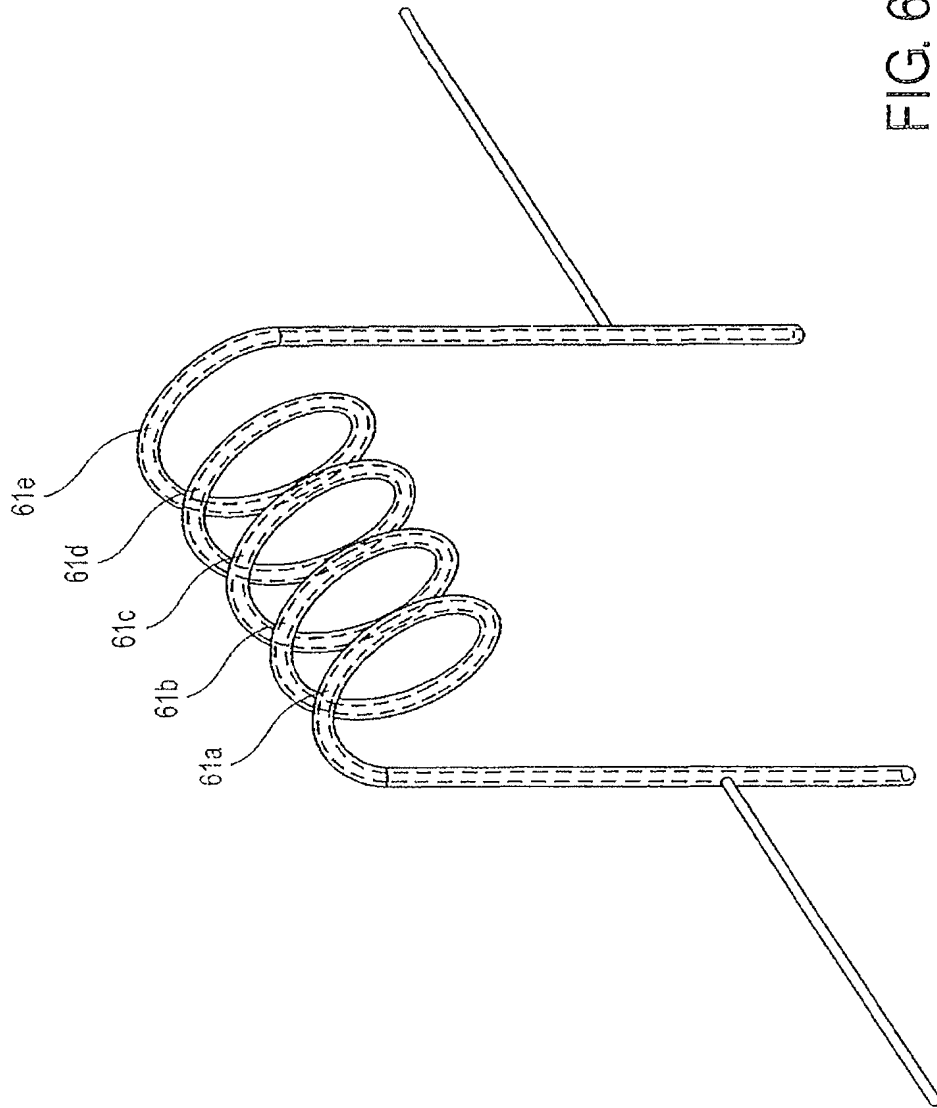


FIG. 6

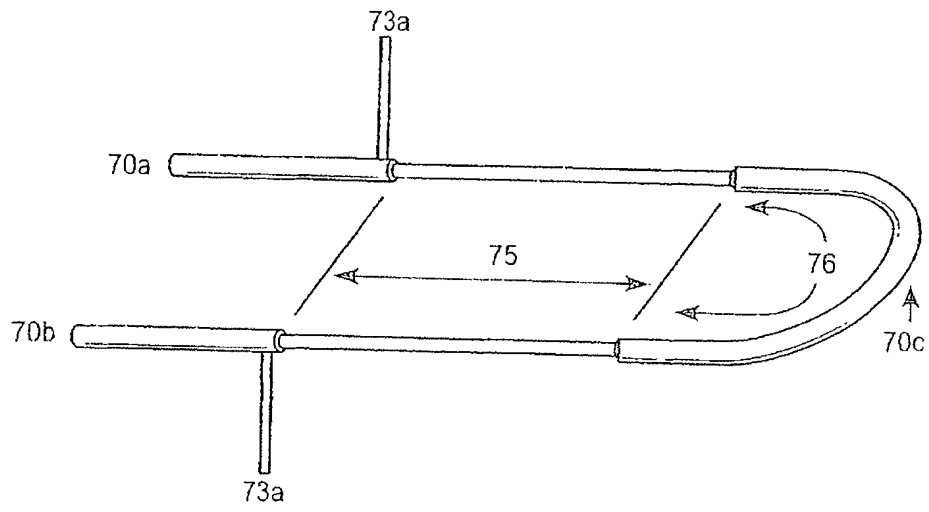


FIG. 7

RESUMO

Patente de Invenção: "**GERADOR DE AEROSSOL DE TUBO CAPILAR DOBRADO**".

5 A invenção refere-se a um aparelho para gerar aerossol compreendendo um tubo capilar (20) incluindo pelo menos uma dobra, entradas de fluido (20a, b), regiões de espessura de parede reduzida localizadas entre as entradas de fluido e a pelo menos uma dobra, e uma saída (20c) ao longo da pelo menos uma dobra. O tubo capilar é aquecido para uma temperatura suficiente para volatilizar fluido no tubo capilar, de tal maneira que o
10 fluido volatilizado escoar pela saída para formar um aerossol.