



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

(21) **PI0612039-3 A2**



(22) Data de Depósito: 13/06/2006  
(43) Data da Publicação: 13/10/2010  
(RPI 2075)

(51) *Int.Cl.:*  
A62C 35/00  
A62C 37/08

(54) Título: **SISTEMA DE SUPRESSÃO DE FOGO UTILIZANDO EMISSORES DE BAIXA PRESSÃO DE ALTA VELOCIDADE**

(30) Prioridade Unionista: 13/06/2005 US 60/689.864,  
24/02/2006 US 60/776.407

(73) Titular(es): VICTAULIC COMPANY

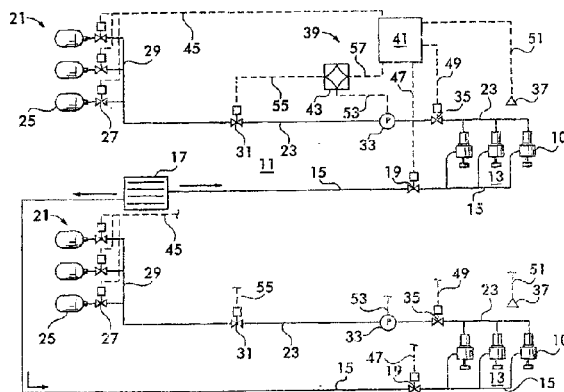
(72) Inventor(es): KEVIN J. BLEASE, ROBERT J. BALLARD,  
STEPHEN R. IDE, WILLIAM J. REILLY

(74) Procurador(es): ORLANDO DE SOUZA

(86) Pedido Internacional: PCT US2006023014 de 13/06/2006

(87) Publicação Internacional: WO 2006/135891 de 21/12/2006

(57) Resumo: SISTEMA DE SUPRESSAO DE FOGO UTILIZANDO EMISSORES DE BAIXA PRESSAO DE ALTA VELOCIDADE. Um sistema da supressão do fogo é divulgado. O sistema inclui uma fonte do gás pressurizado e uma fonte do líquido pressurizado. Ao menos um emissor está em uma comunicação fluida com as fontes do líquido e do gás. O emissor é usado estabelecer um córrego do gás, atomizar e entrar o líquido no córrego do gás e descarregar o córrego resultante do líquido-gás no fogo. Um método de operar o sistema é divulgado também. O método inclui o estabelecimento de um corrego do gás que tem primeiramente e em segundo partes dianteiras de choque usando o emissor, atomizando e entrar o líquido com o gás em uma das duas partes dianteiras de choque para dar forma a um córrego do líquido-gás, e descarregando o córrego no fogo. O método inclui também criar uma pluralidade de diamantes de choque no córrego do líquido-gás descarregado do emissor.



**SISTEMA DE SUPRESSÃO DE INCÊNDIO USANDO EMISSORES DE  
PRESSÃO BAIXA DE ALTA VELOCIDADE**

Referência Cruzada a Pedidos Relacionados

Este pedido é baseado em e reivindica prioridade para  
5 o Pedido Provisório U.S. N° 60/689.864, depositado em 13 de  
junho de 2005, e para o Pedido Provisório U.S. N°  
60/776.407, depositado em 24 de fevereiro de 2006.

Campo da Invenção

Esta invenção concerne a sistemas de supressão de  
10 incêndio usando dispositivos para a emissão de um líquido  
atomizado, o dispositivo injetando o líquido em uma  
corrente de fluxo de gás em que o líquido é atomizado e  
projetado para longe do dispositivo sobre um incêndio.

Antecedentes da Invenção

15 Os sistemas de controle e supressão de incêndio  
geralmente incluem uma pluralidade de cabeçotes de  
sprinkler individuais, os quais usualmente são montados no  
teto em torno da área a ser protegida. Os cabeçotes de  
sprinkler normalmente são mantidos em uma condição fechada  
20 e incluem um membro de detecção de resposta térmica para se  
determinar quando uma condição de incêndio ocorreu.  
Mediante uma atuação do membro de resposta térmica, o  
cabeçote de sprinkler é aberto, permitindo que água  
pressurizada em cada um dos cabeçotes individuais de  
25 sprinkler fluam livremente através dali para a extinção do  
incêndio. Os cabeçotes de sprinkler individuais são  
espaçados um do outro por distâncias determinadas pelo tipo  
de proteção que se pretende que eles provejam (por exemplo,  
condições de risco leve ou comum) e as classificações dos  
30 sprinklers individuais, conforme determinado pelas agências

de classificação aceitas na indústria, tais como Underwriters Laboratories, Inc., Factory Mutual Research Corp. e/ou a National Fire Protection Association.

De modo a se minimizar o atraso entre uma atuação  
5 térmica e a distribuição própria de água pelo cabeçote de  
sprinkler, a tubulação que conecta os cabeçotes de  
sprinkler à fonte de água, em muitos casos, em todos os  
momentos, está preenchida com água. Isto é conhecido como o  
sistema úmido, com a água estando imediatamente disponível  
10 no cabeçote de sprinkler mediante sua atuação térmica.  
Contudo, há muitas situações nas quais o sistema de  
sprinkler é instalado em uma área não aquecida, tais como  
em depósitos. Nessas situações, se um sistema úmido for  
usado e, em particular, uma vez que a água não está fluindo  
15 dentro do sistema de tubulação por longos períodos de  
tempo, há um risco de a água nos tubos congelar. Isto não  
apenas afetará de forma adversa a operação do sistema de  
sprinkler, caso os cabeçotes de sprinkler sejam  
termicamente atuados enquanto houver um bloqueio de gelo  
20 nos tubos, mas, esse congelamento, se extensivo, pode  
causar a explosão dos tubos, desse modo destruindo o  
sistema de sprinkler. Assim sendo, nessas situações, é a  
prática convencional ter a tubulação desprovida de qualquer  
água durante sua condição não ativada. Isto é conhecido  
25 como sistema de proteção de incêndio seco.

Quando atuados, os cabeçotes de sprinkler  
convencionais liberam uma aspersão de um líquido de  
supressão de incêndio, tal como água, sobre a área do  
incêndio. A aspersão de água, embora um pouco efetiva, tem  
30 várias desvantagens. As gotículas de água compreendendo a

aspersão são relativamente grandes e causarão danos de água às mobílias ou artigos na região de queima. A aspersão de água também exhibe modos limitados de supressão de fogo. Por exemplo, a aspersão, que é composta por gotículas relativamente grandes provendo uma área superficial total pequena, não absorve eficientemente o calor e, portanto, não pode operar eficientemente para impedir um espalhamento do incêndio pela diminuição da temperatura do ar ambiente em torno do incêndio. As gotículas grandes também não bloqueiam a transferência de calor de radiação efetivamente, desse modo permitindo que o incêndio se espalhe por este modo. A aspersão, mais ainda, não desloca eficientemente o oxigênio do ar ambiente em torno do incêndio, nem usualmente há um momento para baixo suficiente das gotículas para vencerem a coluna de fumaça e atacarem a base do incêndio.

Com estas desvantagens em média, dispositivos, tais como tubos de ressonância, os quais atomizam um líquido de supressão de incêndio, foram considerados como substituições para os cabeçotes de sprinkler convencionais. Tubos de ressonância usam energia acústica, gerada por uma interação de onda de pressão oscilatória entre um jato de gás e uma cavidade, para a atomização de um líquido que é injetado na região próxima do tubo de ressonância onde a energia acústica está presente.

Infelizmente, os tubos de ressonância de projeto e modo operacional conhecidos geralmente não têm as características de fluxo de fluido requeridas para serem efetivos em aplicações de proteção de incêndio. O volume de fluxo a partir do tubo de ressonância tende a ser

inadequado, e as partículas de água geradas pelo processo de atomização têm velocidades relativamente baixas. Como resultado, estas partículas de água são desaceleradas significativamente em de torno de 8 a 16 polegadas (de 5 20,32 a 40,64 cm) do cabeçote de sprinkler, e não podem vencer a coluna de gás de combustão subindo gerada por um incêndio. Assim, as partículas de água não podem chegar à fonte de incêndio para uma supressão de incêndio efetiva. Mais ainda, o tamanho de partícula de água gerada pela 10 atomização é ineficaz na redução do teor de oxigênio para supressão de um incêndio, se a temperatura ambiente estiver abaixo de 55 °C. Adicionalmente, os tubos de ressonância conhecidos requerem volumes de gás relativamente grandes enviados à alta pressão. Isto produz um fluxo de gás 15 instável, o qual gera uma energia acústica significativa e se separa das superfícies defletoras através das quais viaja, levando a uma atomização ineficiente da água.

Claramente, há uma necessidade de um sistema de supressão de incêndio tendo um emissor de atomização que 20 opere mais eficientemente do que os tubos de ressonância conhecidos. Um emissor como esse idealmente usaria volumes menores de gás a pressões menores para a produção de um volume suficiente de partículas de água atomizadas tendo uma distribuição de tamanho menor, enquanto se mantém um 25 momento significativo quando de uma descarga, de modo que as partículas de água possam vencer a coluna de fumaça de incêndio e ser mais efetivas na supressão do incêndio.

#### Sumário da Invenção

A invenção concerne a um sistema de supressão de 30 incêndio. O sistema compreende uma fonte de gás

pressurizado, uma fonte de líquido pressurizado e pelo menos um emissor para a atomização e a descarga do líquido entranhado no gás em um incêndio. Um conduto de gás provê uma comunicação de fluido entre a fonte de gás pressurizado e o emissor, e uma rede de tubulação provê uma comunicação de fluido entre a fonte de líquido pressurizado e o emissor. Uma primeira válvula no conduto de gás controla a pressão e a vazão do gás para o emissor, e uma segunda válvula na rede de tubulação controla a pressão e a vazão do líquido para o emissor. Um transdutor de pressão mede a pressão no conduto de gás. Um dispositivo de detecção de incêndio é posicionado próximo do emissor. Um sistema de controle está em comunicação com as primeira e segunda válvulas, o transdutor de pressão e o dispositivo de detecção de incêndio. O sistema de controle recebe sinais indicativos de um incêndio a partir do dispositivo de detecção de incêndio. O sistema de controle atua a primeira válvula, de modo a manter uma pressão predeterminada no conduto de gás para operação do emissor.

O sistema também pode incluir uma pluralidade de tanques de gás comprimido formando a fonte de gás pressurizado e um coletor de alta pressão que provê uma comunicação de fluido entre os tanques de gás comprimido e a primeira válvula. Em um sistema como esse, é vantajoso ter uma pluralidade de válvulas de controle, cada uma estando associada a um dos tanques de gás comprimido. Um laço de supervisão em comunicação com o sistema de controle e as válvulas de controle monitora o status aberto e fechado das válvulas de controle.

A invenção também envolve um método de operação de um

sistema de supressão de incêndio. O sistema tem um emissor que compreende um bocal que tem uma entrada conectada em comunicação de fluido com uma fonte de gás pressurizado e uma saída. Um duto é conectado em comunicação de fluido com uma fonte de líquido pressurizado. O duto tem um orifício de saída posicionado adjacente à saída. Uma superfície defletora é posicionada voltada para a saída em relação espaçada com ela. O método compreende:

- a descarga do líquido a partir do orifício;
- 10 a descarga do gás a partir da saída;
- o estabelecimento de uma primeira frente de choque entre a saída e a superfície defletora;
- o estabelecimento de uma segunda frente de choque próxima da superfície defletora;
- 15 o entranhamento do líquido no gás para a formação de uma corrente de líquido e gás; e
- a projeção da corrente de gás e líquido a partir do emissor.

O método também inclui o uso de uma pluralidade de tanques de gás comprimido como a fonte de gás pressurizado. Uma pluralidade de válvulas de controle, cada uma estando associada a um dos tanques de gás comprimido, é usada em conjunto com um laço de supervisão em comunicação com as válvulas de controle para a monitoração do status aberto e 25 fechado das válvulas de controle. O método ainda compreende a monitoração do status das válvulas de controle e a manutenção das válvulas de controle em uma configuração aberta, durante uma operação do sistema.

#### Breve Descrição dos Desenhos

30 A Figura 1 é um diagrama esquemático que ilustra um

sistema de supressão de incêndio de exemplo de acordo com a invenção;

a Figura 2 é uma vista em corte longitudinal de um emissor de baixa pressão e alta velocidade usado no sistema de supressão de incêndio mostrado na Figura 1;

a Figura 3 é uma vista em corte longitudinal que mostra um componente do emissor descrito na Figura 2;

a Figura 4 é uma vista em corte longitudinal que mostra um componente do emissor descrito na Figura 2;

10 a Figura 5 é uma vista em corte longitudinal que mostra um componente do emissor descrito na Figura 2;

a Figura 6 é uma vista em corte longitudinal que mostra um componente do emissor descrito na Figura 2;

15 a Figura 7 é um diagrama que descreve um fluxo de fluido a partir do emissor, com base em uma fotografia de Schlieren do emissor mostrado na Figura 2 em operação; e

a Figura 8 é um diagrama que descreve um fluxo de fluido predito para uma outra modalidade do emissor.

#### Descrição Detalhada das Modalidades

20 A Figura 1 ilustra, de forma esquemática, um sistema de supressão de incêndio de exemplo 11 de acordo com a invenção. O sistema 11 inclui uma pluralidade de emissores de baixa pressão e alta velocidade 10, descritos em detalhes abaixo. Os emissores 10 são dispostos em uma zona de risco de incêndio potencial 13, o sistema compreendendo 25 uma ou mais dessas zonas, cada zona tendo seu próprio banco de emissores. Por clareza, apenas uma zona é descrita aqui, sendo compreendido que a descrição é aplicável a zonas de risco de incêndio adicionais, conforme mostrado.

30 Os emissores 10 são conectados através de uma rede de

tubulação 15 a uma fonte de água pressurizada 17. Uma válvula de controle de água 19 controla o fluxo de água partir da fonte 17 para os emissores 10. Os emissores também estão em comunicação de fluido com uma fonte de gás pressurizado 21 através de uma rede de conduto de gás 23. O 5 gás pressurizado preferencialmente é um gás inerte, tal como nitrogênio, e é mantido em bancos de cilindros à alta pressão 25. Os cilindros 25 podem estar pressurizados a até 2.500 psig (17,24 MPag). Para sistemas grandes, os quais 10 requerem grandes volumes de gás, um ou mais tanques de pressão mais baixa (a em torno de 350 psig (2,41 MPag)) tendo volumes da ordem de 30.000 galões (113,56 m<sup>3</sup>) podem ser usados.

As válvulas 27 de cilindros 25 preferencialmente são 15 mantidas em um estado aberto em comunicação com um coletor à alta pressão 29. A vazão de gás e a pressão a partir do coletor para o conduto de gás 23 são controladas por uma válvula de controle de gás à alta pressão 31. A pressão no conduto 23 a jusante da válvula de controle de alta pressão 20 31 é monitorada por um transdutor de pressão 33. O fluxo de gás para os emissores 10 em cada zona de risco de incêndio 13 é adicionalmente controlado por uma válvula de baixa pressão 35 a jusante do transdutor de pressão.

Cada zona de risco de incêndio 13 é monitorada por um 25 ou mais dispositivos de detecção de incêndio 37. Estes dispositivos de detecção operam em qualquer um dos vários modos conhecidos para detecção de incêndio, tais como detecção de chama, calor, taxa de elevação de temperatura, detecção de fumaça ou combinações dos mesmos.

30 Os componentes do sistema assim descritos são

coordenados e controlados por um sistema de controle 39, o qual compreende um microprocessador 41, que tem um visor de painel de controle (não mostrado), um software residente e um controlador lógico programável 43. O sistema de controle se comunica com os componentes do sistema para receber uma informação e emitir comandos de controle, conforme se segue.

Cada válvula de cilindro 27 é monitorada quanto ao seu status (aberto ou fechado) por um laço de supervisão 45 que se comunica com o microprocessador 41, o qual provê uma indicação visual do status de válvula de cilindro. A válvula de controle de água 19 também está em comunicação com o microprocessador 41 através de uma linha de comunicação 47, a qual permite que a válvula 19 seja monitorada e controlada (aberta e fechada) pelo sistema de controle. De modo similar, a válvula de controle de gás 35 se comunica com o sistema de controle através de uma linha de comunicação 49, e os dispositivos de detecção de incêndio 37 também se comunicam com o sistema de controle através de linhas de comunicação 51. O transdutor de pressão 35 provê seus sinais para o controlador lógico programável 43 pela linha de comunicação 53. O controlador lógico programável também está em comunicação com a válvula de gás à alta pressão 31 pela linha de comunicação 55 e com o microprocessador 41 pela linha de comunicação 57.

Em operações, os detectores de incêndio 37 detectam um evento de incêndio e provêem um sinal para o microprocessador 41 pela linha de comunicação 51. O microprocessador atua o controlador lógico 43. Note que o controlador 43 pode ser um controlador em separado ou uma

parte integral da válvula de controle de alta pressão 31. O controlador lógico 43 recebe um sinal a partir do espaço 33 via a linha de comunicação 53 indicativo da pressão no conduto de gás 23. O controlador lógico 43 abre a válvula de gás de alta pressão 31 enquanto o microprocessador 41 abre a válvula de controle de gás 35 e a válvula de controle de água 19, usando as respectivas linhas de comunicação 49 e 47. Assim, é permitido que o nitrogênio dos tanques 25 e a água da fonte 17 fluam através do conduto de gás 23 e da rede de tubulação de água 15, respectivamente. Uma pressão de água preferida para uma operação apropriada dos emissores 10 está entre em torno de 1 psig (6,89 kPag) e em torno de 50 psig (344,74 kPag), conforme descrito abaixo. O controlador lógico 43 opera a válvula 31 para manter a pressão de gás correta (entre em torno de 29 psia (199,95 kPa) e em torno de 60 psia (413,69 kPa)) e a vazão para operar os emissores 10 nos parâmetros conforme descrito abaixo. Mediante uma detecção que o incêndio está extinto, o microprocessador 41 fecha as válvulas de gás e de água 35 e 19, e o controlador lógico 43 fecha a válvula de controle de alta pressão 31. O sistema de controle 39 continua a monitorar todas as zonas de risco de incêndio 13 e, no caso de um outro incêndio ou no de um novo rompimento de chamas do incêndio inicial, a seqüência descrita acima é repetida.

A Figura 2 mostra uma vista em corte longitudinal de um emissor de baixa pressão e alta velocidade 10 de acordo com a invenção. O emissor 10 compreende um bocal convergente 12 que tem uma entrada 14 e uma saída 16. A saída 16 pode variar no diâmetro entre em torno de 1/8"

(3,175 mm) e em torno de 1" (25,4 mm) para muitas aplicações. A entrada 14 está em comunicação de fluido com um suprimento de gás pressurizado 18 que provê gás para o bocal a uma pressão e uma vazão determinadas. É vantajoso que o bocal 12 tenha uma superfície interna convergente curvada 20, embora outros formatos, tal como uma superfície afunilada linear, também sejam praticáveis.

Uma superfície defletora 22 é posicionada em uma relação espaçada com o bocal 12, um espaço 24 sendo estabelecido entre a superfície defletora e a saída de bocal. O espaço pode variar de tamanho entre em torno de 1/10" (2,54 mm) e em torno de 3/4" (19,05 mm). A superfície defletora 22 é mantida em relação espaçada a partir do bocal por uma ou mais pernas de suporte 26.

Preferencialmente, a superfície defletora 22 compreende uma porção de superfície plana 28 substancialmente alinhada com a saída de bocal 16, e uma porção de superfície inclinada 30 contígua com e circundando a porção plana. A porção plana 28 é substancialmente perpendicular ao fluxo de gás a partir do bocal 12, e tem um diâmetro mínimo aproximadamente igual ao diâmetro da saída 16. A porção inclinada 30 é orientada a um ângulo traseiro de varredura 32 a partir da porção plana. O ângulo traseiro de varredura pode variar entre em torno de 15° e em torno de 45° e, juntamente com o tamanho do espaço 24, determina o padrão de dispersão do fluxo a partir do emissor.

A superfície defletora 22 pode ter outros formatos, tais como a borda superior curvada 34 mostrada na Figura 3 e a borda curvada 36 mostrada na Figura 4. Conforme

mostrado nas Figuras 5 e 6, a superfície defletora 22 também pode incluir um tubo de ressonância de extremidade fechada 38 circundado por uma porção plana 40 e uma porção de ângulo traseiro de varredura 42 (Figura 5) ou uma porção curvada 44 (Figura 6). O diâmetro e a profundidade da cavidade de ressonância podem ser aproximadamente iguais ao diâmetro da saída 16.

Com referência, novamente, à Figura 2, uma câmara anular 46 circunda o bocal 12. A câmara 46 está em comunicação de fluido com um suprimento de líquido pressurizado 48 que provê um líquido para a câmara a uma pressão e vazão predeterminadas. Uma pluralidade de duto 50 se estende a partir da câmara 46. Cada duto tem um orifício de saída 52 posicionado adjacente à saída de bocal 16. Os orifícios de saída têm um diâmetro de em torno de 1/32" (0,79 mm) a em torno de 1/8" (3,175 mm). As distâncias preferidas entre a saída de bocal 16 e o orifício de saída 52 variam entre em torno de 1/64" (0,40 mm) e em torno de 1/8" (3,175 mm), conforme medido ao longo de uma linha de raio a partir da borda da saída de bocal até a borda mais próxima do orifício de saída. Um líquido, por exemplo, água para supressão de incêndio, flui a partir do suprimento pressurizado 48 para a câmara 46 e através dos dutos 50, saindo a partir de cada orifício 52, onde é atomizado pelo fluxo de gás a partir do suprimento de gás pressurizado que flui através do bocal 12 e sai através da saída de bocal 16, conforme descrito em detalhes abaixo.

O emissor 10, quando configurado para uso em um sistema de supressão de incêndio, é projetado para operar com uma pressão de gás preferida entre em torno de 29 psia

(199,95 kPa) e em torno de 60 psia (413,69 kPa) na entrada de bocal 14 e uma pressão de água preferida entre em torno de 1 psig (6,89 kPa) e em torno de 50 psig (344,74 kPa) na câmara 46. Os gases praticáveis incluem nitrogênio, outros gases inertes, misturas de gases inertes, bem como misturas de gases inertes e quimicamente ativos, tal como ar.

A operação do emissor 10 é descrita com referência à Figura 7, a qual é um desenho baseado em uma análise fotográfica de Schlieren de um emissor em operação.

10 O gás 85 sai pela saída de bocal 16 a em torno de Material de absorção de choque 1,5 e impinge na superfície defletora 22. Simultaneamente, a água 87 é descarregada a partir dos orifícios de saída 52.

Uma interação entre o gás 85 e a superfície defletora 15 22 estabelece uma primeira frente de choque 54 entre a saída de bocal 16 e a superfície defletora 22. Uma frente de choque é uma região de transição de fluxo de velocidade supersônica para subsônica. A água 87 saindo dos orifícios 52 não entra na região da primeira frente de choque 54.

20 Uma segunda frente de choque 56 se forma próximo da superfície defletora na fronteira entre a porção de superfície plana 28 e a porção de superfície inclinada 30. A água 87 descarregada a partir dos orifícios 52 é entranhada com o jato de gás 85 próximo da segunda frente 25 de choque 56 formando uma corrente de líquido e de gás 60. Um método de entranhamento é usar o diferencial de pressão entre a pressão no jato de fluxo de gás e o ambiente. Diamantes de choque 58 se formam em uma região ao longo da porção inclinada 30, os diamantes de choque sendo 30 confinados na corrente de líquido e de gás 60, a qual se

projeta para fora e para baixo a partir do emissor. Os diamantes de choque também são regiões de transição entre velocidade de fluxo super e subsônica e são o resultado do fluxo de gás sendo expandido em excesso, conforme ele sai do bocal. Um fluxo expandido em excesso descreve um regime de fluxo em que a pressão externa (isto é, a pressão atmosférica ambiente neste caso) é mais alta do que a pressão de saída de gás no bocal. Isto produz ondas de choque oblíquas, as quais se refletem a partir da fronteira de jato livre marcando o limite entre a corrente de líquido e de gás e a atmosfera ambiente. As ondas de choque oblíquas são refletidas umas em direção às outras para a criação dos diamantes de choque.

Forças de cisalhamento significativas são produzidas na corrente de líquido e de gás, a qual, de modo ideal, não se separa da superfície defletora, embora o emissor ainda seja efetivo, se uma separação ocorrer, conforme mostrado em 60a. A água entranhada próximo da segunda frente de choque é submetida a estas forças de cisalhamento, as quais são o mecanismo primário para atomização. A água também encontra os diamantes de choque, os quais são uma fonte secundária de atomização de água.

Assim, o emissor opera com múltiplos mecanismos de atomização, os quais produzem partículas de água menores do que 20  $\mu\text{m}$  de diâmetro, a maioria das partículas sendo medida em menos do que 5  $\mu\text{m}$ . As gotículas menores flutuam no ar. Esta característica permite que elas mantenham uma proximidade com a fonte de incêndio para um maior efeito de supressão de incêndio. Mais ainda, as partículas mantêm um

momento para baixo significativo, permitindo que a corrente de líquido e de gás 60 vença a coluna se elevando de gases de combustão resultando de um incêndio. As medições mostram que a corrente de líquido e de gás tendo uma velocidade de 1.200 ft/min (365,76 m/min) a 18" (45,72 cm) do emissor e uma velocidade de 700 ft/min (213,36 m/min) a 8' (2,44 m) do emissor. O fluxo a partir do emissor é observado para impingir no piso do aposento no qual é operado. O ângulo traseiro de varredura 32 da porção inclinada 30 da superfície defletora 22 provê um controle significativo pelo ângulo incluso 64 da corrente de líquido e de gás 60. Ângulos inclusos de em torno de 120° são obteníveis. Um controle adicional sobre o padrão de dispersão do fluxo é realizado pelo ajuste do espaço 24 entre a saída de bocal 16 e a superfície defletora.

Durante uma operação de emissor, é adicionalmente observado que a camada de fumaça que se acumula no teto de um aposento durante um incêndio é aspirada para a corrente de gás 85 que sai do bocal e é entranhada no fluxo 60. Isto se soma os múltiplos modos de característica de extinção do emissor, conforme descrito abaixo.

O emissor causa uma queda de temperatura devido à atomização da água nos tamanhos de partícula extremamente pequenos descritos acima. Isto absorve calor e ajuda a mitigar o espalhamento da combustão. O fluxo de gás nitrogênio e a água entranhada no fluxo substituem o oxigênio no ambiente com gases que não podem suportar uma combustão. Ainda, gases desprovidos de oxigênio na forma da camada de fumaça que é entranhada no fluxo também contribuem para a escassez de oxigênio do incêndio. É

observado, contudo, que o nível de oxigênio no aposento em que o emissor é empregado não cai abaixo de 16%. As partículas de água e a fumaça entranhada criam uma neblina que bloqueia uma transferência de calor por radiação a partir do incêndio, desse modo mitigando o espalhamento de combustão por este modo de transferência de calor. Devido à área superficial extraordinariamente grande resultante do tamanho de partícula de água extremamente pequeno, a água prontamente absorve a energia e forma vapor, o qual adicionalmente desloca oxigênio, absorve calor do incêndio e ajuda a manter uma temperatura estável tipicamente associada a uma transição de fase. A mistura e a turbulência criadas pelo emissor também ajudam a diminuir a temperatura na região em torno do incêndio.

O emissor é diferente de tubos de ressonância pelo fato de não produzir energia acústica significativa. O ruído de jato (o som gerado pelo ar se movendo sobre um objeto) é a única saída acústica do emissor. O ruído de jato do emissor não tem componentes de frequência significativas mais altas do que em torno de 6 kHz (metade da frequência de operação de tipos bem conhecidos de tubos de ressonância) e não contribui significativamente para a atomização da água.

Mais ainda, o fluxo a partir do emissor é estável e não se separa da superfície defletora (ou experimenta uma separação atrasada, conforme mostrado em 60a), diferentemente do fluxo de tubos de ressonância, o qual é instável e se separa da superfície defletora, desse modo levando a uma atomização ineficiente ou mesmo a uma perda de atomização.

Uma outra modalidade de emissor 101 é mostrada na Figura 8. O emissor 101 tem dutos 50 que são orientados de forma angular em direção ao bocal 12. Os dutos são orientados de forma angular para direcionarem a água ou um  
5 outro líquido 87 em direção ao gás 85, de modo a entranhar o líquido no gás próximo da primeira frente de choque 54. Acredita-se que este arranjo adicionará ainda uma outra região de atomização na criação da corrente de líquido e de gás 60 projetada a partir do emissor 10.

10 Os sistemas de supressão de incêndio de acordo com a invenção usando emissores, conforme descrito aqui, obtém múltiplos modos de extinção de incêndio, os quais são bem adequados para o controle do espalhamento de incêndio, enquanto usam menos gás e água do que os sistemas  
15 conhecidos.

**REIVINDICAÇÕES**

1. Sistema de supressão de incêndio, caracterizado pelo fato de compreender:

uma fonte de gás pressurizado;

5 uma fonte de líquido pressurizado;

pelo menos um emissor para a atomização e a descarga do referido líquido entranhado no referido gás em um incêndio;

um conduto de gás provendo uma comunicação de fluido  
10 entre a referida fonte de gás pressurizado e o referido emissor;

uma rede de tubulação provendo uma comunicação de fluido entre a referida fonte de líquido pressurizado e o referido emissor;

15 uma primeira válvula no referido conduto de gás controlando pressão e vazão do referido gás para o referido emissor;

uma segunda válvula na referida rede de tubulação controlando pressão e vazão do referido líquido para o  
20 referido emissor;

um transdutor de pressão medindo a pressão no referido conduto de gás;

um dispositivo de detecção de incêndio posicionado próximo do referido emissor; e

25 um sistema de controle em comunicação com as referidas primeira e segunda válvulas, o referido transdutor de pressão e o referido dispositivo de detecção de incêndio, o referido sistema de controle recebendo sinais a partir do referido transdutor de pressão e do referido dispositivo de  
30 detecção de incêndio e abrindo as referidas válvulas, em

resposta a um sinal indicativo de um incêndio a partir do referido dispositivo de detecção de incêndio, o referido sistema de controle atuando a referida primeira válvula de modo a manter uma pressão predeterminada no referido  
5 conduto de gás para operação do referido emissor.

2. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de ainda compreender:

uma pluralidade de tanques de gás comprimido compreendendo a referida fonte de gás pressurizado; e  
10 um coletor de alta pressão provendo uma comunicação de fluido entre os referidos tanques de gás comprimido e a referida primeira válvula.

3. Sistema, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de ainda compreender:

15 uma pluralidade de válvulas de controle, cada uma estando associada a um dos referidos tanques de gás comprimido; e

um laço de supervisão em comunicação com o referido sistema de controle e as referidas válvulas de controle  
20 para monitoração do status das referidas válvulas de controle.

4. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de o referido emissor compreender:

25 um bocal que tem uma entrada conectável em comunicação de fluido com a referida primeira válvula e uma saída;

um duto conectável em comunicação de fluido com a referida segunda válvula, o referido duto tendo um orifício de saída posicionado adjacente à referida saída; e

30 uma superfície defletora posicionada voltada para a referida saída em relação espaçada com ela, a referida

superfície defletora tendo uma primeira porção de superfície orientada de forma substancialmente perpendicular ao referido bocal e uma segunda porção de superfície posicionada adjacente à referida primeira porção de superfície e orientada de forma não perpendicular ao referido bocal, o referido líquido sendo descarregável a partir do referido orifício, e o referido gás sendo descarregável a partir da referida saída de bocal, o referido líquido sendo entranhado com o referido gás e atomizado, formando uma corrente de líquido e de gás que impinge sobre a referida superfície defletora e flui para longe dali sobre o referido incêndio.

5. Sistema, de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato do referido bocal ser um bocal convergente.

6. Sistema, de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato da referida saída ter um diâmetro entre em torno de 1/8" (3,175 mm) e em torno de 1" (25,4 mm).

7. Sistema, de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato do referido orifício ter um diâmetro entre em torno de 1/32" (0,79 mm) a em torno de 1/8" (3,175 mm).

8. Sistema, de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato da referida superfície defletora ser espaçada da referida saída por uma distância entre em torno de 1/10" (2,54 mm) e em torno de 3/4" (19,05 mm).

9. Sistema, de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato da referida primeira porção de superfície compreender uma superfície plana e a referida

segunda porção de superfície compreender uma superfície inclinada que circunda a referida superfície plana.

10. Sistema, de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato da referida superfície plana ter um diâmetro aproximadamente igual ao diâmetro da referida saída.

11. Sistema, de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato da referida superfície inclinada ter um ângulo traseiro de varredura entre em torno de 15° e em torno de 45° medido a partir da referida superfície plana.

12. Sistema, de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato da referida primeira porção de superfície compreender uma superfície plana e a referida segunda porção de superfície compreender uma superfície curvada que circunda a referida superfície plana.

13. Sistema, de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato da referida superfície defletora incluir uma cavidade de ressonância de extremidade fechada que tem uma extremidade aberta posicionada em relação de face com a referida saída.

14. Sistema, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato da referida primeira posição de superfície circundar a referida cavidade de ressonância.

15. Sistema, de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato da referida primeira porção de superfície circundar a referida primeira porção de superfície.

16. Sistema, de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato do referido orifício de saída ser

espaçado da referida saída por uma distância entre em torno de 1/64" (0,40 mm) e em torno de 1/8" (3,175 mm).

17. Sistema, de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato do referido bocal ser adaptado para  
5 operar por uma faixa de pressão de gás entre em torno de 29 psia (199,95 kPa) e em torno de 60 psia (413,69 kPa).

18. Sistema, de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato do referido duto ser adaptado para  
10 operar por uma faixa de pressão de líquido entre em torno de 1 psig (6,89 kPa) e em torno de 50 psig (344,74 kPa)

19. Sistema, de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato do referido emissor compreender:

um bocal que tem uma entrada conectável em comunicação de fluido com a referida fonte de gás pressurizado e uma  
15 saída;

um duto conectável em comunicação de fluido com a referida fonte de líquido pressurizado, o referido duto tendo um orifício de saída posicionado adjacente à referida saída; e

20 uma superfície defletora posicionada voltada para a referida saída em relação espaçada com ela, a referida superfície defletora sendo posicionada de modo que uma primeira frente de choque seja formada entre a referida saída e a referida superfície defletora, e uma segunda  
25 frente de choque seja formada próxima da referida superfície defletora para uma pressão predeterminada do referido gás suprida para o referido emissor e descarregada a partir da referida saída de bocal.

20. Sistema, de acordo com a reivindicação 19,  
30 caracterizado pelo fato do referido duto ser posicionado e

orientado de modo que o referido líquido descarregado a partir do referido orifício seja entranhado com o referido gás próximo de uma das referidas frentes de choque.

21. Sistema, de acordo com a reivindicação 20, caracterizado pelo fato da referida superfície defletora ser posicionada de modo que diamantes de choque se formem na referida corrente de líquido e de gás.

22. Sistema, de acordo com a reivindicação 20, caracterizado pelo fato dos referidos orifícios serem posicionados relativamente à referida saída de modo que façam com que o referido líquido seja entranhado no referido gás próximo da referida segunda frente de choque.

23. Sistema, de acordo com a reivindicação 20, caracterizado pelo fato dos referidos dutos serem orientados de forma angular em relação ao referido bocal, de modo a fazerem com que o referido líquido seja entranhado com o referido gás próximo da referida primeira frente de choque.

24. Sistema, de acordo com a reivindicação 19, caracterizado pelo fato de compreender o dimensionamento do referido bocal de modo a se criar um jato de fluxo de gás expandido em excesso a partir do referido bocal por uma pressão de gás predeterminada.

25. Sistema, de acordo com a reivindicação 19, caracterizado pelo fato de ainda compreender o dimensionamento do referido bocal de modo que o referido jato de fluxo não crie um ruído significativo além do ruído de jato de gás.

26. Sistema, de acordo com a reivindicação 19, caracterizado pelo fato da referida superfície defletora

compreender uma porção de superfície plana orientada de forma substancialmente perpendicular à referida saída e uma porção de superfície inclinada circundando a referida porção de superfície plana, a referida porção de superfície inclinada determinando um ângulo incluso de um padrão de fluxo a partir do referido emissor.

27. Método de operação de um sistema de supressão de incêndio, o referido sistema tendo um emissor que compreende:

10 um bocal que tem uma entrada conectada em comunicação de fluido com uma fonte de gás pressurizado e uma saída;

um duto conectado em comunicação de fluido com uma fonte de líquido pressurizado, o referido duto tendo um orifício de saída posicionado adjacente à referida saída; e

15 uma superfície defletora posicionada voltada para a referida saída em relação espaçada com ela;

o referido método caracterizado pelo fato de compreender:

20 a descarga do referido líquido a partir do referido orifício;

a descarga do referido gás a partir da referida saída;

25 o estabelecimento de uma primeira frente de choque entre a referida saída e a referida superfície defletora;

o estabelecimento de uma segunda frente de choque próximo da referida superfície defletora;

o entranhamento do referido líquido no referido gás para a formação de uma corrente de líquido e de gás; e

30 a projeção da referida corrente de líquido e de

gás a partir do referido emissor.

28. Método, de acordo com a reivindicação 27, caracterizado pelo fato de que o referido sistema compreende:

5 uma pluralidade de tanques de gás comprimido formando a referida fonte de gás pressurizado;

uma pluralidade de válvulas de controle, cada uma estando associada a um dos referidos tanques de gás comprimido;

10 um laço de supervisão em comunicação com o referido sistema de controle e as referidas válvulas de controle para monitoração do status aberto e fechado das referidas válvulas de controle; e

o referido método compreendendo a monitoração do status das referidas válvulas de controle e mantendo as referidas válvulas de controle em uma configuração aberta durante uma operação do referido sistema.

29. Método, de acordo com a reivindicação 27, caracterizado pelo fato de compreender o estabelecimento de uma pluralidade de diamantes de choque na referida corrente de líquido e de gás.

30. Método, de acordo com a reivindicação 27, caracterizado pelo fato de compreender a criação de um jato de fluxo de gás expandido em excesso a partir do referido bocal.

31. Método, de acordo com a reivindicação 27, caracterizado pelo fato de compreender o suprimento de gás para a referida entrada a uma pressão entre em torno de em torno de 29 psia (199,95 kPa) e em torno de 60 psia (413,69 kPa).

32. Método, de acordo com a reivindicação 27, caracterizado pelo fato de compreender o suprimento de líquido para o referido duto a uma pressão entre em torno de 1 psig (6,89 kPa) e em torno de 50 psig (344,74 kPa)

5 33. Método, de acordo com a reivindicação 27, caracterizado pelo fato de ainda compreender o entranhamento do referido líquido com o referido gás próximo da referida segunda frente de choque.

10 34. Método, de acordo com a reivindicação 27, caracterizado pelo fato de ainda compreender o entranhamento do referido líquido com o referido gás próximo da referida primeira frente de choque.

15 35. Método, de acordo com a reivindicação 27, caracterizado pelo fato da referida corrente de fluido não se separar da referida superfície defletora.

36. Método, de acordo com a reivindicação 27, caracterizado pelo fato de compreender a criação de nenhum ruído significativo a partir do referido emissor além de um ruído de jato de gás.

20 37. Método, de acordo com a reivindicação 36, caracterizado pelo fato do referido ruído de jato de gás ter componentes de frequência não maiores do que em torno de 6 kHz.

25 38. Método, de acordo com a reivindicação 27, caracterizado pelo fato de ainda compreender a geração de momento no referido jato de fluxo de gás.

30 39. Método, de acordo com a reivindicação 38, caracterizado pelo fato da referida corrente de líquido e de gás ter uma velocidade de em torno de 1.200 ft/min (365,76 m/min) a uma distância de em torno de 18" (45,72

cm) do referido emissor.

40. Método, de acordo com a reivindicação 38, caracterizado pelo fato da referida corrente de líquido e de gás ter uma velocidade de em torno de 700 ft/min (213,36 m/min) a uma distância de em torno de 8' (2,44 m) do referido emissor.

41. Método, de acordo com a reivindicação 27, caracterizado pelo fato de ainda compreender o estabelecimento de um padrão de fluxo a partir do referido emissor tendo um ângulo incluso predeterminado pela provisão de uma porção inclinada da referida superfície defletora.

42. Método, de acordo com a reivindicação 27, caracterizado pelo fato de que compreende puxar o líquido para o referido jato de fluxo de gás usando-se um diferencial de pressão entre a pressão no referido jato de fluxo de gás e o ambiente.

43. Método, de acordo com a reivindicação 27, caracterizado pelo fato de compreender o entranhamento do referido líquido no referido jato de fluxo de gás e a atomização do referido líquido em gotas menores do que 20  $\mu\text{m}$  de diâmetro.

44. Método, de acordo com a reivindicação 27, caracterizado pelo fato de que compreende puxar uma camada de fumaça desprovida de oxigênio no referido jato de fluxo de gás e o entranhamento da referida camada de fumaça com a referida corrente de fluido do referido emissor.

45. Método, de acordo com a reivindicação 27, caracterizado pelo fato de compreender a descarga de um gás inerte a partir da referida saída.

46. Método, de acordo com a reivindicação 27, caracterizado pelo fato de compreender a descarga de uma mistura de gases inertes e quimicamente ativos a partir da referida saída.

5 47. Método, de acordo com a reivindicação 46, caracterizado pelo fato de a referida mistura de gás compreender ar.

48. Método de operação de um sistema de supressão de incêndio, o referido sistema de supressão de incêndio tendo  
10 um emissor que compreende:

um bocal que tem uma entrada conectável em comunicação de fluido com uma fonte de gás pressurizado e uma saída;

um duto conectável em comunicação de fluido com uma fonte de líquido pressurizado, o referido duto tendo um  
15 orifício de saída posicionado adjacente à referida saída; e

uma superfície defletora posicionada voltada para a referida saída em relação espaçada com ela;

o referido método caracterizado pelo fato de compreender:

20 a descarga do referido líquido a partir do referido orifício;

a descarga do referido gás a partir da referida saída, criando-se um jato de fluxo de gás expandido em excesso a partir do referido bocal;

25 o entranhamento do referido líquido no referido gás para a formação de uma corrente de líquido e de gás; e

a projeção da referida corrente de líquido e de gás a partir do referido emissor.

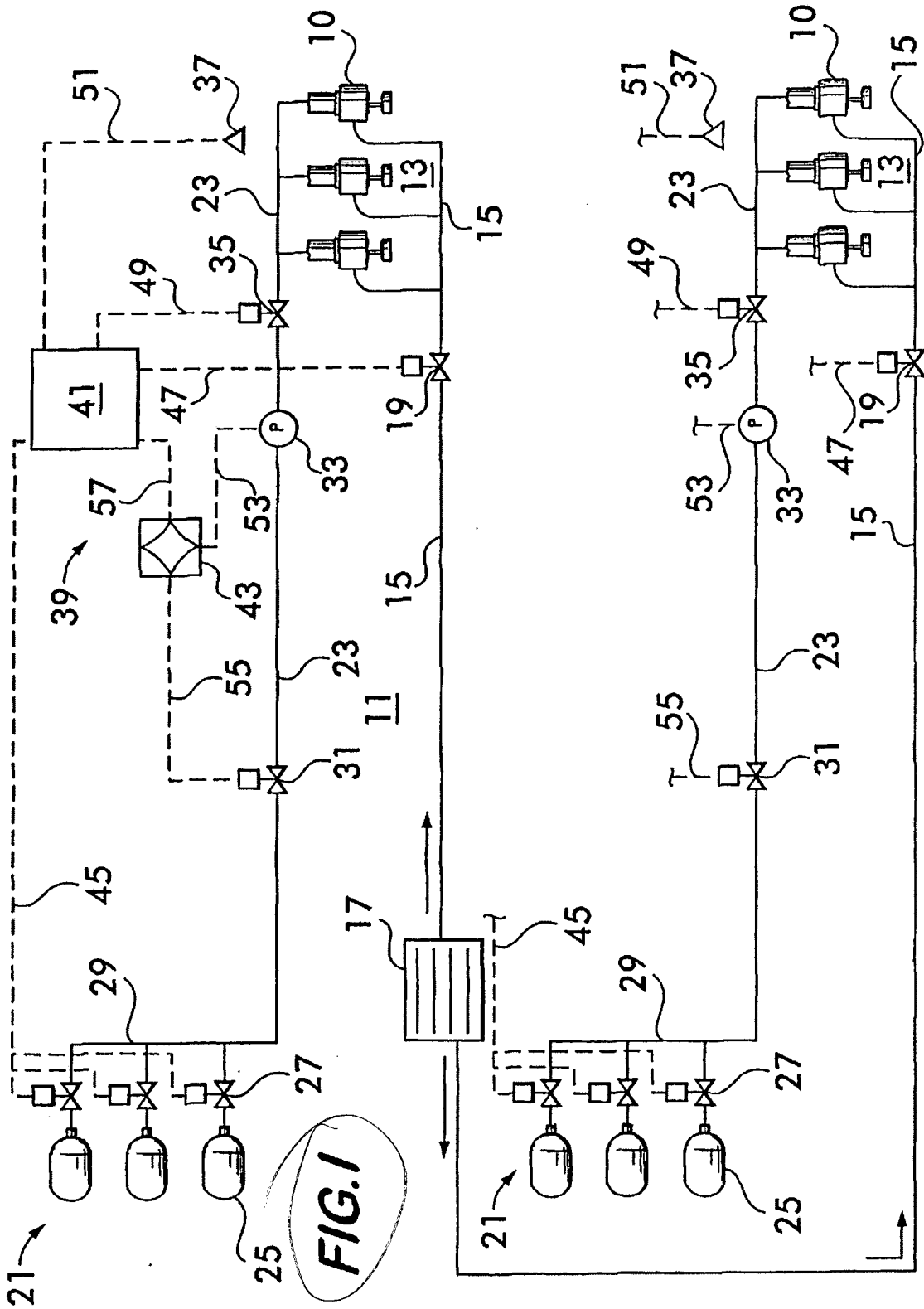
49. Método, de acordo com a reivindicação 48,  
30 caracterizado pelo fato de ainda compreender:

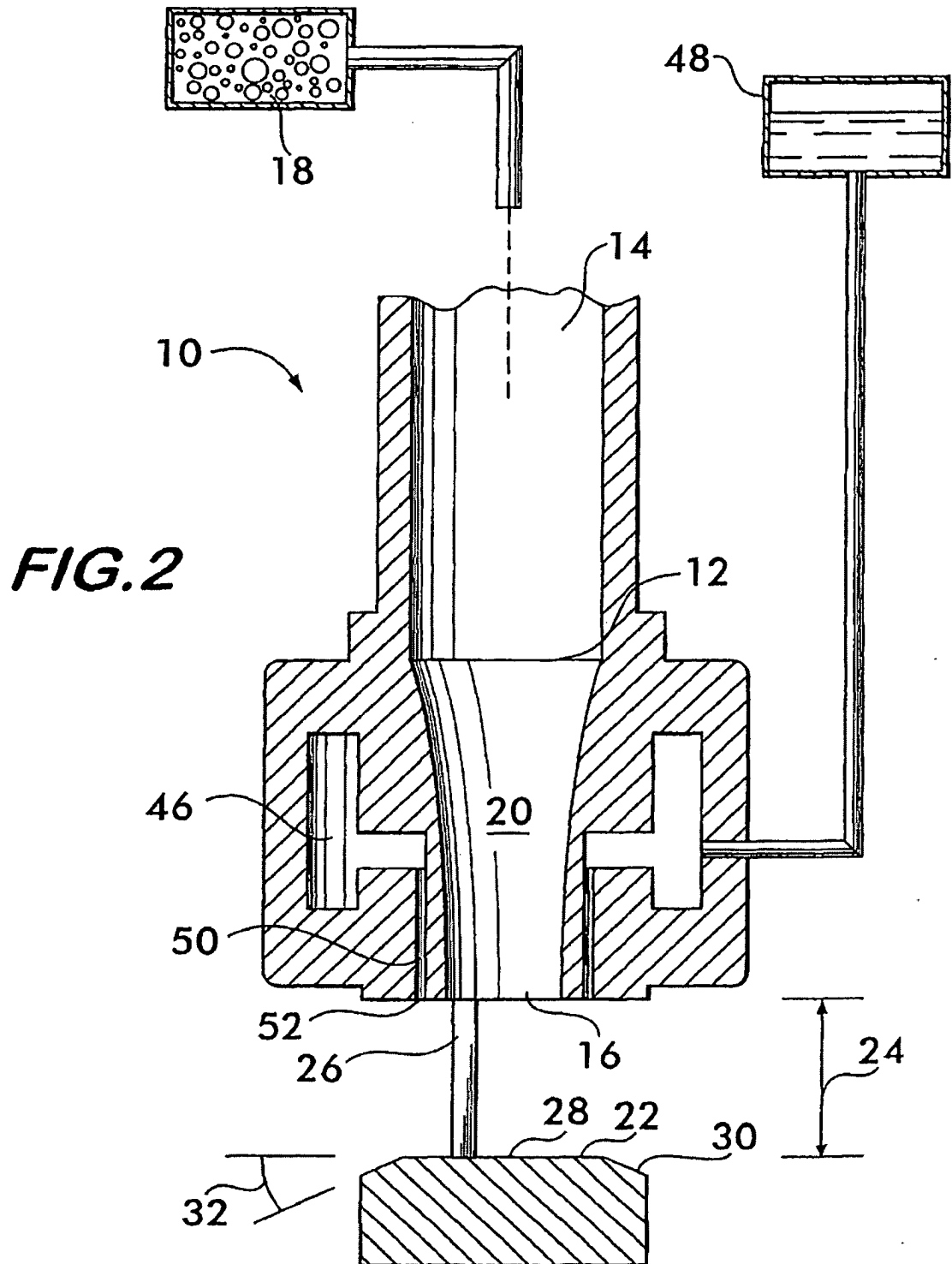
o estabelecimento de uma primeira frente de choque entre a referida saída e a referida superfície defletora;

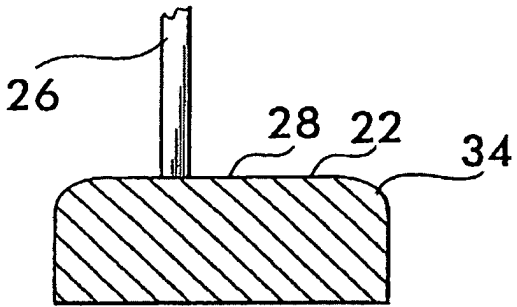
o estabelecimento de uma segunda frente de choque próxima da referida superfície defletora; e

5 o entranhamento do referido líquido no referido gás próximo de uma das referidas primeira e segunda frentes de choque.

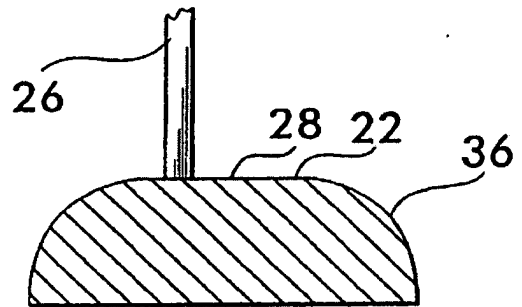
50. Método, de acordo com a reivindicação 48, caracterizado pelo fato de ainda compreender o  
10 estabelecimento de uma pluralidade de diamantes de choque na referida corrente de líquido e de gás a partir do referido emissor.



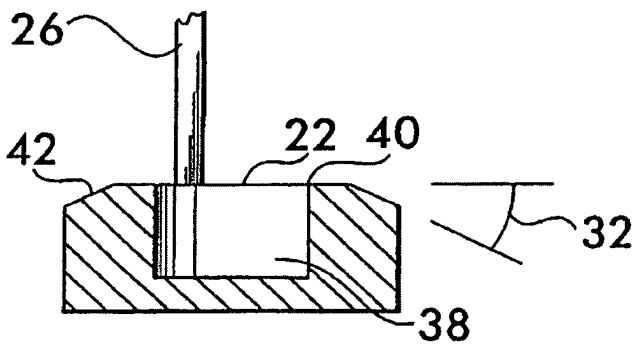




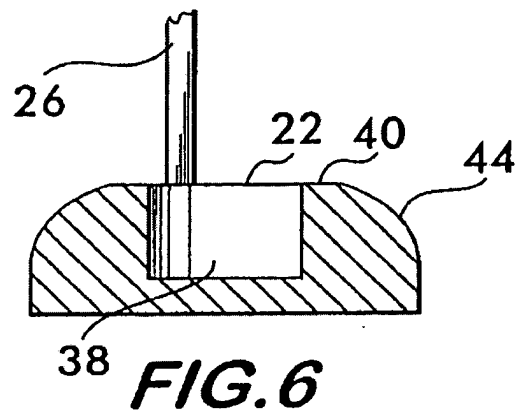
**FIG. 3**



**FIG. 4**



**FIG. 5**



**FIG. 6**

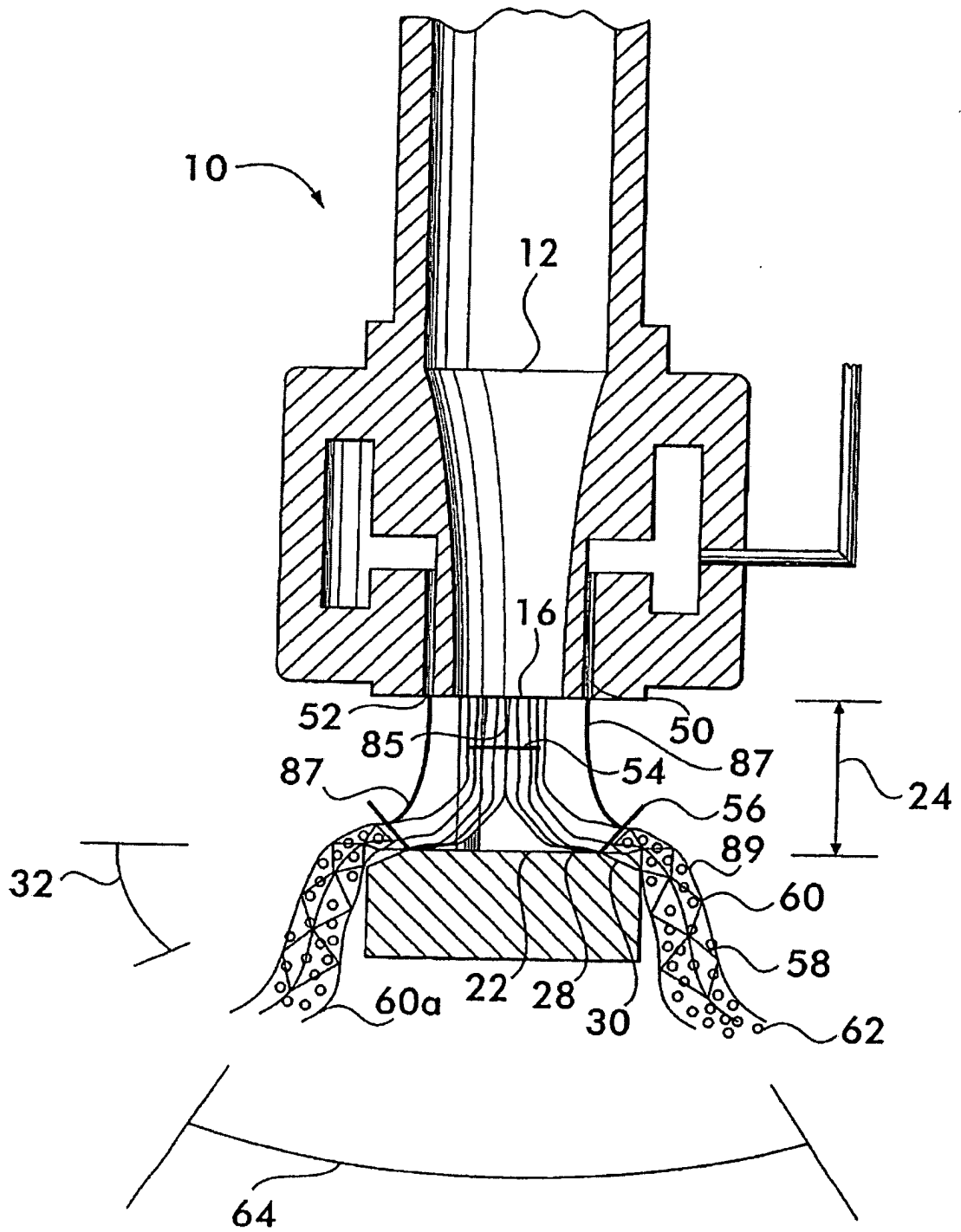
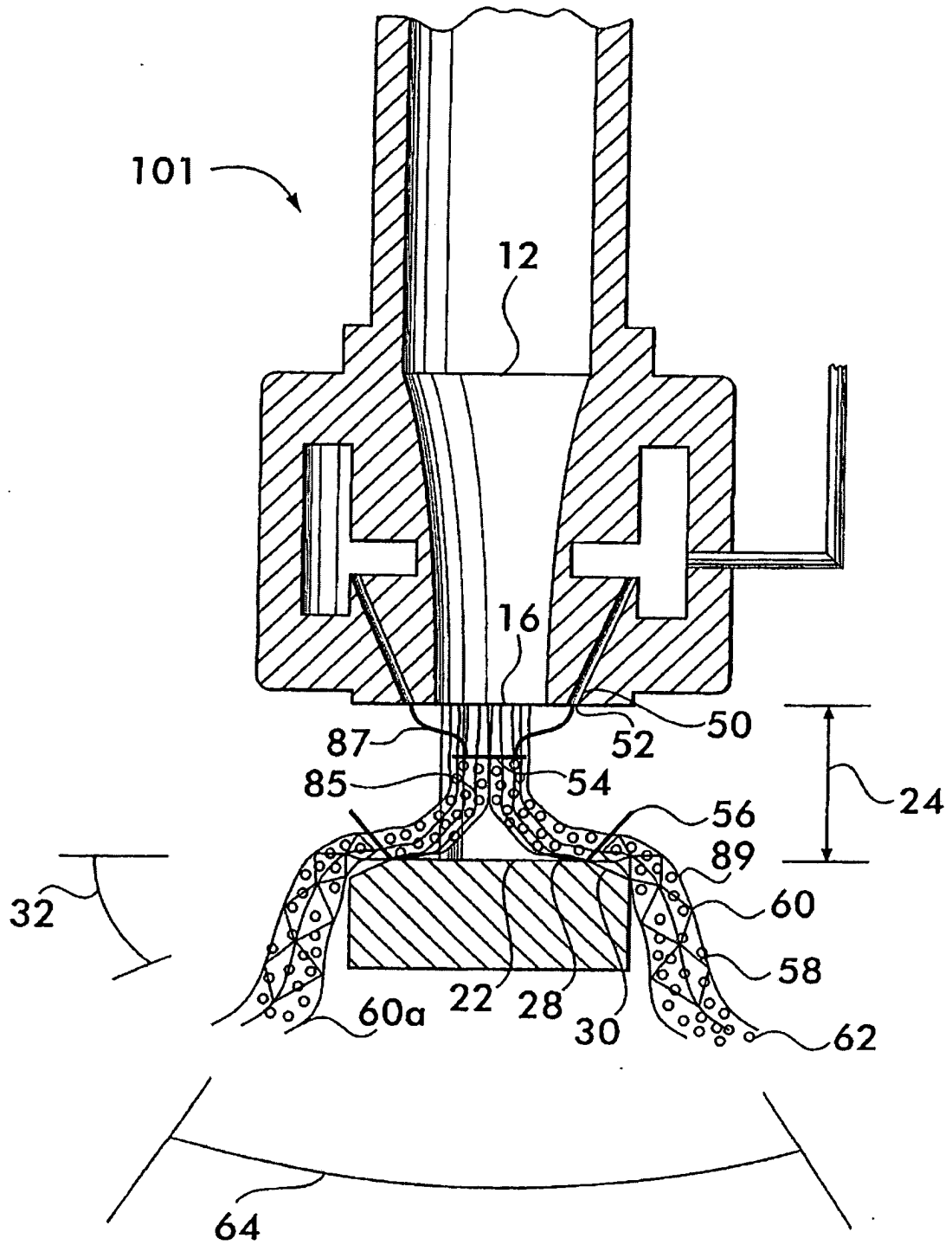
**FIG. 7**

FIG. 8



**SISTEMA DE SUPRESSÃO DE FOGO UTILIZANDO EMISSORES DE BAIXA PRESSÃO DE ALTA VELOCIDADE**

Um sistema da supressão do fogo é divulgado. O sistema inclui uma fonte do gás pressurizado e uma fonte do líquido pressurizado. Ao menos um emissor está em uma comunicação fluida com as fontes do líquido e do gás. O emissor é usado estabelecer um córrego do gás, atomizar e entrar o líquido no córrego do gás e descarregar o córrego resultante do líquido-gás no fogo. Um método de operar o sistema é divulgado também. O método inclui o estabelecimento de um córrego do gás que tem primeiramente e em segundo partes dianteiras de choque usando o emissor, atomizando e entrar o líquido com o gás em uma das duas partes dianteiras de choque para dar forma a um córrego do líquido-gás, e descarregando o córrego no fogo. O método inclui também criar uma pluralidade de diamantes de choque no córrego do líquido-gás descarregado do emissor.