



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

(11) BR 102012012379-7 B1



(22) Data do Depósito: 23/05/2012

(45) Data de Concessão: 26/11/2019

(54) Título: SISTEMA DE MEDIÇÃO PARA UM AGENTE EM PÓ SECO, E, MÉTODO

(51) Int.Cl.: G01N 21/53.

(30) Prioridade Unionista: 26/05/2011 US 61/490193.

(73) Titular(es): KIDDE TECHNOLOGIES, INC..

(72) Inventor(es): DHARMENDR LEN SEEBALUCK; ROBERT GLASER; MARK P. FAZZIO; LOUIS W. RANCE; BRIAN POWELL.

(57) Resumo: SISTEMA DE MEDIÇÃO PARA UM AGENTE EM PÓ SECO, E, MÉTODO. É divulgado um sistema de medição para um agente de pó seco incluindo um bocal para direcional o agente em pó seco, e um indicador operável para reconhecer um evento de descarga de agente em pó seco. Em um método exemplar, uma velocidade do pó saindo do bocal pode ser computado, e um agente da curva de calibração de concentração pode ser selecionado.

“SISTEMA DE MEDIÇÃO PARA UM AGENTE EM PÓ SECO, E, MÉTODO”

FUNDAMENTOS

[001] A presente divulgação diz respeito a um sistema de medição para a medição de agentes a base de pó seco.

[002] De modo a certificar um sistema de supressão de fogo em pó seco a bordo de um veículo tal como uma aeronave, um agente de extinção de fogo é descarregado no volume protegido e um analisador simultaneamente grava a quantidade de agente de extinção de fogo em várias zonas do volume protegido. A quantidade de agente deve ser acima de algum nível predeterminado que tenha sido estabelecido suficiente para extinguir possíveis fogos por algum período de tempo simultaneamente em todas zonas.

[003] O analisador deve ser calibrado e rastreável de modo que a saída do analisador prova que o sistema de supressão de fogo em pó seco é capaz de extinguir qualquer fogo dentro do espaço protegido.

SUMÁRIO

[004] É divulgado um sistema de medição para um agente em pó seco incluindo um bocal para direcionar o agente em pó seco, e um indicador operável para reconhecer um evento de descarga de agente em pó seco. Adicionalmente, em um método divulgado, uma velocidade do pó saindo do bocal pode ser computada, e uma curva de calibração de concentração de agente pode ser selecionada.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[005] Várias características se tornarão aparentes àqueles versados na técnica a partir da descrição detalhada a seguir da modalidade não limitante divulgada. Os desenhos que acompanham a descrição detalhada podem ser brevemente descritos como segue:

a Figura 1 é uma vista esquemática de um sistema de medição com uma coluna de calibração de pulverizador (PCC) para um agente em pó

seco;

a Figura 2 é uma vista esquemática de um sistema de sensor para um agente de supressão de fogo químico a base de pó instalado em uma estrutura protegida representativa;

a Figura 3A é uma vista esquemática de uma coluna de calibração de pulverização (PCC) para um agente em pó seco;

a Figura 3B é uma vista esquemática de um sistema alimentador de pó e um sistema de distribuição de gás para comunicação com a coluna de calibração de pulverizador (PCC);

a Figura 3C é uma vista em perspectiva de uma cabeça do sensor dentro da coluna de calibração de pulverizador (PCC);

a Figura 4A é uma vista explodida de uma cabeça do sensor para um agente em pó seco;

a Figura 4B é uma vista em perspectiva expandida da cabeça do sensor da Figura 4A;

a Figura 4C é uma vista em perspectiva expandida da cabeça do sensor da Figura 4A com uma ligação de fixação instalada nela;

a Figura 4D é uma vista da seção longitudinal do corpo da cabeça do sensor;

a Figura 4E é uma vista esquemática de um volume de medição dentro do corpo da cabeça do sensor;

a Figura 4F é uma vista esquemática de um limite de concentração formado pelo volume de medição dentro do corpo da cabeça do sensor;

a Figura 4G é uma vista esquemática das linhas de corrente que são formadas geralmente próximas a cada múltiplo das aberturas dentro do volume de medição dentro do corpo da cabeça do sensor;

Figura 4H é uma vista esquemática dos caminhos de partícula primárias através do múltiplo das aberturas dentro do volume de medição

dentro do corpo da cabeça do sensor;

a Figura 4I é uma vista esquemática da cabeça do sensor em comunicação com um sistema de controle;

a Figura 5 é uma vista esquemática de um volume de detecção da cabeça do sensor;

a Figura 6 é uma vista esquemática de um volume de detecção da cabeça do sensor com caminhos de luz possíveis sem reflexão múltipla;

a Figura 7 é uma relação empírica entre concentração de densidade de massa e transmitância de luz para um agente em pó seco;

a Figura 8 é um fluxograma ilustrando calibração do sistema de medição para determinar uma relação empírica entre concentração de densidade de massa e transmitância para um agente em pó seco desejado tal como um agente de supressão de fogo em nuvem de aerossol;

a Figura 9 é um fluxograma ilustrando operação das cabeças do sensor localizadas dentro de um acessório de teste de estrutura protegida como a nacela de motor representativa;

a Figura 10 é um esquema de um indicador de fluxo de agente óptico adjacente a um bocal de agente;

a Figura 11 é uma vista tipo esquemática ilustrando a maneira na qual um indicador de agente de fluxo óptico pode ser arranjado em relação a uma cabeça do sensor e um bocal;

a Figura 12 é uma vista tipo esquemática de um indicador de fluxo de agente óptico de exemplo;

a Figura 13 é uma vista tipo esquemática ilustrando um indicador de fluxo de agente de exemplo, em que o indicador de fluxo de agente inclui um transdutor de pressão;

a Figura 14 é uma vista tipo esquemática ilustrando outro indicador de fluxo de agente de exemplo, em que o indicador de fluxo de agente inclui um cabo de freio;

a Figura 15 é uma vista tipo esquemática ilustrando ainda outro indicador de fluxo de agente de exemplo, em que o indicador de fluxo de agente inclui um conjunto de abas;

a Figura 16 é uma vista tipo esquemática ilustrando ainda outro indicador de fluxo de agente de exemplo, em que o indicador de fluxo de agente inclui um par de fotodiodo/LED; e

a Figura 17 é uma vista tipo esquemática ilustrando um exemplo em que um espelho é incluído em combinação com o indicador de fluxo de agente.

DESCRIÇÃO DETALHADA

[006] A Figura 1 ilustra esquematicamente um sistema de medição 20 para a medição dos agentes de supressão de fogo químicos a base de agente em pó seco. O sistema 20 geralmente inclui uma coluna de calibração em pó (PCC) 22, um sistema de sensor 24, e um sistema de controle 26. O PCC 22 geralmente é utilizado para calibrar um sensor do sistema de sensor 24 que pode então ser instalado em um acessório de teste de estrutura protegida 28 tal como uma nacela de motor (Figura 2). Deve ser entendido que a nacela de motor é mas apenas uma estrutura representativa na modalidade não limitante, dentro da qual um sistema de supressão de fogo químico a base de pó 30 tendo um múltiplo de bocais 30N pode ser instalado e que outras estruturas protegidas 28 tais como um compartimento de motor de veículo terrestre, cabine ou outra estrutura também se beneficiará daqui.

[007] Referindo à Figura 3A, o PCC 22 geralmente inclui um sistema alimentador de pó 40, um sistema de distribuição de gás 42, e um tubo de observação 44, uma seção de teste 46 dentro da qual pelo menos uma cabeça do sensor 24A, algumas vezes referida como um pulverizador, é montada, e uma caixa de captura de pó 48. O tubo de observação 44, seção de teste 46 e caixa de captura de pó 48 são definidas ao longo de um eixo Z. O tubo de observação 44 que define a seção de teste 46 em uma modalidade não

limitante é pelo menos vinte diâmetros no comprimento antes de pelo menos uma cabeça do sensor 24A para assegurar distribuição homogênea do agente em pó a partir do sistema alimentador em pó 40 e o gás inerte a partir do sistema de distribuição de gás 42. Isto facilita uma medição direta de transmissão de luz através da nuvem de aerossol pela cabeça do sensor 24A.

[008] O sistema alimentador de pó 40 em uma modalidade não limitante inclui um trado tal como o fabricado por Acrison, Inc. of Moonachie, NJ, USA. O sistema alimentador de pó 40 define a taxa na qual o agente em pó é comunicado no tubo de observação 44.

[009] O sistema de distribuição de gás 44 comunica o gás inerte que, em uma modalidade não limitante, inclui nitrogênio para quebrar e totalmente dispersas o agente em pó seco. O sistema de distribuição de gás 42 está localizado geralmente acima do sistema alimentador em pó 40 e transversal ao mesmo (Figura 3B). O sistema de distribuição de gás 42 define a taxa na qual o gás inerte é comunicado no tubo de observação 44 de modo que um fluxo conhecido de agente em pó seco e gás inerte são recebidos na cabeça do sensor 24A de modo que uma relação pode ser determinada entre a concentração de agente em pó seco e transmissão de luz. Isto permite taxas conhecidas absolutas de alimentação de agente em pó seco e gás inerte.

[0010] A caixa de captura de pó 48 fornece um volume relativamente grande para prevenir recirculação do agente em pó de volta à seção de teste 46. A caixa de captura de pó 48 também previne acúmulo e previne refluxo da nuvem de aerossol de agente em pó seco facilitado por escoamento de fluxo de ar através dos filtros 48F.

[0011] O PCC 22 é utilizado para calibrar a medição de transmissão de luz de cabeça do sensor 24A com respeito a uma concentração de nuvem de aerossol em massa por volume. A seção transversal cilíndrica do PCC 22 reduz efeitos de canto e outros efeitos geométricos. O agente em pó seco é comunicado no tubo de observação 44 apenas abaixo da introdução de gás

inerte (Figura 3B). O jato de alta velocidade do gás inerte passa o sistema alimentador de pó 40 para causar mistura turbulenta do agente em pó seco no fluxo de gás inerte para gerar uma nuvem de aerossóis como pode ser típica em um agente de supressão de fogo de nuvem de aerossol. O processo que comunica o agente em pó seco no jato de gás inerte causa o agente em pó seco a aglomerar para quebrar em partículas do princípio. As partículas misturadas com gás inerte criam a nuvem de aerossol de agente em pó seco.

[0012] A nuvem de aerossol percorre para baixo com gravidade no tubo de observação 44 para facilitar mistura homogênea da nuvem de aerossol para medição pela cabeça do sensor 24A (Figura 3C). O fluxo para baixo é necessário porque as partículas de tamanhos diferentes do agente em pó seco percorrem em velocidades diferentes. Fluxo para baixo nas condições estacionárias resultam em uma concentração de estado estacionário sobre tempo conforme a concentração de cada tamanho de partícula continua constante a jusante para permitir uma medição precisa pelo sistema de sensor 24.

[0013] Referindo às Figuras 4A, uma modalidade não limitante da cabeça do sensor 24A fornece para uma medição de transmissão de luz através da nuvem de aerossol de agente em pó seco. Cada cabeça do sensor 24A geralmente inclui um alojamento 50 definido ao longo de um eixo S através do qual luz é comunicada ao longo de um caminho de luz e um múltiplo de aberturas 52 transversas ao eixo S (figura 4B). A cabeça do sensor 24A geralmente inclui uma fonte de luz 54, um detector 56, uma janela 58, uma janela de espelho 60, um espelho 62, e um bloco de extremidade 64, uma ligação 66 e gaxetas 68A, 68B.

[0014] A ligação 66 pode incluir uma extremidade flangeada para receber um fixador C ou outra ligação (Figura 4C). A fixação C é prontamente ligada dentro das estruturas protegidas 28 para posicionar a cabeça do sensor 24A (Figura 2). Na uma modalidade não limitante, as

gaxetas 68A, 68B são gaxetas (que podem ser gaxetas eletricamente condutivas) de modo a fornecer aterramento elétrico entre a janela 58, a janela de espelho 60, o espelho 62, o alojamento 50 e a ligação 66 através do fixador C de modo que a cabeça de sensor total 24A é aterrada às estruturas protegidas 28. Nesta modalidade não limitante, o alojamento 50, o bloco de extremidade 64 e a ligação 66 pode ser formada de um material condutivo tal como Alumínio revestido com alodino. Conforme a cabeça o sensor 24A é aterrada, eletricidade estática é prevenida de acumular na janela 58 e a janela de espelho 60 para então minimizar atração do agente em pó seco. Alternativamente, ou em adição ao mesmo, a janela 58 e a janela de espelho 60 pode incluir um revestimento anti-estático e pode ser relativamente fino. Em uma modalidade não limitante, cada são menores que 1 mm (0,4 polegadas) em espessura. Tal espessura minimiza distorção e reduz eletricidade estática que pode de outro modo atrair agente em pó seco.

[0015] As gaxetas 68A, 68B amortecem a janela respectiva 58 e janela de espelho 60 em resposta ao bloco de extremidade 64 sendo rosqueadas ao alojamento 50 e a ligação 66 sendo rosqueada ao alojamento 50. Isto é, o bloco de extremidade 64 e a ligação são rosqueados no alojamento 50 para permitir desarranjo e acesso à janela 58 e a janela de espelho 60 para limpar ou outra manutenção. O engate rosqueado também facilita o alinhamento coaxial da janela 58, a janela de espelho 60, e o espelho 62 de modo que a fonte de luz 54 irá sempre fornecer um foco repetível no mesmo ponto do espelho 62 para assegurar alinhamento em resposta ao bloco de extremidade 64 e a ligação 66 sendo rosqueada no alojamento 50. Isto é, o alinhamento óptico é integral ao projeto.

[0016] Um ressalto respectivo 70A, 70B (Figura 4D) confina a janela respectiva 58 e janela de espelho 60 em resposta ao bloco de extremidade 64 e a ligação 66 sendo rosqueada no alojamento 50. Os ressalto 70A, 70B ainda facilitam que comprimento repetidamente do conjunto de modo que a

distância entre a fonte de luz 54 e o espelho 62 é repetível. Deve ser entendido que várias gaxetas, anéis-O, vedações, filtros de densidade neutra para calibração e combinações dos mesmos podem alternativamente ou adicionalmente serem fornecidos.

[0017] O alojamento 50 define um volume de medição 72 que é definido em parte pelo múltiplo de aberturas 52. O volume de medição 72 é justamente mantido entre a fonte de luz 54 e o espelho 62 até durante as mudanças de temperatura, choque e vibração comum nas estruturas protegidas 28 devido à interface rosqueada e arranjo de ressalto 70A, 70B.

[0018] O múltiplo de aberturas 52 são geralmente retilíneos e transversos ao eixo S. Em uma modalidade não limitante, cada do múltiplo de aberturas 52 define um comprimento longitudinal ao longo do eixo S que é menor que um comprimento lateral definido em torno do eixo S, de modo que por exemplo, o comprimento lateral é menor que 10 mm (0,39 polegadas) e mais especificamente, pode ser 3 mm (0,12 polegadas).

[0019] Referindo à Figura 4E, o volume de medição 72 como definido em parte pelo múltiplo de aberturas 52 é geralmente trapezoidal em forma. A forma e tamanho do múltiplo de aberturas 52 prontamente reduz a contaminação óptica no fluxo alto e ambientes turbulentos. A forma do volume de medição 72 forma um limite de concentração que essencialmente cria uma protuberância de condições de fluxo laminar dentro da cabeça do sensor 24A (Figura 4F). Isto é representado pelas linhas de corrente que são formadas geralmente próximas a cada do múltiplo de aberturas 52 (Figura 4F).

[0020] Fluxo do seio a partir de fora da cabeça do sensor 24A entra no volume de medição 72 através do múltiplo de aberturas 52 para criar a situação laminar de modo que essencialmente nenhuma turbulência é criada dentro do volume de medição 72. Escoamento através do volume de medição 72 a partir de um efeito de Venturi que empurra o agente em pó seco a partir

do volume de medição 72. Apenas uma quantidade relativamente pequena de agente em pó seco pode ser depositada na óptica através dos gradientes de concentração. Mais especificamente, uma partícula de exemplo de agente em pó seco a partir do fluxo do seio que entra no volume de medição 72 irá tanto escoar através do múltiplo de aberturas 52 com mínima mudança de vetor (A); entrar em uma cavidade de recirculação e ser puxada fora do volume de medição 71 através do efeito de Venturi (B); ou entrar a partir de um redemoinho turbulento e impacta a óptica (C) (Figura 4H). A quantidade total do agente em pó seco que impacta a óptica é relativamente pequena e é tipicamente menor que 2% da massa total que passou pela cabeça do sensor 24A. Isto não afeta significativamente o perfil de concentração por causa da turbulência externa que deposita o agente em pó seco na óptica ocorre sobre um período curto comparado ao tempo de medição de concentração.

[0021] A fonte de luz 54 pode incluir um diodo de emissão de luz vermelha (LED) operando a 650 nm e o detector 56 e um fotodiodo de espectro visível. Uma fonte de luz 54 e o detector 56 comunica com a cabeça do sensor 24A através de um cabo de fibra óptica 74 que inclui um múltiplo de fibras ópticas. Em uma modalidade não limitante, 32 fibra óptica comunica com a fonte de luz 54 e 32 fibra óptica comunica com o detector 56. A fibra óptica pode ser agrupada para formar o cabo de fibra óptica 74 com uma conexão SMA905 74C para ligar ao alojamento 50.

[0022] Cada cabeça de sensor 24A opera em princípios de obscurecimento de luz. Luz é comunicada da fonte de luz 54 através de um múltiplo de fibra óptica do cabo de fibra óptica 74, passa através das janelas transparentes 58 e 60, entra no volume de medição 72 em comunicação com a abertura 52, reflete o espelho 62 e é comunicada através de um múltiplo de fibras ópticas do cabo de fibra óptica 74. As janelas 58 e 60 são geralmente opostas ao espelho 62 de modo que a luz passa através do volume de medição 72 duas vezes – de janela 58 através do volume de medição 72, através da

janela 60, reflete espelho 62 então através da janela 60, volume de medição 72 e no detector 56 através da janela 58 e o cabo de fibra óptica 74. O detector 56 emite um sinal análogo proporcional à intensidade da luz para o sistema de controle 26 (Figura 4I). A intensidade da luz muda funcionalmente a concentração das partículas de agente em pó seco no volume de medição 72. A cabeça do sensor 24A é ao contrário termopares, transdutores de pressão, extensômetros ou outros instrumentos onde força do sinal é diretamente relacionada ao fenômeno sendo medido.

[0023] Cada cabeça do sensor 24A do sistema de sensor 24 está em comunicação com o sistema de controle 26 que inicia operação do sistema 20 e controla a aquisição de dados a partir da cabeça do sensor 24A. Dados em uma modalidade não limitante são adquiridos em uma frequência variável de 1 a 1000 Hz por um máximo de 30.000 pontos totais. O tempo de aquisição máximo é 30.000 dividido pela taxa de aquisição (300 segundos no caso de 100 Hz). Deve ser entendido que taxa de aquisição de dados alternativa pode ser utilizada pelo sistema de controle 26.

[0024] Deve ser notado que um dispositivo de computação pode ser usado para implementar várias funcionalidades tal como atributos ao sistema e de controle 26 (Figura 4I). Em termos de arquitetura de hardware, tal um dispositivo de computação pode incluir um processador, memória, e um ou mais interface(s) de dispositivo de entradas e/ou saídas (I/O) que são comunicativamente acoplados através de uma interface local. A interface local pode incluir, por exemplo mas não limitado a, um ou mais barramentos e/ou outras conexões com fio ou sem fio. A interface local pode ter elementos adicionais, que são omitidos para simplificar, tal como controladores, armazenamentos temporários (caches), acionadores, repetidores, e detectores para permitir comunicações. Adicionalmente, a interface local pode incluir endereço, controle e/ou conexões de dados para permitir comunicações apropriadas dentre os componentes acima mencionados.

[0025] O processador pode ser um dispositivo de hardware para executar software, particularmente software armazenado na memória. O processador pode ser um feito sob encomenda ou um processador comercialmente disponível, uma unidade de processamento central (CPU), um processador auxiliar dentre vários processadores associados com o dispositivo de computação, um semicondutor com base em microprocessador (na forma de um microchip ou ajuste de chip) ou geralmente qualquer dispositivo para executar instruções de software.

[0026] A memória pode incluir qualquer um ou combinação de elementos de memória volátil (p.ex., memória de acesso randômico (RAM, tal como DRAM, SRAM, SDRAM, VRAM, etc.)) e/ou elementos de memória não volátil (p.ex., ROM, disco rígido, fita, CD-ROM, etc.). Mais adicionalmente, a memória pode incorporar eletrônico, magnético, óptico e/ou outros tipos de meio de armazenamento. Note que a memória pode também ter uma arquitetura distribuída, onde vários componentes estão situados remotamente de um outro, mas pode ser acessado pelo processador.

[0027] O software na memória pode incluir um ou mais programas separados, cada dos quais incluem uma lista organizada de instruções executáveis para implementar funções lógicas. Um componente de sistema modalizado como software pode também ser construído como programa de fonte, programa executável (código de objeto), script, ou qualquer outra entidade compreendendo um conjunto de instruções a serem realizadas. Quando construído como um programa de fonte, o programa é traduzido através de um compilador, montador, interpretador, ou semelhante, que pode ou não ser incluído dentro da memória.

[0028] Os dispositivos de Entrada/Saída que podem ser acoplados à(s) Interface(s) I/O de sistema pode incluir dispositivos de entrada, por exemplo mas não limitado a, um teclado, mouse, leitor, microfone, câmera, dispositivo de proximidade, etc. Adicionalmente, os dispositivos de Entrada/Saída podem

também incluir dispositivos de saída, por exemplo, mas não limitados a, uma impressora, exibidor, etc. Finalmente, os dispositivos de Entrada/Saída podem ainda incluir dispositivos que comunicam ambas as entradas e saídas, por exemplo, mas não limitados a, um modulador/demodulador (modem; para acessar outro dispositivo, sistema ou rede), uma frequência de rádio (RF) ou outro transceptor, uma interface telefônica, uma ponte, um roteador, etc.

[0029] Quando o dispositivo de computação está em operação, o processador pode ser configurado para executar software armazenado dentro da memória, para comunicar dados para e a partir da memória, e para geralmente operações de controle do dispositivo de computação nos termos do software. Software na memória, em todo ou em parte, é lido pelo processador, talvez armazenado temporariamente dentro do processador, e então executado.

[0030] Referindo à Figura 5, a cabeça do sensor 24A diretamente mede transmissão de luz através da nuvem de aerossol de agente em pó seco, que pode ser diretamente relacionada a uma concentração de densidade de massa espacial através de uma relação empírica ou teórica.

[0031] A nuvem de aerossol de agente em pó seco entra no volume de medição 72 e passa através da luz que percorre a partir do cabo de fibra óptica 74 para o espelho 62 e atrás do detector 56. Conforme a nuvem de aerossol de agente em pó seco passa através da luz, a luz total transmitida diminui proporcional à concentração da nuvem de aerossol. O espelho 62 é côncavo e foca a luz de fundo para o cabo de fibra óptica 74.

[0032] Referindo à Figura 6, caminhos representativos para a luz são esquematicamente ilustrados. Reflexões de objetos além da primeira camada de incrustação são ignoradas devido a quantidade insignificante de retorno de luz. A intensidade da luz recebida pelo detector 56 é a soma dos Caminhos 1, 1B, 2 e a luz dispersa do segundo plano. No Caminho 1 alguma fração da luz refletida da janela 58 é recebida. Caminho 1B ocorre se uma camada de

incrustação existe na janela 58 e deve transmitir através da janela 58 duas vezes.

[0033] No Caminho 2, a luz deve ser transmitida duas vezes através de cada janela 58, 60, cada camada de incrustação, o volume de medição 72, então reflete o espelho 62. O espelho 62 é assumido a refletir toda luz nestes cálculos. Ambas janelas 58, 60 tem as mesmas propriedades.

[0034] Com uma camada de incrustação, a emissão da cabeça do sensor 24A pode ser expressa como:

$$I = f_{w1} \rho_w I_s + \tau_w^4 \tau_{c1}^2 \tau_v^2 \tau_{c2}^2 I_s + I_\infty \quad \text{Equação 1}$$

[0035] Antes de um teste, a saída bloqueada pode medir ajustes τ_v para 0 bloqueando o espelho 62 com meio não refletivo de modo que apenas a luz refletida da janela 58 e luz ambiente são medidos.

$$I_{bl} = f_{w1} \rho_w I_s + I_\infty \quad \text{Equação 2}$$

[0036] O valor de referência é achado quando τ_v é 1, p.ex. nenhuma nuvem de aerossol está no volume de medição e luz é permitida a refletir o espelho de volta à fonte. Substituindo I_{bl} para o valor bloqueado medido:

$$I_{ref} = \tau_w^4 \tau_{c1}^2 \tau_{c2}^2 I_s + I_{bl} \quad \text{Equação 3}$$

[0037] Substituindo Equação 3 e Equação 2 na Equação 1, a transmitância de passe duplo através do volume de detecção durante um teste pode ser expressa:

$$\tau_v^2 = \frac{I - I_{bl}}{I_{ref} - I_{bl}} \quad \text{Equação 4}$$

[0038] Neste ponto, é conveniente definir uma saída de cabeça do sensor modificada 24A com o valor bloqueado subtraído quando o valor bloqueado é assumido constante através da medição total.

$$I^* \equiv I - I_{bl} \quad \text{Equação 5}$$

[0039] Equação 4 pode ser reexpressa:

$$\tau_v^2 = \frac{I^*}{I_{ref}^*}$$

Equação 6

Concentração de Densidade de Massa – Relação Teórica

[0040] A relação da transmissão de luz a concentração das partículas em uma nuvem dispersa é dada por

$$\frac{di}{dx} = -n_v''' A_s i$$

Equação 7

[0041] Lei de Beers, ao quadrado aqui para dar a transmitância de caminho duplo, é uma solução à Equação 7 onde apenas a intensidade de luz varia com distância.

$$\tau_v^2 \equiv \left(\frac{i}{i_i} \right)^2 = \exp(-2n_v''' A_s L)$$

Equação 8

[0042] Equação 8 pode ser resolvida para o número de concentração de densidade, quando multiplicada pela massa de uma partícula a concentração de densidade de massa no volume de detecção é achada.

$$m_v''' = \frac{1}{2L} \frac{V_p}{A_s} \rho_s \ln \left(\frac{1}{\tau_v^2} \right)$$

Equação 9

[0043] A transmissão através do termo de volume de detecção é elevada ao quadrado porque a luz percorre através do volume de medição 72 duas vezes. Teoria de Mie identifica a área da seção transversal de espalhamento conforme aproxima duas vezes da área da seção transversal da partícula, conforme o tamanho da partícula aumenta de três vezes o comprimento de onda da luz. Neste exemplo, o diâmetro de partícula médio é acima de 3 µm onde o comprimento de onda da luz é 0,65 µm. Porque a área da superfície e a massa das partículas individuais são de interesse, diâmetro Médio de Sauter é usado. Este é o diâmetro de uma partícula com a mesma área de superfície para razão de massa (volume) conforme a população da nuvem de aerossol toda. Equação 9 reduz a uma função do diâmetro Médio de

Sauter:

$$m_v''' = \frac{1}{3} \frac{d_{[3,2]}}{2L} \rho_s \ln \left(\frac{1}{\tau_v^2} \right) \quad \text{Equação 10}$$

[0044] Equação 10 rende uma relação teórica entre a concentração de densidade de massa e a transmissão se o diâmetro da partícula tem sido caracterizado. Entretanto, esta relação é apenas válida em transmissões altas.

[0045] Uma vez que o pulverizador irá medir transmissões menos que as válidas na Equação 9, o PCC 22 é utilizado para derivar uma relação empírica entre transmissão e concentração de densidade de massa espacial.

[0046] Os experimentos foram realizados no PCC 22 (Figura 3A) que fornecem para fluxos constantes do agente em pó seco e o gás inerte. Isto fornece para desenvolvimento total fluxo de modo que a nuvem de aerossol de agente em pó seco é uniformemente distribuída através da seção transversal do tubo de observação 44. A nuvem de aerossol de agente em pó seco totalmente misturado então passa pela cabeça do sensor 24A onde transmissão de luz é medida. Variando a taxa de fluxo de gás inerte e a taxa de alimentação do agente em pó seco, uma variedade de concentrações de densidade de massa pode ser testada.

[0047] A relação entre a transmissão e concentração de densidade de massa espacial como determinado no PCC 22 é específica para o projeto da cabeça do sensor 24A e a composição em pó seco e tamanho. Se qualquer destas muda, uma nova relação pode ser determinada.

[0048] O erro de medição pode ser achado a partir do espalhamento na transmissão para dados de concentração de densidade de massa espacial. Para a cabeça do sensor 24A na Figura 4C, o erro foi achado ser +/- 16 g/m³. Este erro pode ser específico ao projeto da cabeça do sensor 24A e a composição em pó seco e tamanho.

[0049] Referindo à Figura 8, um exemplo operacional do PCC 22 é ilustrado no qual o sistema de medição 20 é operado para determinar uma

relação empírica entre concentração de densidade de massa e transmitância para um agente em pó seco desejado tal como um agente de supressão de fogo de nuvem de aerossol (Figura 7). Na etapa 200, o sistema alimentador de pó 40 é calibrado para uma taxa de agente em pó seco desejada. O sistema alimentador de pó 40 é então operado na taxa de agente em pó seco (g/s) (etapa 202) como o sistema de distribuição de gás 42 é operado em uma taxa de gás inerte desejada (m³/s) (etapa 204) para fornecer uma mistura de nuvem de aerossol. Um período de tempo é então permitido para estabilização da nuvem de aerossol (206). A taxa de agente em pó seco desejada pode incluir, em um exemplo, a partir de <10 g/m³ a >300 g/m³ que pode ser obtida variando taxas de alimentação do trado. A taxa de gás inerte desejada pode incluir, em um exemplo, velocidades do seio de ~0,5 m/s a ~3,5 m/s com velocidade de linha central cerca de 35% maior que a velocidade do seio.

[0050] A cabeça do sensor 24A é então inserida na seção de teste 46 do PCC 22 (etapa 208). Dados são colecionados a partir da cabeça do sensor 24A por um período de tempo predeterminado (etapa 210) então a cabeça do sensor 24A é removida (etapa 212). Uma transmissão de porcentagem zero no PCC 22 a partir da cabeça do sensor 24A é então determinada pelo bloqueio de toda luz na cabeça do sensor 24A com, por exemplo, um plugue de borracha preta (etapa 214). Etapas 202-214 são então repetidas um múltiplo de vezes para obter pontos de dados para uma curva que representa a relação empírica entre concentração de densidade de massa e transmissão ao quadrado para o agente em pó seco desejado (Etapa 218, Figura 7).

[0051] Referindo a Figura 9, uma vez que a relação empírica entre concentração de densidade de massa e transmitância de luz para o agente em pó seco desejado (Figura 7) é determinado, uma ou mais cabeças de sensor 24A podem ser localizadas dentro de um acessório de teste de estrutura protegida 28 tal como a nacela de motor representativa (Figura 2).

[0052] Na etapa 300, as cabeças do sensor 24A são instaladas dentro

do acessório de teste de estrutura protegida 28. Uma saída de transmissão de referência de zero por cento é determinada para cada cabeça do sensor 24A (etapa 302). Que é, a diferença entre a transmissão de porcentagem zero no PCC 22 e o acessório de teste de estrutura protegida desejada 28 é determinada. O agente de supressão de fogo de nuvem de aerossol é então ativado dentro do acessório de teste de estrutura protegida 28 e dados de cada cabeça do sensor 24A são gravados pelo sistema de controle 26 durante o teste (etapa 304). A saída de transmissão de referência de zero por cento é subtraída para cada cabeça do sensor 24A (etapa 306) para determinar saída bruta de referência pós teste (etapa 308) e converter a saída bruta em uma transmitância de luz sobre tempo (etapa 310). A cabeça do sensor é relativamente pequena de modo a ser localizada em um compartimento remoto de modo a medir a transmitância da luz da nuvem de aerossol com respeito ao tempo. A transmitância de luz sobre tempo é então utilizada com a relação empírica entre concentração de densidade de massa e transmitância para o agente em pó seco desejado (Figura 7) para determinar concentração sobre tempo (etapa 312).

[0053] Através do múltiplo estreito relativamente longitudinalmente das aberturas 52 normal às janelas ópticas, o efeito turbulento da descarga de agente em pó seco é significativamente reduzido em um fluxo laminar. O múltiplo estreito das aberturas 52 permite principalmente trajetórias de aerossol retas. Algumas trajetórias curvadas podem depositar partículas de aerossol em superfícies ópticas, entretanto, apenas relativamente poucas das trajetórias possíveis que podem penetrar através do múltiplo de aberturas 52. A menos que uma partícula de aerossol do agente em pó seco percorre uma trajetória que impacta a óptica, efeitos de Venturi irão carregar a partícula para fora da cabeça do sensor 24A conforme a velocidade através do volume de detecção irá tender a puxar partículas do agente em pó seco.

[0054] O perfil de concentração através do caminho de luz dentro do

volume de detecção pode ser pensado como conforme normalmente distribuído com uma maior que concentração média no centro de cada dos múltiplos de aberturas 52 que podem ser causados pelo efeito de camada limite dentro da cauda da cabeça do sensor 24A para nenhuma concentração nas ópticas. Sobrepor a distribuição normal em uma situação de concentração constante rende um comprimento de caminho equivalente. Este é o comprimento de caminho da cabeça de detecção 24A com uma concentração constante através do comprimento de caminho de luz inteiro. Note que o comprimento de caminho equivalente pode ser menor que a distância de abertura devido aos efeitos da camada limite. Quando pequenos volumes de agente em pó seco depositam nas ópticas, o agente em pó seco não irá significativamente afetar a área abaixo da distribuição normal de modo que o comprimento de caminho equivalente não é afetado.

[0055] A cabeça do sensor 24A responde diferentemente dependendo na velocidade de corrente movendo através do espaço de medição. Essencialmente tem uma curva de calibração de alto fluxo quando a velocidade da corrente é 1,5 metros/segundo e acima, e uma curva de calibração de fluxo baixo pode ser abaixo de 1,5 metros/segundo. Por isso se torna importante saber qual a velocidade da corrente é durante testes de descarga de agente.

[0056] Medições podem ser feitas usando anemômetros de fio quente (HWA) ou semelhantes, mas eles não medem precisamente quando a corrente de gás contém agentes, tais como um agente em pó seco KSA (que é um pó fino), e muda a resposta térmica do fio aquecido. Também, a presença de um pó sólido na corrente de gás impacta a calibração de muitos dispositivos de medição, tornando difícil interpretar os resultados.

[0057] Com referência à Figura 10, um indicador de fluxo de agente óptico 100 pode ser utilizado para diretamente computar a velocidade do agente em pó seco através da medição de quando o agente em pó seco deixa o

bocal de descarga mais próximo. Em um exemplo, cada cabeça do sensor 24A é acoplado com um indicador de fluxo de agente óptico 100 para determinar uma velocidade de agente atual durante um evento de descarga de agente a partir de um bocal 30N. Neste sentido, os bocais 30N estão a montante da cabeça de sensor associada 24A (p.ex., como mostrado na Figura 11). Adicionalmente, o evento de descarga de agente pode ser definido como o tempo quando agente inicialmente sai do bocal 30N. Alternativamente, o evento de descarga de agente pode ser definido como o tempo quando agente inicialmente passa pelo indicador 100. Notavelmente, deve ser entendido que as particularidades do arranjo do indicador de fluxo de agente óptico 100 relativo ao bocal 30N mostrado na Figura 10 não é limitante, e outros arranjos vem dentro do escopo desta divulgação. Adicionalmente, e como explicado abaixo, o indicador de fluxo de agente óptico 100 pode ser substituído com vários indicadores não ópticos, como explicado abaixo em relação às Figuras 13-15.

[0058] Dividindo a distância mais curta do indicador 100 e uma cabeça de sensor associada 24A com o tempo que leva o agente a ser transportado entre eles (p.ex., o tempo entre o evento de descarga de agente e o tempo que o agente é inicialmente reconhecido pela cabeça do sensor 24A), a velocidade do agente em pó seco pode ser diretamente computada. Por exemplo, como representado na Figura 11, esta computação de velocidade implica dividir a distância D1 (p.ex., distância entre o indicador e a cabeça do sensor associada 24A) com o tempo para o agente percorrer do indicador 100 (p.ex., $t=0$, ou o evento de descarga de agente) para a cabeça do sensor 24A (p.ex., $t=?$, ou o tempo do agente é inicialmente reconhecido pela cabeça do sensor 24A). Notavelmente, o indicador 100 pode estar em comunicação com o sistema de controle 26 que pode realizar a computação.

[0059] O indicador 100 na modalidade não limitante divulgada é um instrumento com base óptica, e assim o indicador 100 tem um tempo de

resposta muito rápido. Por exemplo, como representado na Figura 11, o indicador 100 inclui um feixe de fibras 102 e uma lente 104. A lente 104 pode servir para direcionar luz refletida do agente para os fios 102b de modo a aumentar o sinal refletido do agente em pó seco. Entretanto, a lente 104 é opcional e não necessitam estar presentes.

[0060] O indicador 100 é operável para reconhecer fluxo fora do bocal 30N em uma maneira de modo que a cabeça do sensor 24A, mas sem um espelho que vê sinal reduzido quando luz é espalhada pelo Agente em Pó Seco refletivo opticamente. Em particular, o feixe de fios 102 pode incluir uma pluralidade de fibras ópticas, ou fios, 102a que direcionam luz na direção do bocal 30N, bem como uma pluralidade de fios 102b configurados para receber luz refletida pelo agente. Reflexão de luz de volta aos fios 102b geralmente indica que o agente está presente, e que o evento de descarga de agente ocorreu. Enquanto espelhos não são geralmente necessários neste exemplo, espelhos podem ser usados, quando necessário, para refletir sinal de volta ao indicador 100 (esquemáticamente ilustrado na Figura 17). Dependendo da velocidade computada do agente, uma curva de calibração pode ser selecionada do alimentador de pó 40, diz. Por exemplo, se a velocidade do agente é computada como sendo maior que uma constante predeterminada, tal como 1,5 m/s (aproximadamente 3,4 mph), então uma curva de calibração de fluxo alto pode ser selecionada. Da mesma forma, neste exemplo, uma velocidade de agente de igual a ou menor que 1,5 m/s pode corresponder à seção de uma curva de calibração de baixo fluxo.

[0061] Enquanto o indicador 100 é um instrumento a base óptica, o indicador 100 pode atenciosamente ou adicionalmente inclui um ou mais transdutores de pressão 106 na saída do bocal, um dispositivo de fio de freio 108 (que pode ser um filamento de fio ou algum tipo de lâmina), ou um conjunto de abas (incluindo uma lingueta 110 com um microcomutador 112), como geralmente representado nas figuras 13-15, respectivamente.

Adicionalmente, enquanto o indicador 100 mostrado na Figura 10 é posicionado relativamente perto do bocal 30N, o indicador 100 pode ser posicionado em qualquer ponto entre o bocal 30N e a cabeça do sensor associada 24A.

[0062] Também é possível incluir um par de fotodiodo/LED (esquematicamente ilustrado na Figura 16), que pode ser posicionado para olhar através da saída do bocal 30N (p.ex., um LED seria posicionado no lado da corrente com um fotodiodo posicionado oposto ao LED). Agente em pó seco passando através do espaço entre o LED e o fotodiodo irá reduzir o sinal entre eles, indicando um evento de descarga. Adicionalmente, o par de fotodiodo/LED pode ser acoplado opticamente por fibra a partir de um ponto de medição, de modo a remover o par de fotodiodo/LED a partir do ambiente potencialmente quente.

[0063] As seguintes tabelas são incluídas para clarear, para a necessidade extensa, a nomenclatura usada através deste pedido.

Nomenclatura

Símbolo	Descrição	Unidades
A_s	Área de seção transversal de espalhamento de uma partícula	m ²
d	Diâmetro	m
f	Fração	-
i	Intensidade	lux
I	Saída da cabeça do sensor 24A	Volts
L	Comprimento do caminho de luz	m
m	Massa	kg
n	Número	-
V	Volume	m ³
x	Deslocamento dimensional	m
ρ	Densidade	g/m ³
ρ_w	Reflexão da janela	-
τ	Transmissão	-

Nomenclatura

Subscrito	Descrição
∞	Ambiente
[3,2]	Média de Sauter

<i>bl</i>	Bloqueado
<i>c</i>	Camada de incrustação
<i>i</i>	Inicial
<i>p</i>	Partícula
<i>ref</i>	Referência
<i>s</i>	Fonte, Sólido, ou Espalhamento
<i>v</i>	Volume de detecção
<i>w</i>	Janela

Nomenclatura

Superescrito	Descrição	Unidades
'''	Por volume (concentração de densidade)	1/m ³
*	Saída da cabeça do sensor modificado 24A (saída bloqueada subtraída)	

[0064] Deve ser entendido que termos de posição relativa como “para frente”, “à ré”, “superior”, “inferior”, “abaixo”, e semelhantes são com referência à atitude operacional normal do veículo e não deve ser considerado limitando de outro modo.

[0065] Deve ser entendido que os números de referência identificam elementos similares ou correspondentes através dos vários desenhos. Deve ser também entendido que embora um arranjo de componente particular é divulgado na modalidade ilustrada, outros arranjos irão se beneficiar daqui.

[0066] Embora sequência de etapa particular são mostradas, descritas, e reivindicadas, deve ser entendido que etapas podem ser realizadas em qualquer ordem, separadamente, ou combinada a menos que de outra forma indicada e será ainda benefício da presente divulgação.

[0067] Um de habilidade ordinária nesta técnica irá entender que as modalidades acima descritas são exemplares e não limitantes. Isto é, modificações desta divulgação estarão dentro do escopo das reivindicações. Consequentemente, as seguintes reivindicações devem ser estudadas para determinar seu verdadeiro escopo e conteúdo.

REIVINDICAÇÕES

1. Sistema de medição (20) para um agente em pó seco, compreendendo:

um bocal (30N) para direcionar um agente em pó seco; e

um indicador (100) operável para reconhecer um evento de descarga de agente em pó seco;

um sistema de controle (26) operável para computar uma velocidade do agente em pó seco;

em que o bocal é configurado para direcionar o agente em pó seco a jusante para uma cabeça do sensor (24A) de maneira tal que o agente em pó seco flua através do indicador antes de alcançar a cabeça do sensor;

em que o sistema de controle é operável para computar a velocidade do agente em pó seco dividindo um tempo que leva do agente em pó seco a inicialmente passar do indicador à cabeça do sensor com uma distância entre o indicador e a cabeça do sensor;

em que o indicador é um indicador de fluxo de agente óptico; e

em que o sistema de controle é operável para calibrar um alimentador de pó (40) com base na velocidade computada, e

caracterizado pelo fato de que o sistema de controle (26) é operável para calibrar o alimentador de pó (40) selecionando um de uma curva de calibração de alto fluxo e uma curva de calibração de baixo fluxo.

2. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o indicador de fluxo de agente óptico reconhece o evento de descarga de agente em pó seco tanto com ou sem o uso de espelhos.

3. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o indicador de fluxo de agente óptico inclui uma pluralidade de primeiros e segundos fios de fibra (102a, 102b), os primeiros fios (102a) operáveis para direcionar luz na direção do bocal, os segundos fios (102b) operáveis para receber luz refletida pelo agente em pó seco.

4. Sistema, de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que o indicador de fluxo de agente óptico ainda inclui uma lente (104) posicionada entre os primeiros e segundos fios de fibra e o bocal.

5. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a velocidade do agente em pó seco é computada com base, em parte, em uma leitura a partir do indicador de fluxo de agente óptico e uma leitura a partir da cabeça do sensor.

6. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a cabeça do sensor inclui um pulverizador.

7. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o sistema de controle (26) é operável para selecionar a curva de calibração de alto fluxo quando a velocidade computada é maior que uma taxa de fluxo predeterminada, e em que o sistema de controle é operável para selecionar a curva de calibração de baixo fluxo quando a velocidade computada é igual ou menor que a taxa de fluxo predeterminada.

8. Sistema, de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que a taxa de fluxo predeterminada é de 1,5 metros por segundo (m/s).

9. Método, compreendendo as seguintes etapas:

alimentar um agente em pó seco a partir de um bocal de saída (30N) a jusante para uma cabeça do sensor (24A) de maneira tal que o agente em pó seco flua através de um indicador de fluxo óptico antes de alcançar a cabeça do sensor;

computar uma velocidade do pó saindo do bocal dividindo um tempo que leva do agente em pó seco a passar do indicador de fluxo óptico (100) à cabeça do sensor com uma distância entre o indicador de fluxo óptico e a cabeça do sensor; e

calibrar um alimentador de pó (40) com base na velocidade computada, e

o método caracterizado pelo fato de que a etapa de calibrar o alimentador de pó inclui selecionar um de uma curva de calibração de alto fluxo e uma curva de calibração de baixo fluxo.

10. Método, de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que compreende ainda:

prover um fluxo do agente em pó seco para o bocal usando um sistema alimentador de pó (40) posicionado a montante do bocal.

11. Método, de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de que o sistema alimentador de pó (40) inclui um trado.

12. Método, de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que a curva de calibração de alto fluxo é selecionada quando a velocidade computada é maior que uma taxa de fluxo predeterminada, e em que a curva de calibração de baixo fluxo é selecionada quando a velocidade computada é igual ou menor que a taxa de fluxo predeterminada.

13. Método, de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de que a taxa de fluxo predeterminada é de 1,5 metros por segundo (m/s).

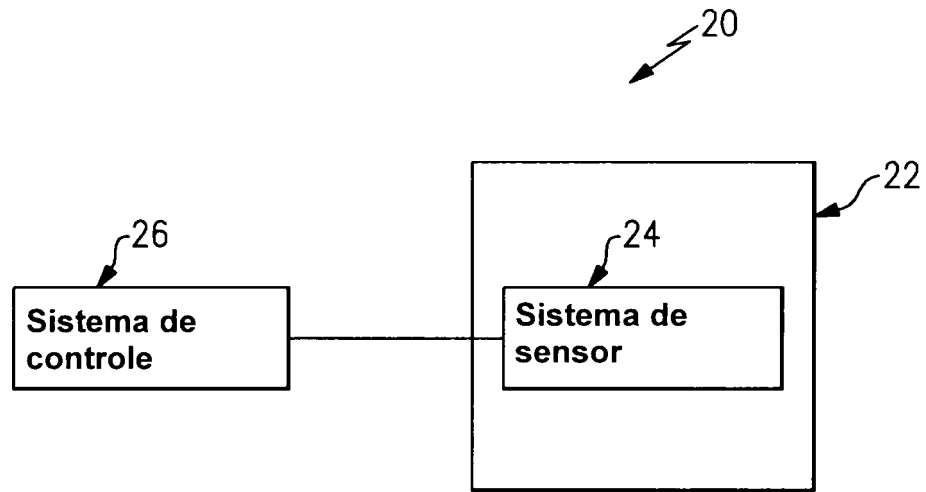


FIG.1

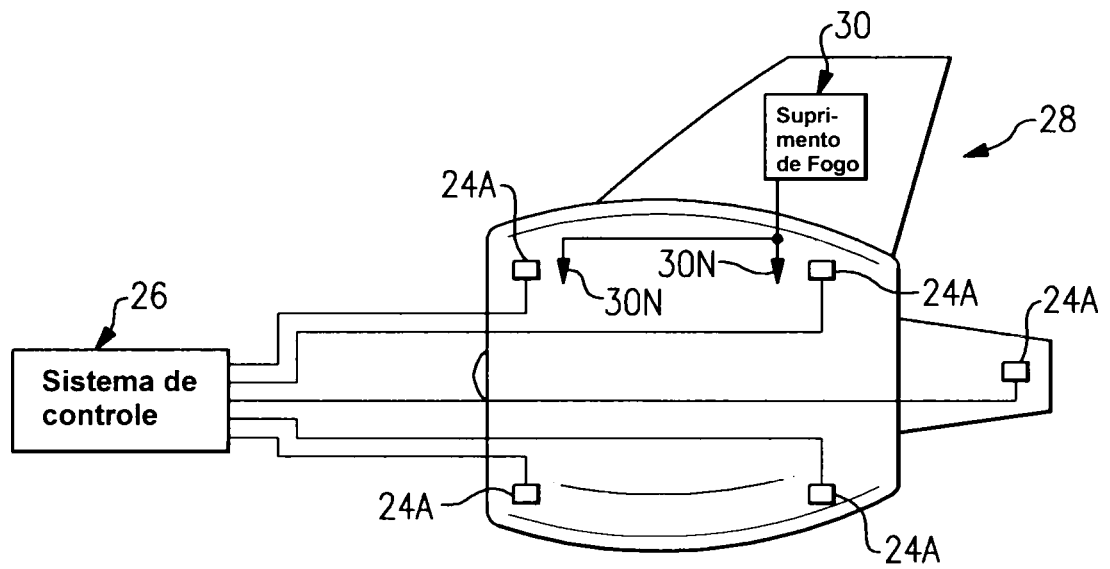
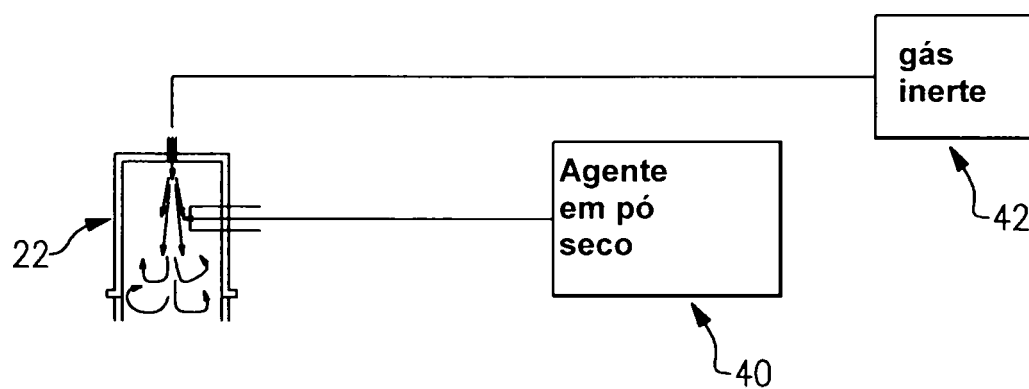
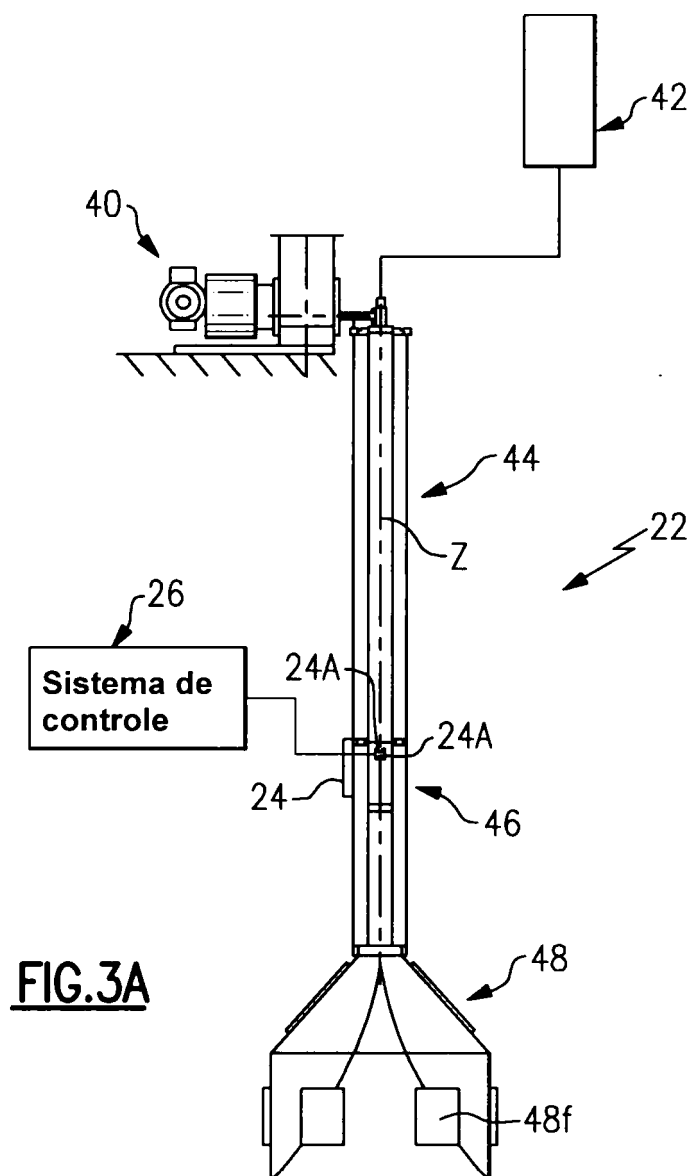
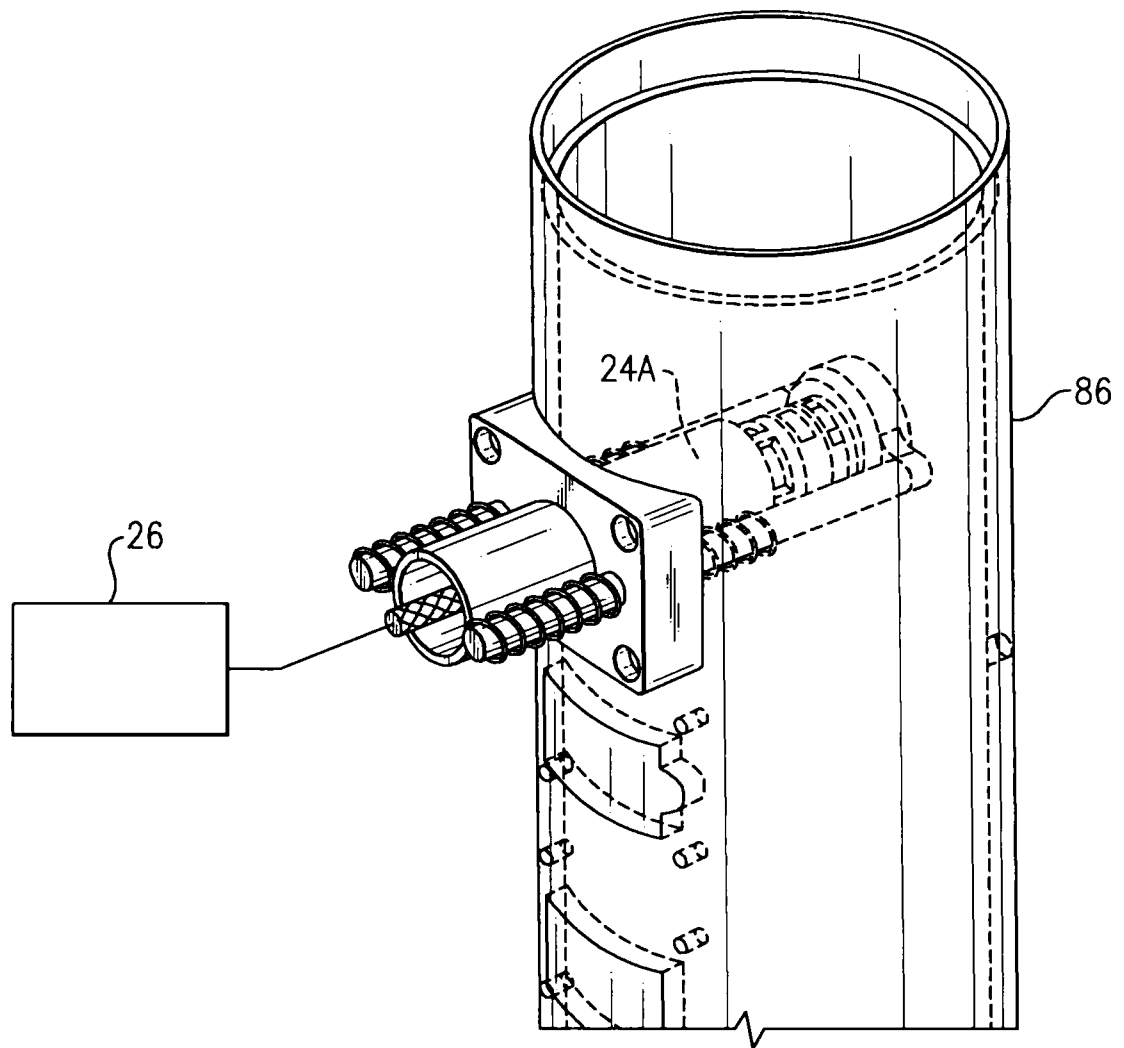


FIG.2

FIG. 3B

FIG.3C

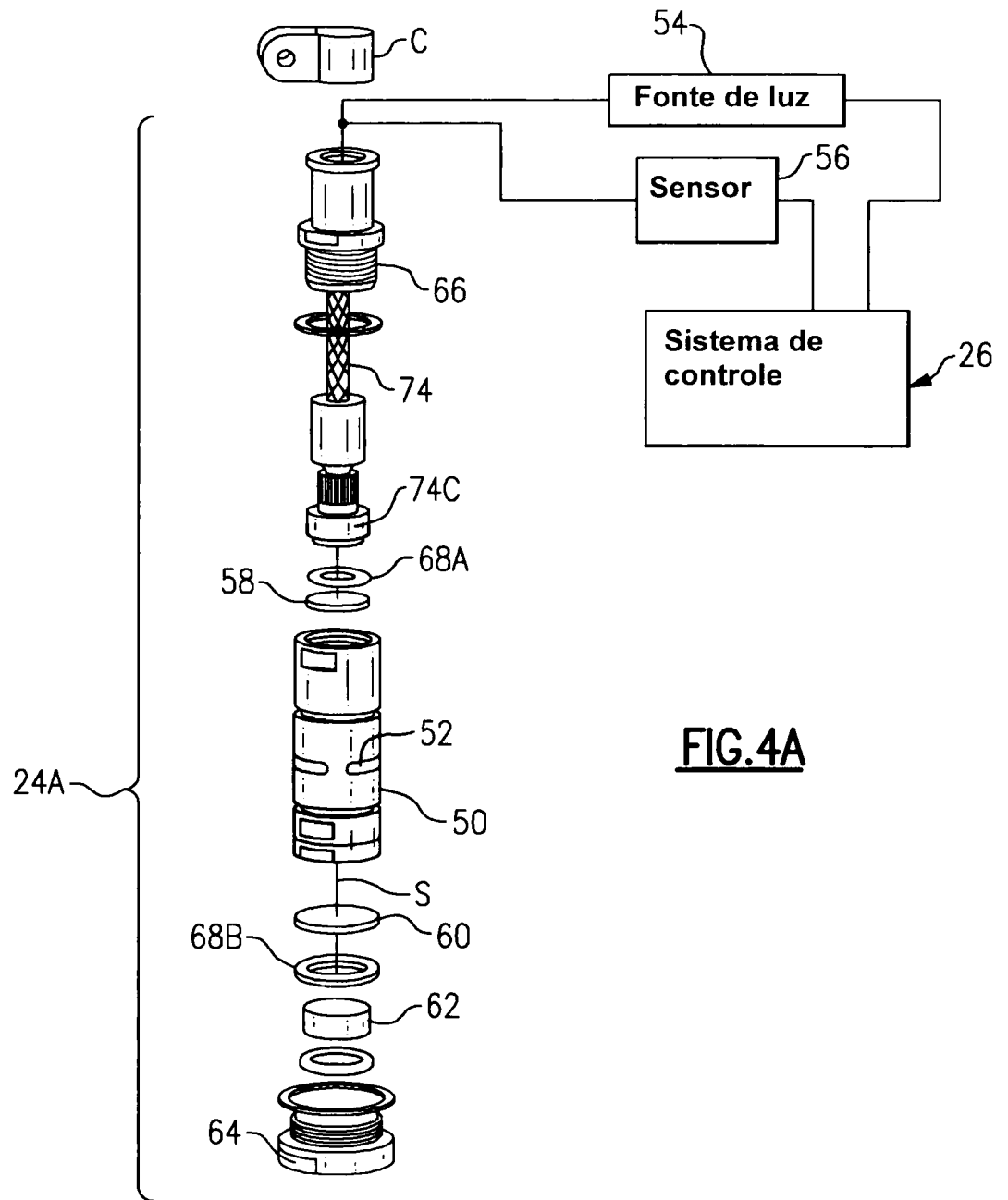


FIG. 4A

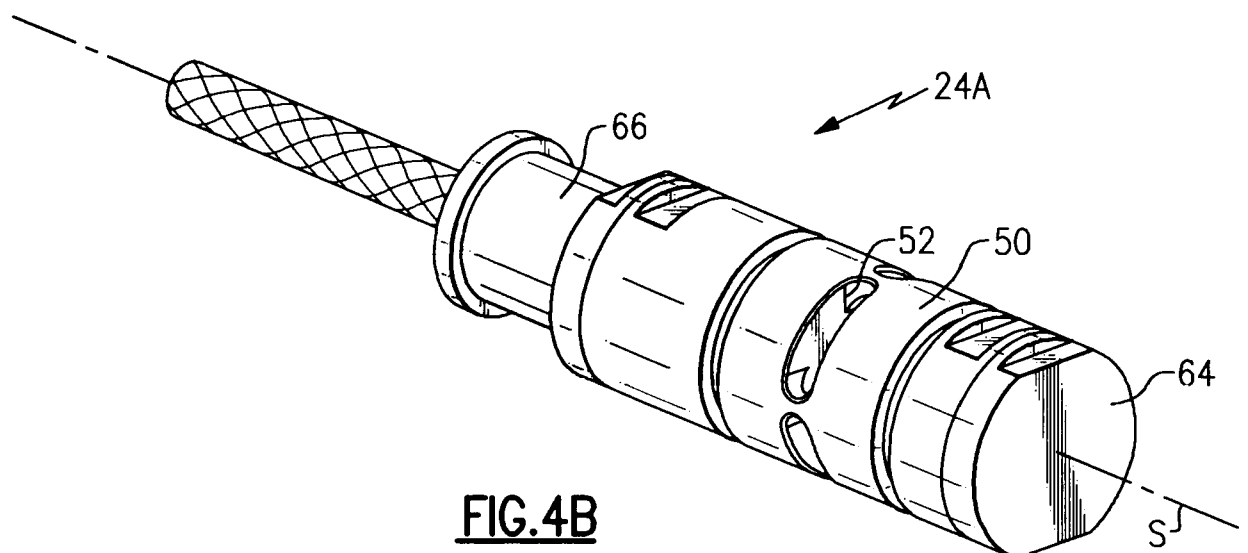
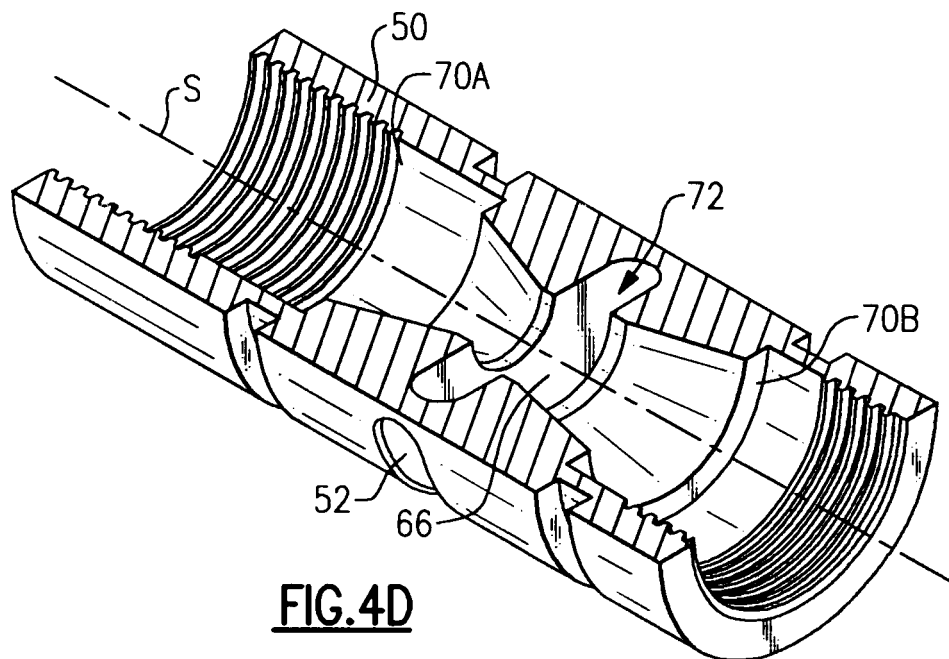
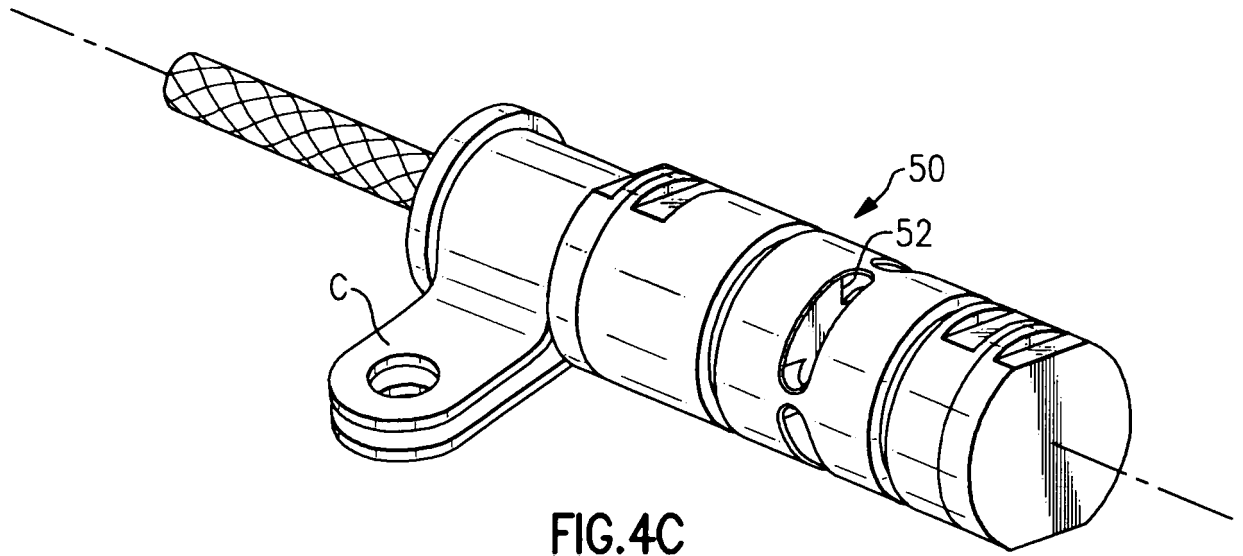


FIG. 4B



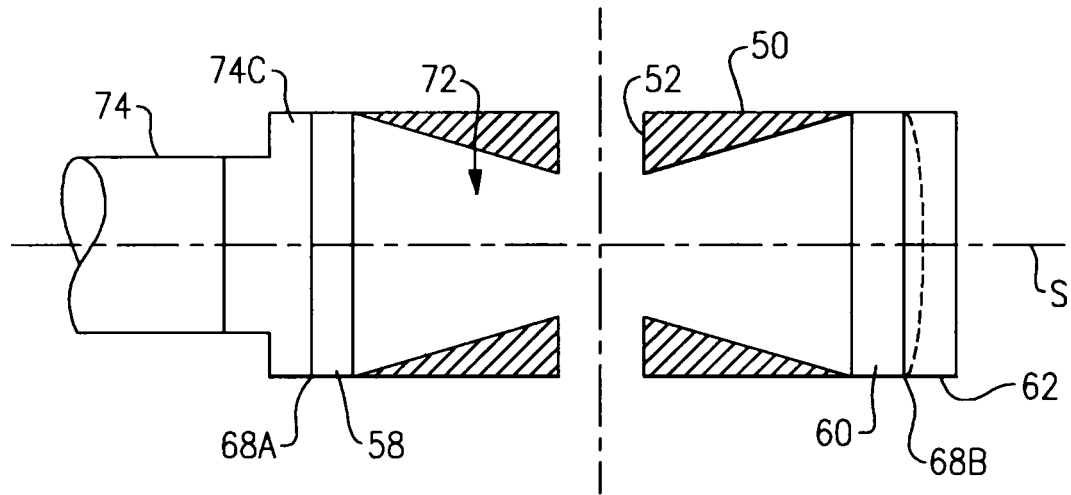
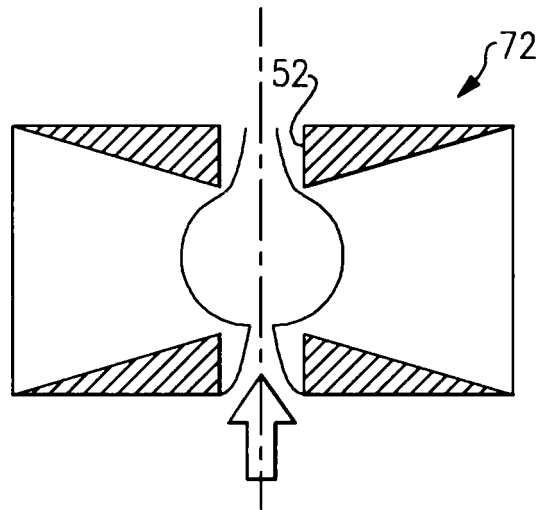
FIG. 4EFIG. 4F

FIG. 4G

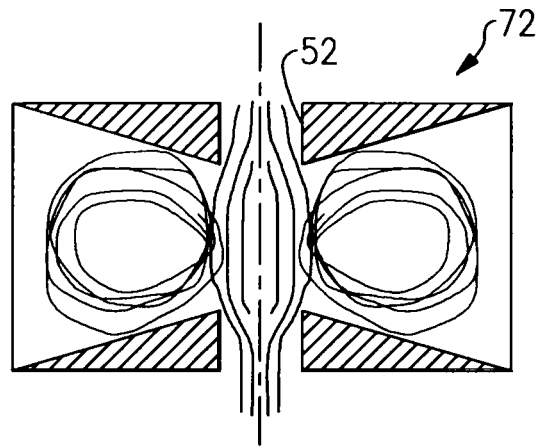


FIG. 4H

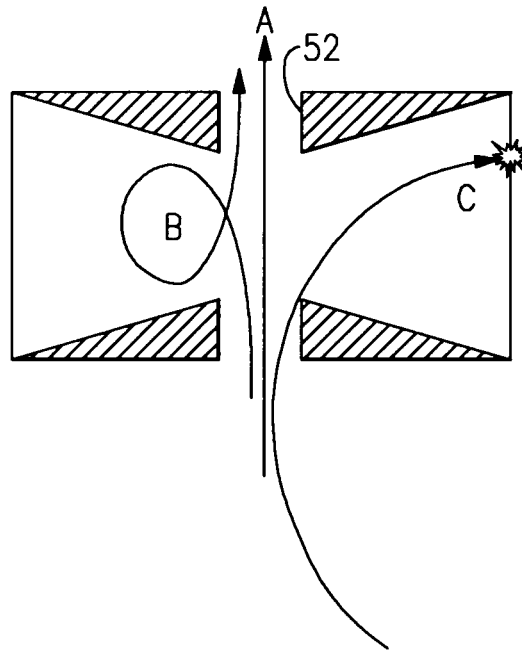
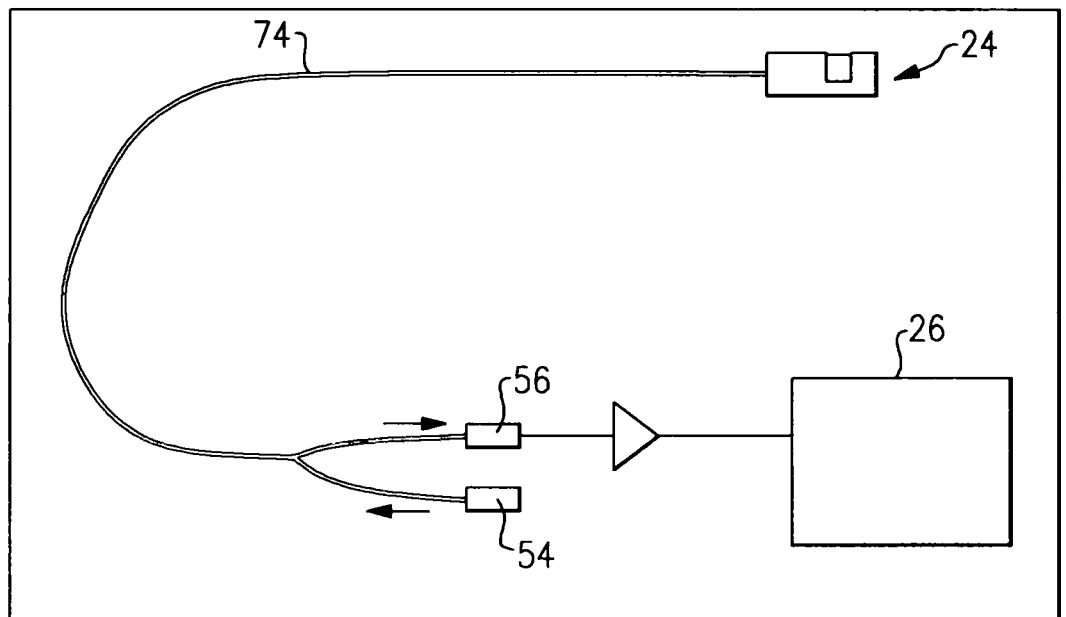
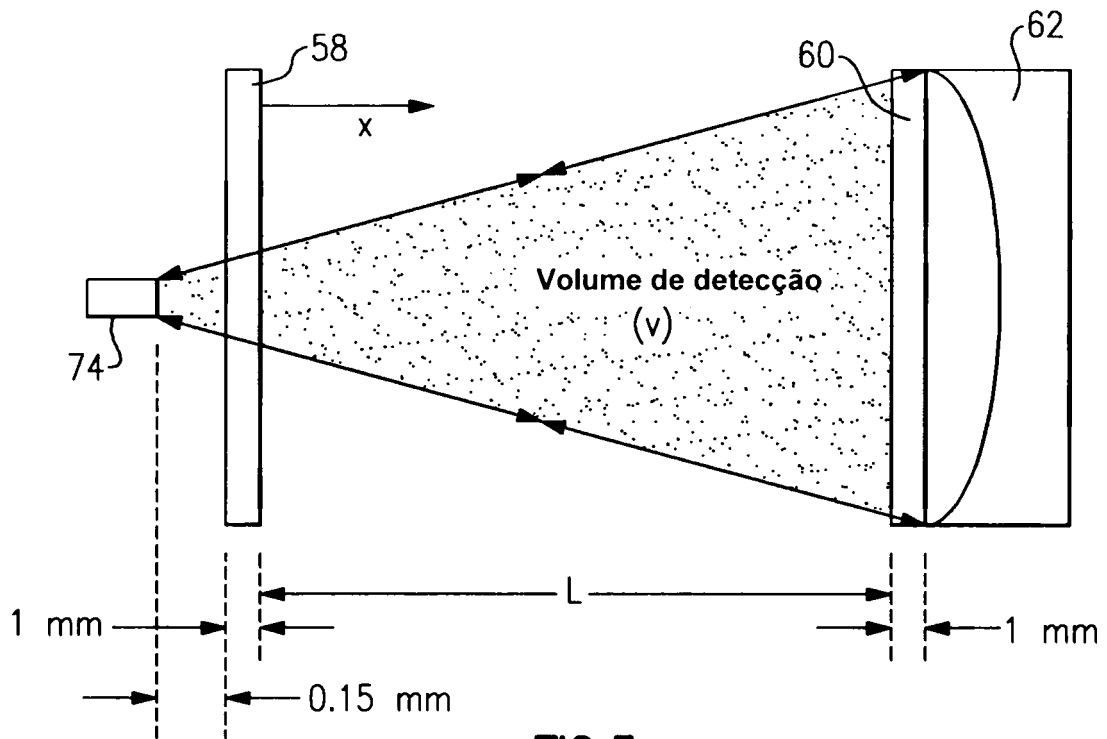
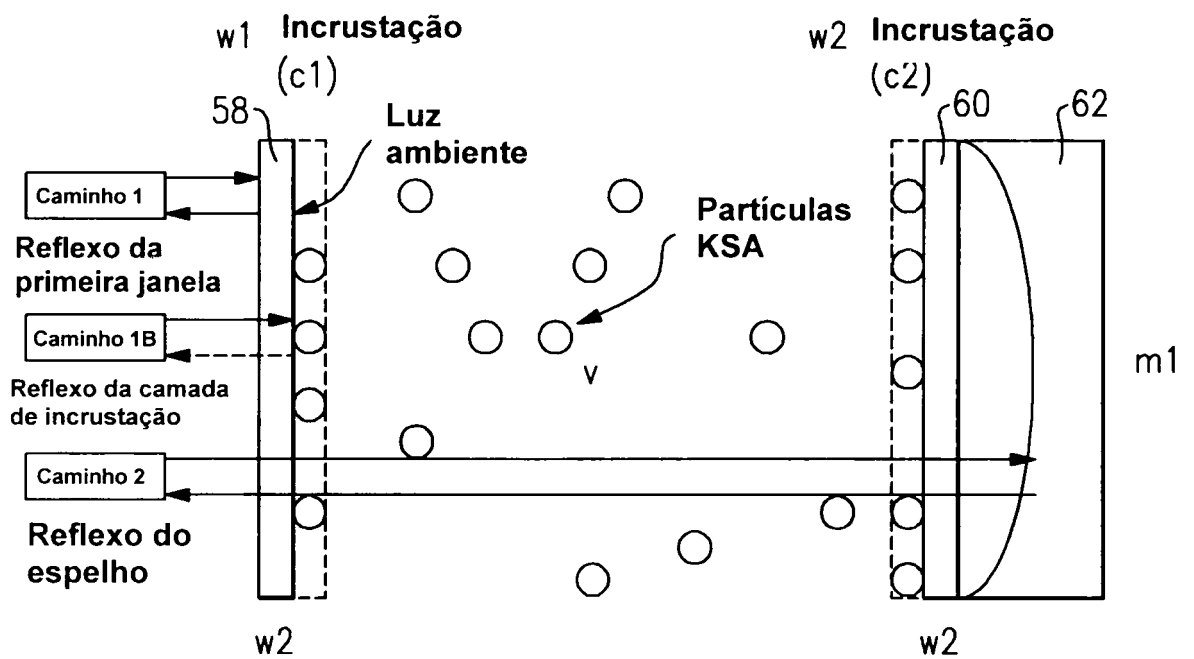
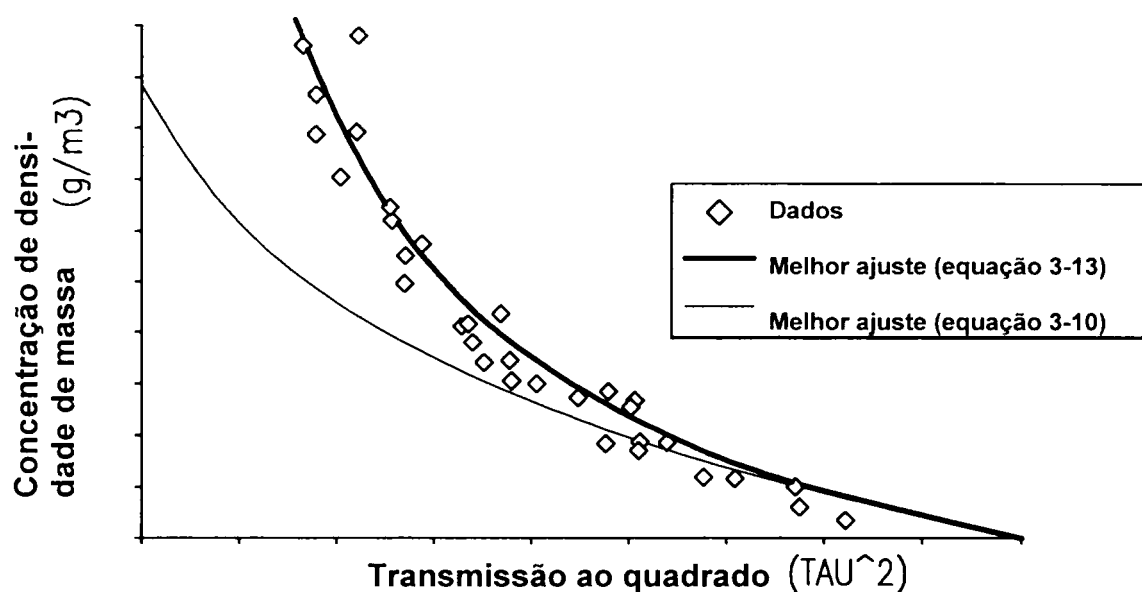
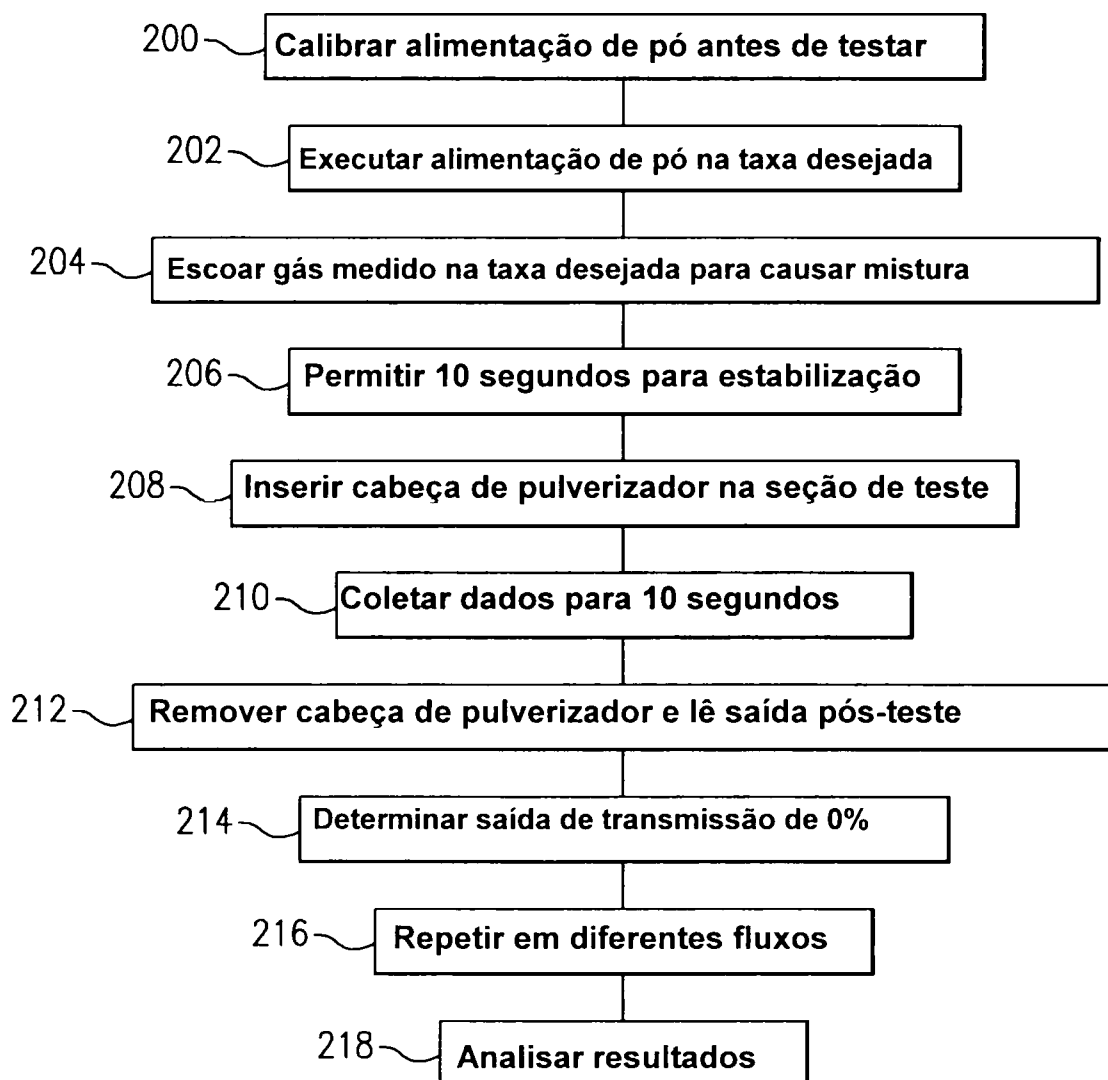
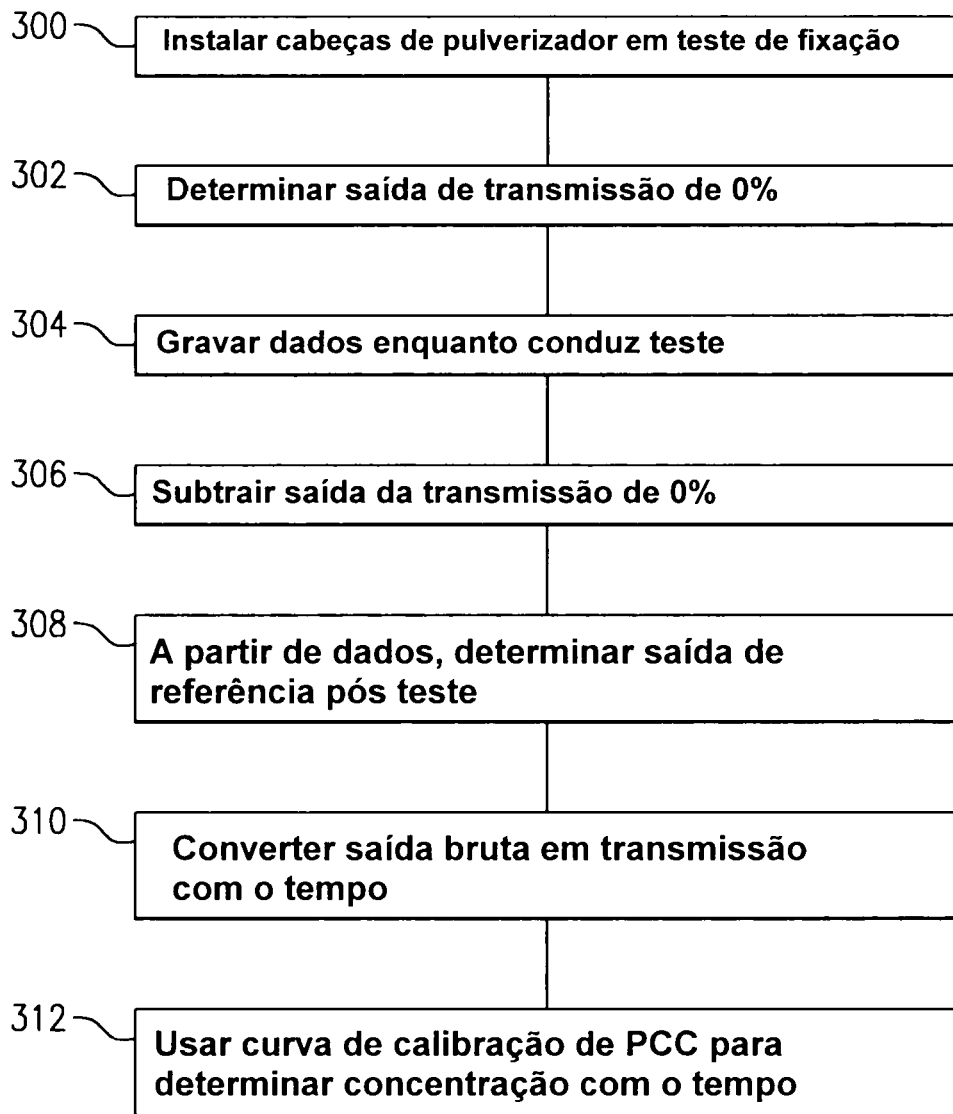


FIG. 4I



**FIG. 5****FIG. 6**

**FIG.7****FIG.8**

FIG.9

