



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

(11) PI 0614513-2 B1

(22) Data do Depósito: 07/12/2006

(45) Data de Concessão: 05/06/2018



(54) Título: MÉTODO E DISPOSITIVO PARA INSPEÇÃO DE SEGURANÇA DE ARTIGOS LÍQUIDOS COM RADIAÇÕES

(51) Int.Cl.: G01N 23/06

(30) Prioridade Unionista: 05/09/2006 CN 200610127652.7

(73) Titular(es): NUCTECH COMPANY LIMITED. TSINGHUA UNIVERSITY

(72) Inventor(es): HAIFENG HU; YUANJING LI; KEJUN KANG; ZHIQIANG CHEN; YINONG LIU; YULAN LI; LI ZHANG; WANLONG WU; ZIRAN ZHAO; XILEI LUO; BIN SANG

“MÉTODO E DISPOSITIVO PARA INSPEÇÃO DE SEGURANÇA DE ARTIGOS LÍQUIDOS COM RADIAÇÕES”

Campo da Invenção

[001] A presente invenção é relacionada ao campo de detecção de radiação, e particularmente, ao método e dispositivo para inspeção de segurança rápida de artigos líquidos com radiações.

Fundamento da Invenção

[002] Desde 11/set nos EUA, inspeção de segurança de aviação está cada vez mais enfatizada. Além de inspeção de segurança tradicional de pacotes, inspeção de segurança dos artigos líquidos levados por passageiros é adicionada. Por conseguinte, meios e métodos de uma inspeção de segurança rápida dos artigos líquidos em pacotes estão em necessidade extrema.

[003] Hoje em dia, há quatro tipos de métodos de detecção usados em inspeção de segurança de artigos líquidos, incluindo o método químico, o método eletromagnético, o método de detecção de nêutrons e o método de detecção de radiação, como segue:

1) O método químico pode ser subdividido no método de identificação de odor, o método de detecção de explosivo por varredura de íons e a análise de substância. A identificação de odor em aplicações práticas freqüentemente falha para implementar detecção por causa de condições seladas e acondicionadas de artigos líquidos. O método de detecção de explosivo por varredura de íons é conhecido por sua alta sensibilidade, mas com alta taxa de alarme falso, ele sofre da influência de ambiente de fundo. A análise de substância é de alta precisão e alta exatidão, mas este método precisa de um certo período de tempo para analisar a amostra, que não pode satisfazer as demandas de detecção rápida no local.

2) O método eletromagnético trabalha de uma maneira de medição ativa. Distingue artigos líquidos um do outro de acordo com suas constantes dielétricas no campo eletromagnético. O método eletromagnético

está sujeito facilmente a influência severa de pacotes de metal ou outros pacotes de material grosso. Como resultado, o método eletromagnético está limitado no caso de materiais de pacote complexos.

3) O uso do método de detecção de nêutrons deixará radiação residual permanecendo no líquido detectado devido ao efeito de "ativação de nêutrons". Além disso, a blindagem de radiação é complicada devido à forte perfuração dos nêutrons, e o aparelho tem que tomar uma grande área, assim o método não é adequado para aplicação nos sistemas de inspeção de segurança de aviação civil.

4) Atualmente, a maioria dos aparelhos de inspeção de segurança de aviação civil são aparelhos de radiação. Nestes aparelhos, a tecnologia de geração de imagem 2D por raio X e a tecnologia de CT tridimensional são adotadas principalmente. Estas tecnologias, que são usadas principalmente para inspeção de segurança de pacotes, falham para realizar a inspeção de segurança de artigos líquidos em pacotes.

[004] A tecnologia de geração de imagem 2D por raio X adquire imagens de projeção bidimensionais integrando informação tridimensional de artigos a serem detectados ao longo da direção de raio X. Estas imagens mostram diferença na forma de escala de cinza ou pseudo-cor, para dar ao operador uma exibição animada. Porém, a tecnologia de geração de imagem 2D por raio X é carente de informação unidimensional de objetos, assim a detecção de artigos líquidos está sofrendo de influência severa de formas e tamanhos dos artigos líquidos.

[005] A tecnologia de CT tridimensional é a extensão e aplicação de tecnologia de CT. A tecnologia de CT era aplicada primeiro no diagnóstico, que era implementado conduzindo uma projeção em multi-ângulos de fatias respectivas de um artigo. Usando um computador para reconstruir os dados de projeção em multi-ângulos de fatias respectivas, imagens reconstruídas eram obtidas. A informação dos coeficientes de atenuação diferentes nas imagens

reconstruídas era exibida na forma de escalas de cinza diferentes, pelas quais as diferenças internas dos artigos eram exibidas. Com o desenvolvimento da tecnologia de CT, o CT industrial para a inspeção não destrutiva e o CT de pacote para a inspeção de segurança eram postos em uso, com a meta permanecendo estar adquirindo as imagens de fatia da diferença interna de artigos. Portanto, com a tecnologia de geração de imagem 3D por raio X tradicional para os artigos líquidos, só as imagens de fatia sem diferenças podem ser vistas.

[006] Assim, é difícil para os dispositivos de inspeção de segurança do tipo de CT ganhar popularidade, por seu alto custo e volume, como resultado da ampla gama dos artigos que podem ser detectados por eles.

[007] Para resumir, para a detecção rápida dos artigos líquidos, o método químico, o método eletromagnético e o método de detecção de nêutrons não são adequados para inspeção de segurança rápida. Usando a tecnologia de geração de imagem 2D por raio X e a tecnologia de CT tridimensional, imagens de escala de cinza ou imagens de pseudo-cor com contraste são adquiridas, mas estas imagens não podem funcionar como evidência suficiente para a inspeção de segurança dos artigos líquidos.

Resumo da Invenção

[008] A fim de superar as desvantagens nas tecnologias existentes, um objetivo da invenção é prover um método como também um dispositivo para inspeção de segurança de artigo líquido usando radiações, que pode conduzir uma detecção rápida e obter informação quantitativa dos artigos líquidos a serem detectados, sem destruir os pacotes exteriores.

[009] No primeiro aspecto da invenção, a invenção provia um método para inspeção de segurança de artigos líquidos com radiações, incluindo as etapas seguintes: adquirir informação ambiental inicial; emitir feixes de radiação para transmitir pelos artigos líquidos; receber os feixes de radiação pelos artigos líquidos para formar dados de projeção em multi-

ângulos; então, baseado na informação de ambiente original e na uniformidade dos artigos líquidos, computar um coeficiente de absorção de radiação dos artigos líquidos por uma operação inversa dos dados de projeção em multi-ângulos; finalmente, comparar o coeficiente de absorção de radiação com os dados prefixados para adquirir a informação pertinente dos artigos líquidos.

[0010] De acordo com uma concretização da invenção, a informação de ambiente original inclui informação de limite de geometria dos artigos líquidos a serem detectados.

[0011] De acordo com uma concretização da invenção, a informação de limite de geometria era obtida pela tecnologia de radiograma ou pela tecnologia de geração de imagem por varredura.

[0012] De acordo com uma concretização da invenção, os artigos líquidos a serem detectados exibem uniformidade a radiações.

[0013] No outro aspecto da invenção, é provido um dispositivo para inspeção de segurança de artigos líquidos com radiações, que inclui as partes seguintes: uma fonte de radiação para emitir feixes de radiação; um mecanismo portador para levar os artigos líquidos a serem detectados assim para ter os feixes de radiação transmitidos por eles; um utensílio de detecção e coleta para adquirir ambos informação ambiental inicial e os dados de projeção em multi-ângulos dos artigos líquidos; e um processador de dados de computador. O processador inclui meio de computar coeficientes de absorção de radiação dos artigos líquidos por uma operação inversa dos dados de projeção em multi-ângulos, constrangidos pela informação de ambiente original e pela uniformidade dos artigos líquidos, e também meio de comparar o coeficiente de absorção de radiação com os dados prefixados para obter a informação pertinente dos artigos líquidos.

[0014] De acordo com uma concretização da invenção, a fonte de radiação é uma máquina de raio X (válvula) ou uma fonte de isótopo.

[0015] De acordo com uma concretização da invenção, deveria haver uma ou mais fontes de radiação.

[0016] De acordo com uma concretização da invenção, a energia da fonte de radiação é ajustável.

[0017] De acordo com uma concretização da invenção, o aplicação de detecção e coleta está na forma integral de um detector e um coletor de dados.

[0018] De acordo com uma concretização da invenção, o detector é um detector de sólido, um detector de líquido, um detector de gás ou um detector semiconductor.

[0019] De acordo com uma concretização da invenção, há um ou mais detectores.

[0020] De acordo com uma concretização da invenção, o detector está em uma forma de arranjo unidimensional ou arranjo bidimensional.

[0021] De acordo com uma concretização da invenção, o detector tem a função de comutação de energia.

[0022] De acordo com uma concretização da invenção, o detector opera no modo integral (corrente) ou no modo de pulso (contagem).

[0023] De acordo com uma concretização da invenção, os dados de projeção em multi-ângulos são obtidos girando os artigos líquidos a ser detectados ou girando a fonte de radiação com o utensílio de detecção e coleta.

[0024] De acordo com uma concretização da invenção, a projeção em multi-ângulos é obtida aumentando a quantidade dos ângulos de projeção ou montando o detector com um deslocamento de 1/4 de tamanho de uma unidade de detector.

[0025] De acordo com uma concretização da invenção, o processador de dados de computador conduz a comparação adotando algoritmo de identificação predeterminado.

[0026] De acordo com uma concretização da invenção, a coordenação

da fonte de radiação, o utensílio de detecção e coleta, o mecanismo portador e o processador de dados de computador são controlados pelo controlador de varredura.

[0027] O dispositivo da invenção é vantajoso em ocupar pequena área, de alta precisão, alta segurança e confiabilidade além de fácil blindagem. A presente invenção é adaptada à inspeção de segurança de campos de aviação e outros locais importantes.

Breve Descrição dos Desenhos

[0028] As características e vantagens da invenção podem ser mais clarificadas das descrições detalhadas seguintes para os desenhos acompanhantes. Em que:

Figura 1 é um diagrama esquemático de um dispositivo de detecção de acordo com uma concretização da invenção;

Figura 2 mostra um diagrama de estrutura do processador de dados de computador no dispositivo de inspeção da Figura 1;

Figura 3 mostra um fluxograma do método de detecção de acordo com uma concretização da invenção; e

Figura 4 mostra um diagrama de bloco funcional do processador de dados de computador no dispositivo de inspeção da Figura 1.

Descrição Detalhada das Concretizações Preferidas

[0029] A concretização preferida da invenção será descrita agora mais completamente em seguida com referência aos desenhos acompanhantes. Nos desenhos, os mesmos numerais de referência são usados para denotar os mesmos componentes ou semelhantes que são mostrados nas figuras diferentes. Para clareza, a descrição detalhada da invenção e estrutura conhecidas incorporadas aqui será omitida, que caso contrário enfraqueceria o assunto da invenção.

[0030] Figura 1 é um diagrama esquemático das estruturas de um dispositivo de inspeção de acordo com uma concretização da invenção.

[0031] Como mostrado na Figura 1, o dispositivo de detecção de acordo com a invenção inclui uma fonte de radiação 10 para emitir radiações para detecção, por exemplo uma máquina de raio X ou uma fonte de isótopo (raio X ou fonte de raio γ): um mecanismo portador 30, que leva os artigos líquidos a serem detectados 20, pode girar ao redor de eixo Z dele, e pode subir ou descer para levar os artigos líquidos 20 na área de detecção, por esse meio as radiações emitidas pela fonte de radiação 10 podem transmitir pelos artigos líquidos 20; um utensílio de detecção e coleta 40, um módulo integrado de um detector e um coletor de dados, que é usado para detectar as radiações transmitidas pelos artigos líquidos 20 para adquirir sinais analógicos, e converter os sinais analógicos em sinais digitais, e conseqüentemente sair com os dados de varredura dos artigos líquidos 20; um controlador de varredura 50, que controla cada componente de sistema inteiro de forma que eles operem sincronamente; e um processador de dados de computador 60 para processar os dados coletados pelo coletor de dados e produzir resultados de detecção.

[0032] Como mostrado na Figura 1, a fonte de radiação 10 está colocada a um lado do mecanismo portador 30 levando os artigos líquidos a serem detectados 20, enquanto o utensílio de detecção e coleta 40 está colocado no outro lado do mecanismo portador 30. O utensílio de detecção e coleta 40 inclui um detector e um coletor de dados para adquirir a informação ambiental inicial e os dados de projeção em multi-ângulos dos artigos líquidos 20. O coletor de dados tem um circuito de amplificação e formação de sinal, que opera sob modo de integração (corrente) ou modo de pulsos (contagem). O utensílio de detecção e coleta 40 tem seu cabo de saída de dados conectado com o processador de dados de computador 60 para armazenar os dados coletados em um banco de dados.

[0033] Figura 2 mostra um diagrama de estrutura do processador de dados de computador 60 da Figura 1. Como mostrado na Figura 2, os dados

coletados pelo coletor de dados são armazenados na memória 61. Os dados de configuração e programas do processador de dados de computador são armazenados na ROM (Memória Só de Leitura) 62. A RAM (Memória de Acesso Aleatório) 63 é usada para armazenar temporariamente vários dados durante o procedimento operacional do processador 66. Além disso, programas de computação também e um banco de dados pré-criado são armazenados na memória 61 para processamento de dados. O banco de dados armazena vários parâmetros pertinentes de artigos líquidos conhecidos, tais como coeficiente de absorção de radiação, densidade e etc., para comparar com os coeficientes de absorção de radiação dos artigos líquidos 20 computados pelo processador 66. Há um barramento interno 64 que conecta a memória 61, a ROM 62, a RAM 63, o dispositivo de entrada 65, o processador 66 e o dispositivo de exibição 67 juntos.

[0034] Depois que o usuário entra com comandos de operação pelo dispositivo de entrada 65 tais como teclados e mouse, o código de instrução dos programas de computação instruirá o processador 66 para executar o algoritmo de processamento de dados predeterminado. Depois que os resultados de processamento são obtidos, eles serão exibidos no dispositivo de exibição 67 tal como LCD, ou redirecionados na forma de uma cópia física.

[0035] Figura 3 mostra o fluxograma de um método de detecção de acordo com uma concretização da invenção. Como mostrado na Figura 3, na etapa S10, os artigos líquidos a serem detectados 20 são colocados no mecanismo portador 30. Quando um operador emite o comando de começar uma varredura, o controlador de varredura 50 controla a fonte de radiação 10 para emitir radiações, e controla o mecanismo portador 30 para subir e descer assim para entrar na área de detecção constituída pela fonte de raio X 10 e o detector. Ao mesmo tempo, feixes de radiação são emitidos da fonte de radiação 10 e transmitem pelos artigos líquidos a serem detectados 20. O controlador de varredura 50 controla o utensílio de detecção e coleta 40 para

receber as radiações transmitidas pelos artigos líquidos 20, para adquirir informação ambiental inicial dos artigos líquidos, tal como a informação de limite de geometria, etc. A informação de limite de geometria pode ser obtida pela técnica radiográfica de raio X ou através de tecnologia de geração de imagem por varredura de raio X. A tecnologia de geração de imagem por varredura de raio X pode adotar modo de translação, modo giratório ou modo espiral.

[0036] Além disso, nos procedimentos anteriores, a informação ambiental inicial obtida dos artigos líquidos a serem detectados 20 contém o tamanho de pacote, o material de pacote, a relação de volume de pacote para artigos líquidos, e assim por diante. Esta informação e coeficientes de absorção de radiação de vários artigos líquidos podem ser pré-classificados usando algoritmo de reconhecimento de rede neural para formar um banco de dados. No procedimento de detecção real, a detecção dos artigos líquidos 20 é implementada comparando as características medidas com as características no banco de dados.

[0037] Depois disso, na etapa S20, o mecanismo portador 30 gira sob o controle do controlador de varredura 50. Quando o mecanismo portador 30 alcança o primeiro ângulo, radiações serão emitidas da fonte de radiação 10 para transmitir pelos artigos líquidos a serem detectados 20. O utensílio de detecção e coleta 40 recebe as radiações transmitidas para obter os dados de projeção do primeiro ângulo, que é denotado um vetor dimensional $1 \times N$ g1 e armazenado na memória 61 do processador de dados de computador 60, em que N é o número das unidades de detecção de uma fila no detector.

[0038] Na etapa S20', o mecanismo portador 30 continua girando sob o controle do controlador de varredura 50. Quando o mecanismo portador 30 alcança o segundo ângulo, radiações serão emitidas da fonte de radiação 10 para transmitir pelo artigo líquido 20. O utensílio de detecção e coleta 40 recebe as radiações transmitidas para obter os dados de projeção do segundo

ângulo, que é denotado como vetor dimensional $1 \times N$ g_2 e armazenado na memória 61 do processador de dados de computador 60.

[0039] As etapas anteriores são repetidas desta maneira. Na etapa S20", o mecanismo portador 30 continua girando sob o controle do controlador de varredura 50. Quando o mecanismo portador 30 alcança o M-ésimo ângulo, os dados de projeção para o M-ésimo ângulo são obtidos, que é denotado como vetor dimensional $1 \times N$ g_M e armazenado na memória 61 do processador de dados de computador 60. Depois do procedimento de varredura anterior, os dados de projeção em multi-ângulos dos artigos líquidos 20 são obtidos, que é denotado como um vetor dimensional $M \times N$ g . Assim, os dados de projeção em multi-ângulos do artigo líquido a ser detectados 20 podem ser adquiridos seqüencialmente para uma fatia.

[0040] Aqui, afim de aumentar dados de projeção em multi-ângulos, a quantidade de projeção de ângulo pode ser aumentada durante a varredura, ou o detector é montado com um deslocamento de $1/4$ de tamanho de uma unidade de detecção do detector.

[0041] Suponha que o coeficiente de atenuação linear (o coeficiente de absorção) do artigo líquido a ser detectado 20 é expresso como um vetor I -dimensional f , em que I é a dimensão de pixels discretizados do artigo líquido. Baseado na interação entre raio X e substância, de acordo com a Lei de Bill, nós podemos obter:

$$\begin{aligned} g_1 &= \exp(-H_1 f) \\ g_2 &= \exp(-H_2 f) \\ &\dots \dots \\ g_M &= \exp(-H_M f) \end{aligned} \quad (1)$$

[0042] Em que o $H_1, \dots, H_M$ cada um representa uma matriz de sistema $N \times I$, cujo elemento H_{nj} reflete a contribuição do pixel discreto j na imagem de objeto sob o ângulo correspondente, para o sinal coletado pelo n -ésimo detector $H_1, \dots, H_M$ cada um é uma única matriz dispersa, que é

determinada por projeto prático do sistema de varredura. Por exemplo, estas matrizes podem ser determinadas pré-computando e então sendo armazenadas na memória 61, ou por uma computação em tempo real de acordo com os parâmetros de sistemas temporais. Assim, a informação de coeficiente de atenuação linear pode ser obtida dos artigos líquidos pela operação inversa com respeito à fórmula (1).

[0043] A operação inversa é um processo inverso de operação normal. O processo de operação normal é que o sinal original emitido por fonte de radiação se atenua ao transmitir pelos artigos líquidos 20 e o detector recebe o sinal de radiação atenuado. Por conseguinte, uma operação inversa é computar a informação de atenuação de radiação pelos artigos líquidos na base do sinal recebido pelo detector.

[0044] Porém, durante o procedimento de detecção de artigos líquidos, porque a operação inversa é um problema mal condicionado, outra informação precisa ser incorporada, por exemplo, a informação de limite de geometria dos artigos líquidos a serem detectados 20, que é obtida na etapa anterior S10, assim para melhorar a validade e estabilidade da solução.

[0045] Na etapa S30, a condição de limite e condição de uniformidade para a operação inversa são fixadas na base da informação ambiental inicial obtida na etapa S10, que contém a informação de limite de geometria do artigo líquido 20. A forma espacial dos artigos líquidos 20 pode ser expressa como uma função ligada. A informação de limite de geometria dos artigos líquidos 20 pode ser determinada pela tecnologia radiográfica de raio X anterior ou tecnologia de geração de imagem por varredura de raio X, por esse meio a região ativa válida Ω pode ser definida, que é $f_i = 0$, para $i \notin \Omega$. A introdução da condição de limite pode acelerar a solução, e até certo ponto melhorar sua má condição. Em segundo lugar, como o objeto visado do sistema de detecção é a parte líquida, o objeto varrido pode ser dividido em duas partes, isto é, a região líquida Ω_1 e a região não líquida Ω_n . A função

lisa é caracterizada por ambas a variância inteira na região líquida Ω_1 e a flutuação local na região não líquida Ω_n são limitadas. O uso da uniformidade dos artigos líquidos otimiza grandemente a extração da informação de artigo líquido, e melhora a robustez do sistema.

[0046] É para ser notado que os artigos líquidos tendo uniformidade denotam essas soluções, suspendendo líquidos ou emulsões que absorvem as radiações uniformemente. Por exemplo, no senso anterior, o leite e o mingau de aveia, etc., também são artigos líquidos de uniformidade, isto é, a uniformidade destes artigos líquidos será exibida quando eles absorvem a radiação.

[0047] Portanto, na etapa S40, com a condição de limite de geometria dos artigos líquidos 20 sendo a condição de limite e a uniformidade dos artigos líquidos sendo a condição de convergência, usando a fórmula anterior (1), o processador de dados de computador 60 computa para obter o coeficiente de absorção de radiação do artigo líquido 20. O coeficiente de absorção de radiação válido dos artigos líquidos pode então ser calculado na base das características estatísticas obtidas dos pixels dentro da região Ω_1 .

[0048] Depois disso, na etapa S50, o processador de dados de computador 60 produz a informação pertinente do artigo líquido a ser detectado 20, comparando o coeficiente de absorção de radiação computado com aqueles dos líquidos conhecidos no banco de dados. Por exemplo, o coeficiente de absorção de radiação de álcool é -280, se o resultado detectado para um artigo líquido desconhecido cair na gama de -270 a -290, este artigo líquido desconhecido em toda a probabilidade é álcool. Depois disso, a informação de identificação do artigo líquido detectado será mostrada no dispositivo de exibição 67 ou diretamente impressa.

[0049] Na etapa S40 anterior, o método Bayesiano pode ser adotado para computar o coeficiente de absorção de radiação do artigo líquido 20 com a informação de limite de geometria e a uniformidade como condições.

Também, o método não estatístico pode ser adotado, em que primeiro resolve a fórmula (1) anterior para obter um coeficiente de absorção de radiação preliminar, então depois de otimizar usando a condição de limite e uniformidade, estima o coeficiente de atenuação linear do artigo líquido 20 na base de distribuição de f_i , para $i \in \Omega_1$, para melhorar a validade e a estabilidade da computação. A computação do coeficiente de absorção de radiação com o método Bayesiano e o método não estatístico será descrita abaixo como exemplos.

[0050] [Um exemplo de computação do coeficiente de absorção linear de artigo líquido com o método Bayesiano]

[0051] 1. Determine a função visada:

$$\Phi(f) = \Phi_1(g; f) + \lambda P(f) \quad (2)$$

[0052] Em que $\Phi_1(g; f)$ é uma função de probabilidade determinada pelas características de ruído dos dados coletados; $P(f)$ à métrica da uniformidade para $f_i \in \Omega_1$, por exemplo $P(f) = -\text{variância}(f)|_{f \in \Omega_1}$, λ é um parâmetro de regulação prefixado empiricamente.

[0053] 2. Resolva $\hat{f} = \arg \max[\Phi(f)]$ usando o método de otimização numérica. Durante o processo de solução, mantenha $f_i = 0$, para $i \notin \Omega$.

[0054] 3. Calcule a distribuição de probabilidade $p(\mu_{\text{líquido}})$ de $f \in \Omega_1$ para obter o coeficiente de absorção linear do artigo líquido, por exemplo:

$$\mu_{\text{líquido}} = \text{média}(f)|_{f \in \Omega_1} \text{ ou } \mu_{\text{líquido}} = \arg \max(p(f))|_{f \in \Omega_1}.$$

[0055] [Um exemplo de computação do coeficiente de absorção linear de artigo líquido com o método não estatístico]

[0056] 1. Adquira uma estimativa preliminar do coeficiente de absorção de radiação f por um método analítico, por exemplo, método de reconstrução de retro-projeção de filtro ou método de ART.

[0057] 2. Compute a uniformidade de $f_i \in \Omega_1$

a) Se a demanda de uniformidade prefixada for satisfeita, digamos, a variância local é mais baixa do que um certo limiar, então adquira

o coeficiente de absorção do artigo líquido na base das características estatísticas de $f \in \Omega_l$, tal como $\mu_{\text{líquido}} = \text{média}(f)|_{f \in \Omega_l}$.

b) Se a demanda de uniformidade não for satisfeita, então conduza um processamento de condição de limite e um processamento de alisamento com respeito ao coeficiente de absorção de radiação $\mathbf{f}$ para adquirir $\mathbf{f}'$. Compare a projeção ortográfica do $\mathbf{f}'$ processado com os dados coletados $\mathbf{g}$, analise novamente a diferença entre para reconstruir e modificar $\mathbf{f}$, e então retorne à etapa 2.

[0058] Durante a implementação do método não estatístico, a velocidade operacional e precisão podem ser ajustadas fixando demandas de uniformidade diferentes. Em alguns casos extremos, o coeficiente de absorção de artigo líquido pode ser obtido só por uma etapa, sem iteração.

[0059] Além disso, na etapa S10 anterior, se o artigo líquido 20 for de uma estrutura intercalada ou em camadas, por exemplo tem duas camadas. A informação de limite de geometria destas duas camadas pode ser obtida usando o método anterior, respectivamente, então conduza os mesmos procedimentos subseqüentes com respeito ao artigo líquido das camadas respectivas, e finalmente produza a informação de identificação dos dois tipos de artigos líquidos, que serve como a informação de identificação final do artigo líquido 20 detectado.

[0060] Por exemplo, no caso de um artigo líquido de duas camadas, a região de artigo líquida inclui a primeira região de artigo líquido Ω_{1A} e a segunda região de artigo líquido Ω_{1B} . O coeficiente de atenuação linear da primeira região de artigo líquido Ω_{1A} é denotado como f_A , o coeficiente de atenuação linear da segunda região de artigo líquido Ω_{1B} é denotado como f_B . Então, $f_A = \text{função lisa 1}$, para $A \in \Omega_{1A}$, $f_B = \text{função lisa 2}$, para $B \in \Omega_{1B}$.

[0061] Assim, as etapas acima descritas S10-S50 são conduzidas com respeito à primeira região de artigo líquido Ω_{1A} e a segunda região de artigo

líquido $\Omega 1B$, respectivamente.

[0062] Como mencionado acima, baseado na informação tal como o tamanho de pacote, o material de pacote, a relação de tamanho do pacote para o artigo líquido, fazendo uso dos algoritmos de reconhecimento tais como a ANM (Rede Neural Artificial), SVM (Máquina de Vetor de Suporte), BNN (Rede Neural Bayesiana), uma tabela de classificação para os vários artigos líquidos conhecidos pode ser estabelecida e armazenada em um banco de dados. Como declarado acima, nas etapas S10 e S40, depois de adquirir a informação ambiental inicial como também o coeficiente de absorção de radiação do artigo líquido 20, a classificação do artigo líquido 20 no banco de dados pode ser determinada conseqüentemente com o mesmo algoritmo de reconhecimento de rede neural, por esse meio a informação de identificação do artigo líquido 20 pode ser obtida.

[0063] Nesta concretização da invenção, a varredura é implementada girando o artigo líquido detectado 20. Por meio de varredura, ambos o volume e o custo do dispositivo são reduzidos. Porém, outra maneira de varrer, que o artigo líquido detectado 20 permanece parado enquanto a fonte de radiação 10 com o utensílio de detecção e coleta 40 gira, também pode ser adotada.

[0064] Além disso, a fonte de radiação 10 pode incluir uma ou mais máquinas de raio X, como também uma ou mais fontes de isótopo, e a energia de radiação das máquinas de raio X é ajustável. No caso que a fonte de radiação 10 inclui uma pluralidade de máquinas de raio X ou fontes de isótopo, pode haver o mesmo número de detectores como as máquinas de raio X ou fontes de isótopo, e estas máquinas de raio X ou fontes de isótopo são fixas correspondentemente. Aqui, os detectores podem ser detectores de gás, detectores de líquido, detectores de sólido ou detectores de semicondutor, e podem ter uma função de comutação de energia. Além disso, os detectores podem trabalhar sob o modo de arranjo unidimensional ou arranjos bidimensionais, isto é, o detector de arranjo de linha ou o detector de arranjo

de área.

[0065] O procedimento de computação do coeficiente de absorção de radiação e o procedimento de aquisição da informação de identificação do artigo líquido 20 detectado são descritos acima na forma que o processador de dados de computador 60 corre os programas contendo o algoritmo de processamento de dados predeterminado. Porém, o processador de dados de computador 60 pode ser concretizado em outras formas. Figura 4 é um diagrama de bloco funcional do processador de dados de computador 60 do dispositivo de inspeção da Figura 1.

[0066] Como mostrado na Figura 4, como outro exemplo do processador de dados de computador, este processador de dados de computador 60' inclui o seguinte: uma memória de dados 71, que armazena a informação de ambiente original e os dados de projeção em multi-ângulos e etc., tais como as matrizes de sistema $H_1, \dots, H_M$ para descrever a propriedade de sistema; o banco de dados 74, que armazena os coeficientes de absorção de vários artigos líquidos ou outra informação característica, como também um banco de dados da tabela de classificação de vários artigos líquidos a serem usados para a comparação do procedimento de verificação; uma unidade de cálculo de coeficiente de absorção 72, que calcula o coeficiente de absorção de radiação do artigo líquido 20 detectado baseado na fórmula (1), sob a condição de uniformidade do artigo líquido, na base da informação ambiental inicial armazenada na memória de dados 71 tal como a informação de limite de geometria de artigo líquido, e os dados de projeção em multi-ângulos; uma unidade de comparação 73, que compara o coeficiente de radiação do artigo líquido 20 computado pela unidade de computação de coeficiente de absorção 72 com aqueles armazenados anteriormente para determinar a informação de identificação útil do artigo líquido 20; uma unidade de saída 75, tal como um monitor ou outro dispositivo de saída, para apresentar a informação de identificação adquirida pela unidade de comparação 73 ao operador.

[0067] Embora concretizações exemplares da presente invenção tenham sido descritas anteriormente, deveria estar claro àqueles qualificados no campo que quaisquer variações e/ou modificações dos conceitos inventivos básicos ainda cairão dentro da extensão da presente invenção, como definida nas reivindicações anexas.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para inspeção de segurança de artigos líquidos com radiações, incluindo as etapas de:

emitir feixes de radiação para transmitir pelos artigos líquidos;

e

receber os feixes de radiação transmitidos pelos artigos líquidos para formar dados de projeção em multi-ângulos;

o método caracterizado pelo fato de que inclui adicionalmente as etapas de:

adquirir informação ambiental inicial, a informação de ambiente original inclui informação de limite de geometria dos artigos líquidos a serem detectados;

computar um coeficiente de absorção de radiação dos artigos líquidos pela operação inversa dos dados de projeção em multi-ângulos, baseado na informação ambiental inicial e na uniformidade dos artigos líquidos; e

comparar o coeficiente de absorção de radiação com os dados prefixados para obter a informação pertinente dos artigos líquidos a serem detectados.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a informação de limite de geometria é obtida pela tecnologia radiográfica ou pela tecnologia de geração de imagem de varredura.

3. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que os artigos líquidos a serem detectados exibem uniformidade com respeito a radiações.

4. Dispositivo para inspeção de segurança de artigos líquidos com radiações, incluindo:

uma fonte de radiação (10) para emitir feixes de radiação;

um mecanismo portador (30) para levar os artigos líquidos

assim para ter os feixes de radiação transmitidos por eles;

um utensílio de detecção e coleta (40) para adquirir dados de projeção em multi-ângulos dos artigos líquidos a serem detectados; e

um processador (60, 60');

caracterizado pelo fato de que

o utensílio de detecção e coleta (40) é adicionalmente configurado para adquirir informação de ambiente original, a informação de ambiente original inclui informação de limite de geometria dos artigos líquidos a serem detectados; e

o processador (60, 60') compreendendo:

meio para computar coeficiente de absorção de radiação dos artigos líquidos a serem detectados por operação inversa dos dados de projeção em multi-ângulos, em que a informação de ambiente original e a uniformidade dos artigos líquidos sendo condições limitadoras; e

meio para comparar os coeficientes de absorção de radiação com os dados prefixados para obter os parâmetros pertinentes dos artigos líquidos a serem detectados.

5. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que a fonte de radiação (10) é uma máquina de raio X ou uma fonte de isótopo.

6. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que o dispositivo compreende uma ou mais ditas fontes de radiação (10).

7. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que a energia da fonte de radiação (10) é ajustável.

8. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que o utensílio de detecção e coleta é formado integralmente de um detector e um coletor de dados.

9. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 8, caracterizado

pelo fato de que o detector é um detector de sólido, um detector de líquido, um detector de gás ou um detector semicondutor.

10. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que o dispositivo compreende um ou mais ditos detectores.

11. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que o detector está na forma de arranjo unidimensional ou arranjo bidimensional.

12. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que o detector tem uma função de comutação de energia.

13. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que o detector opera sob o modo de integração ou modo de pulsos.

14. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que os dados de projeção em multi-ângulos são obtidos girando os artigos líquidos a serem detectados ou girando a fonte de radiação e o utensílio de detecção e coleta.

15. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que os dados de projeção em multi-ângulos são obtidos aumentando a quantidade de ângulos de projeção ou montando o detector com um deslocamento de 1/4 de tamanho de uma unidade de detector.

16. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que o processador conduz a comparação adotando algoritmo de identificação predeterminado.

17. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que a coordenação da fonte de radiação (10), o meio de detecção e coleta (40), o mecanismo portador (30) e o processador (60, 60')

são controlados por um controlador de varredura (50).

FIG. 1

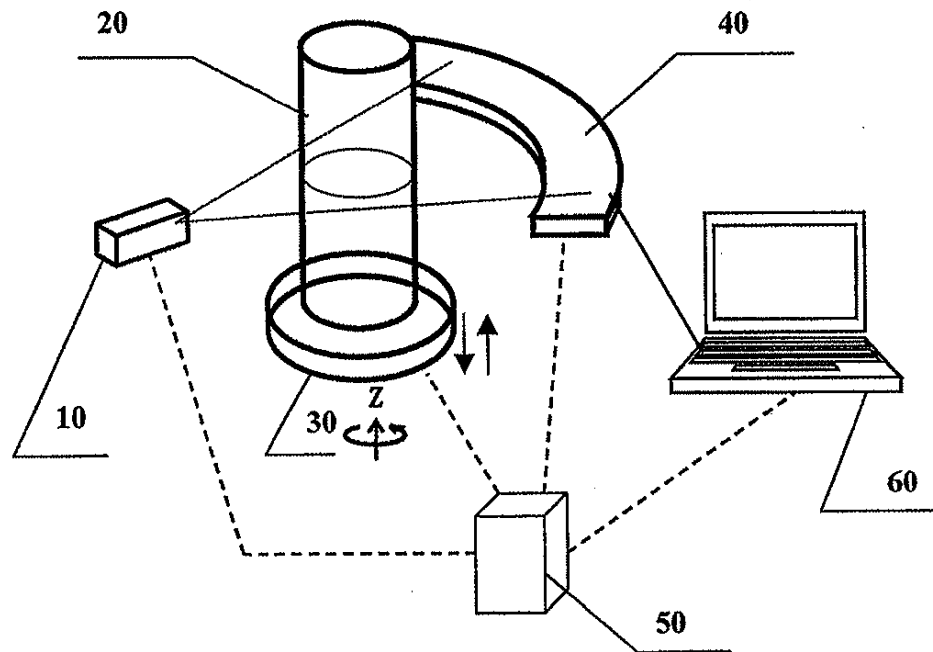


FIG. 2

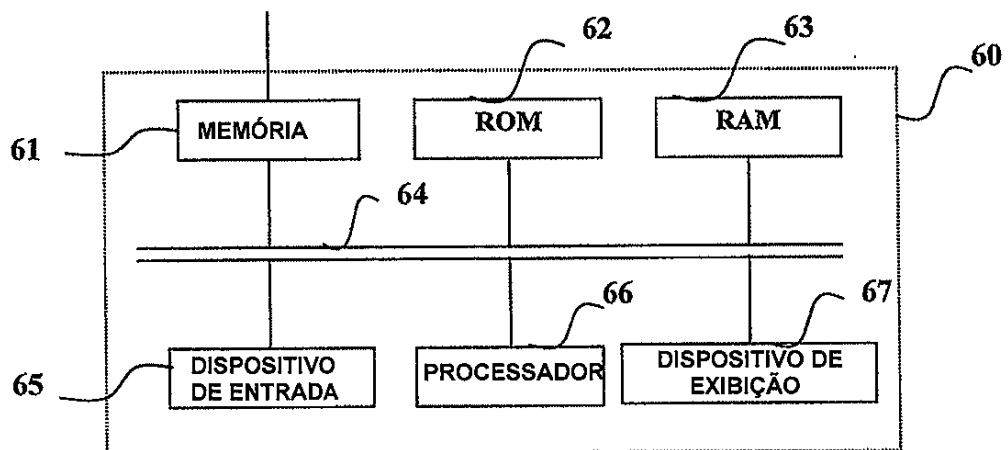


FIG. 3

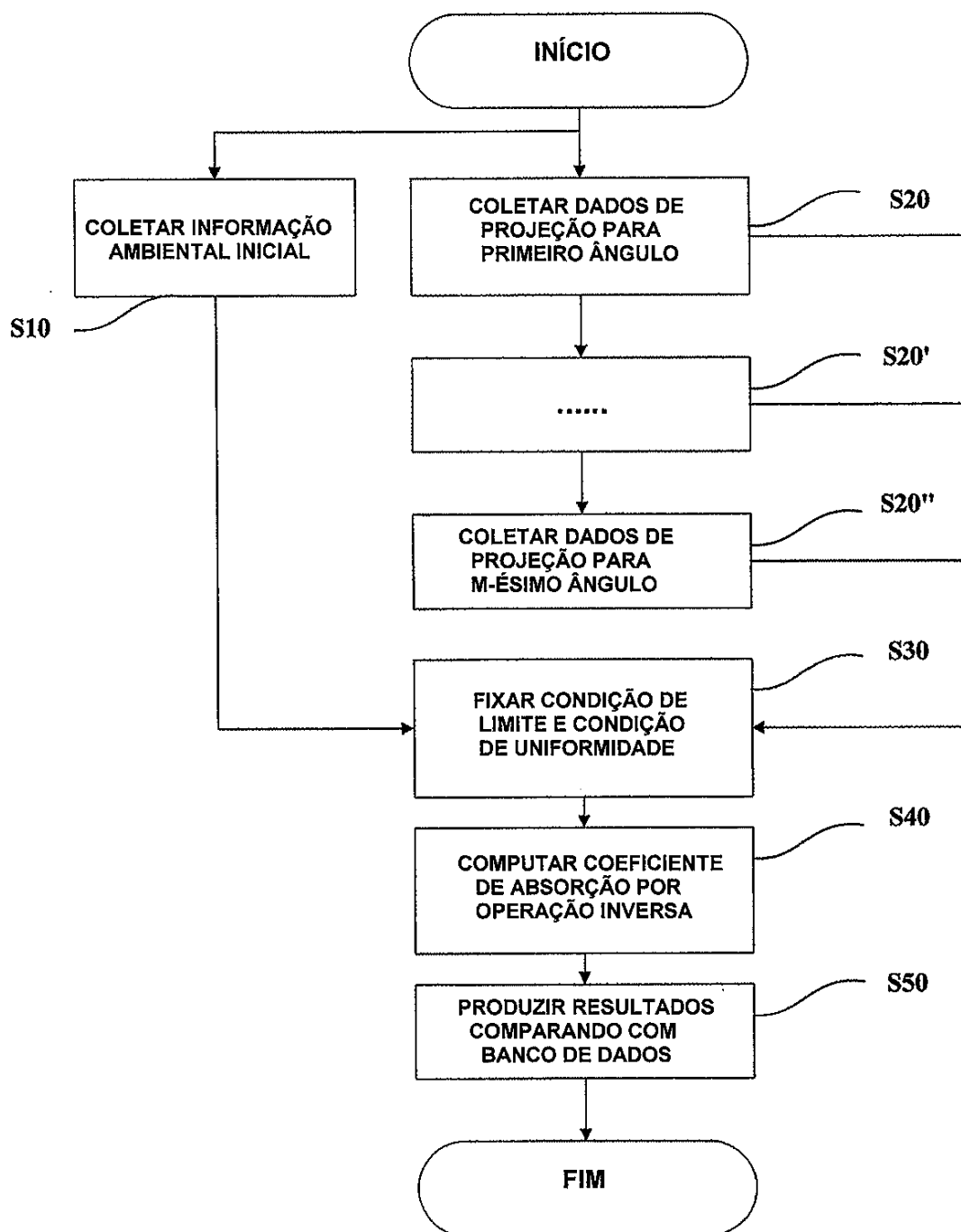


FIG. 4

