



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

(11) PI 0316202-8 B1

(22) Data do Depósito: 12/11/2003

(45) Data de Concessão: 06/06/2017



(54) Título: DISPOSITIVO PARA EXAMINAR RECIPIENTES CHEIOS NA BUSCA POR CORPOS ESTRANHOS

(51) Int.Cl.: G01N 23/04; B07C 5/34

(30) Prioridade Unionista: 12/11/2002 DE 202 17 559.6

(73) Titular(es): HEUFT SYSTEMTECHNIK GMBH

(72) Inventor(es): BERNHARD HEUFT; WOLFGANG POLSTER

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"DISPOSITIVO PARA EXAMINAR RECIPIENTES CHEIOS NA BUSCA POR CORPOS ESTRANHOS"**.

[001] A invenção refere-se a um dispositivo para examinar recipientes cheios na procura de corpos estranhos, tais como lascas de vidro, com uma unidade de transporte para o transporte dos recipientes separadamente e em série um depois do outro sobre um plano de transporte, com uma fonte de raios X para a emissão de um raio X em uma direção predeterminada e com uma unidade para a captura dos raios X depois de terem atravessado o recipiente.

[002] O controle de produtos que foram introduzidos nos recipientes, como, por exemplo, sucos de frutas em garrafas de bebidas, por meio de raios X, é um processo conhecido na indústria de produtos alimentícios. Ocorrem dificuldades ao se efetuar o controle na procura por corpos estranhos que possuam uma densidade mais alta do que os produtos introduzidos e, portanto, deslocam-se para o fundo do recipiente. No caso de recipientes com a base abaulada para cima, como é o caso de muitas garrafas de bebidas, os corpos estranhos deslizam sobre o abaulamento da base do recipiente na borda interna do recipiente. Lá, é muito difícil reconhecê-los por meio de raios X, pois os raios X têm que atravessar não apenas a parede vertical do recipiente, como também o fundo do recipiente e, nesse caso, devido ao abaulamento do fundo do recipiente, eles ficam apontados em um ângulo de 10°, por exemplo, em relação à superfície abaulada do fundo do recipiente e, por isso, percorrem um trecho muito longo dentro do material do recipiente. Um enfraquecimento adicional dos raios X devido a corpos estranhos eventualmente presentes tem, portanto pouca eficácia e freqüentemente não pode ser mais constatado. Por outro lado, desníveis na superfície do fundo do recipiente disfarçam facilmente um corpo estranho.

[003] Para solucionar esse problema, pelo EP-A-0 795 746 conhece-se o procedimento de examinar o recipiente por meio de dois raios X, dos quais um aponta em 45° na direção de transporte e o outro em 45° contra a direção de transporte, de tal modo que eles fiquem em ângulo reto um em relação ao outro.

[004] Pelo EP-A-0 961 114 conhece-se o procedimento de virar o recipiente de cabeça para baixo para realizar esse exame, de tal modo que os corpos estranhos eventualmente existentes desloquem-se para baixo na direção do fecho e, desse modo, possam ser identificados com segurança por meio de raios X.

[005] Pelo WO 01/44791 conhece-se o procedimento de inclinar o recipiente em cerca de 80° para o lado e, então, examiná-los por meio de um raio X dirigido verticalmente na procura de corpos estranhos.

[006] A presente invenção pretende melhorar a confiabilidade da identificação de corpos estranhos em recipientes cheios.

[007] De acordo com a invenção, esse objetivo é alcançado com um dispositivo do tipo mencionado ao início devido ao fato de que a direção em que os raios X são emitidos pela fonte de raios X encontra-se inclinada entre 10° e 60° , de preferência 15° e 45° e particularmente cerca de 30° , em relação ao plano de transporte.

[008] Uma fonte de raios X inclinada gera, por exemplo, um raio X com 50 a 100 keV, particularmente com 60 keV.

[009] Em geral, os fundos de recipiente abaulados possuem na borda uma inclinação máxima entre cerca de 10° e 60° . A fonte de raios X é posicionada de tal modo que a trajetória do raio no ponto da inclinação máxima do fundo do recipiente – isso é em geral na borda do fundo do recipiente – seja aproximadamente tangencial ao abaulamento do fundo do recipiente. Isso pode ser obtido tanto por meio de uma disposição da fonte de raios X sobre o plano de transporte, como

também por uma disposição sob o plano de transporte.

[0010] Se a fonte de raios X estiver disposta sobre o plano de transporte, então a parte superior do raio X correrá na região do fundo do recipiente de costas para a fonte de raios X aproximadamente tangencialmente ao abaulamento do fundo do recipiente. Desse modo, o raio X atravessa o material do recipiente apenas pelo lado anterior e pelo lado posterior da parede, não percorrendo, contudo, um trajeto mais longo dentro do fundo do recipiente. No caso de uma inclinação de 30° , por exemplo, o trecho dentro da parede vertical do recipiente prolonga-se apenas em cerca de 15%. O contraste de diferenças de intensidade que é gerado por corpos estranhos diminui assim apenas de modo não essencial.

[0011] Na região da borda interna do fundo do recipiente voltada para a fonte de raios X são obtidas condições favoráveis similares. Nesse caso, se o fundo do recipiente elevar-se com um ângulo de 30° , por exemplo, então o raio X correrá sob um ângulo de 60° em relação ao fundo do recipiente, de tal modo que também nesse caso o trajeto só será prolongado em cerca de 15% em comparação com uma incidência em ângulo reto.

[0012] O raio X também pode ser dirigido a partir de baixo, sob um ângulo de 30° , por exemplo, em relação ao plano de transporte, contra o fundo do recipiente. Na região voltada para a fonte de raios X, o raio X corre então aproximadamente tangencialmente ao abaulamento do fundo do recipiente, enquanto que na região da borda interna do fundo do recipiente voltada de costas para a fonte de raios X ele corre, então, no caso selecionado, sob um ângulo de cerca de 60° em relação ao fundo do recipiente.

[0013] De preferência, os raios X ficam, em qualquer caso, dirigidos aproximadamente em ângulo reto em relação à direção de transporte.

[0014] Em uma configuração particularmente preferida da invenção, os recipientes são examinados por meio de dois raios X, dos quais um é dirigido de cima e o outro de baixo contra o fundo do recipiente. De preferência, as duas fontes de raios X ficam dispostas sobre o mesmo lado da unidade de transporte. Os ângulos com os quais os raios X são dirigidos para o fundo do recipiente podem ser da mesma grandeza ou diferentes. De preferência, eles comportam cerca de 30°. Também é possível empregar mais outras fontes de raios X, como, por exemplo, uma terceira fonte de raios X que dirige um raio X para o fundo do recipiente paralelamente ao plano de transporte ou sob um outro ângulo diferente daquele da primeira e da segunda fonte de raios X. O ângulo dos raios X em relação à direção de transporte também pode ser diferente.

[0015] A unidade para a captura dos raios X fica disposta sobre o lado oposto quanto à unidade de transporte da fonte de raios X. No caso dessa unidade pode se tratar de uma linha ou de um campo bidimensional de detectores de raios X. Os detectores de raios X podem ser fotodiodos com um cristal de cintilação. De preferência, no entanto, no caso da unidade de captura trata-se de um conversor de radiografia ou amplificador de radiografia com uma câmera CCD conectada em seguida. Devido ao emprego de um sensor superficial desse tipo, o tempo de exposição à luz é reduzido a um mínimo e, desse modo, reduz-se a carga de radiação sobre o produto e sobre o meio ambiente.

[0016] A cada fonte de raios X acha-se combinada uma unidade para a captura dos raios X e para a avaliação das informações. Por meio da comparação da informação fornecida por cada uma das unidades de captura, torna-se possível uma determinação de posição tridimensional do defeito, de modo que se pode diferenciar entre corpos estranhos e defeitos no material da parede do recipiente.

[0017] De preferência, no emprego de dois raios X, as imagens

são acopladas a um sensor superficial. Nesse caso, o ângulo de divergência dos raios X e a distância das fontes de raios X em relação à unidade de transporte por um lado a distância do sensor superficial em relação à unidade de transporte por outro lado são ajustados um em relação ao outro de tal modo que na metade superior do sensor superficial surge a imagem gerada pelo raio X vindo de baixo, enquanto que na metade inferior do sensor superficial surge a imagem gerada pelo raio X vindo de cima. Defeitos que apareçam em uma das imagens podem ser buscados e confirmados na outra respectiva imagem.

[0018] A unidade de transporte pode ser um transportador por corrente de elos com elos de corrente de material sintético. Caso os elos de corrente atrapalhem a radiografia, então pode-se usar um transportador por correia, no qual os recipientes são transportados por meio de duas correias que agem lateralmente. Uma unidade de transporte desse tipo é conhecida pelo EP-A-0 124 164. Nesse caso, o fundo do recipiente não é apoiado. Nesse caso, o plano de transporte é definido pelos fundos dos recipientes. De preferência, ele se situa horizontalmente. No entanto, ele também pode ficar inclinado, particularmente no caso de se empregar um transportador por correia.

[0019] Também é objeto da invenção o emprego do dispositivo anteriormente descrito para examinar recipientes cheios na busca por corpos estranhos, especialmente de garrafas de vidro com fundo abaulado. A fonte ou as fontes de raios X são posicionadas, de preferência, de tal modo que a trajetória do raio no ponto da inclinação máxima do fundo do recipiente seja aproximadamente tangencial ao abaulamento do fundo do recipiente.

[0020] A seguir, exemplos de execução da invenção serão explicados detalhadamente com base no desenho. Mostra-se:

Figura 1: um exemplo de execução, no qual o raio X achase dirigido sob um ângulo de 30° de cima para o pla no de transporte;

Figura 2: um exemplo de execução, no qual o raio X acha-se dirigido de baixo, sob um ângulo de 30° , para o plano de transporte;

Figura 3: um exemplo de execução com dois raios X, apon-tando na direção de transporte;

Figura 4: o exemplo de execução da figura 3 em vista late-ral.

[0021] Nos exemplos de execução, os recipientes são respectiva-mente garrafas de bebidas 10 de vidro, que, na região inferior, possu-em uma parede cilíndrica 12 e um fundo de garrafa 14 abaulado para cima. As garrafas 10 são transportadas em pé sobre uma unidade de transporte 16. A unidade de transporte 16 é um transportador por cor-rente de elos usual. À distância, ao lado da unidade de transporte 16, sobre um dos lados acha-se disposta uma fonte 18 de raios X de 60 keV, e sobre o outro lado acha-se disposta uma unidade para a captu-ra dos raios X. Essa unidade é um sensor superficial sob a forma de um transformador de radiografia 20. A imagem gerada pelo transfor-mador de radiografia 20 é registrada por uma câmera CCD 22.

[0022] O lado superior da unidade de transporte 16 define um pla-no de transporte. No exemplo de execução da figura 1, o raio X 24 acha-se inclinado sob um ângulo de 30° de cima para o plano de transporte. A distância da fonte de raios X 18 em relação à unidade de transporte 16 comporta cerca de 30 cm e o raio X 24 possui uma di-vergência de 15° , de tal modo que todo o fundo de g arrafa, que tem um diâmetro de cerca de 7 cm, se localize dentro do raio X 24. O transformador de radiografia 20 está disposto na menor distância pos-sível ao lado da unidade de transporte 16 e captura pelo menos a re-gião do raio X 24 que atravessou o fundo de garrafa 14.

[0023] No exemplo de execução da figura 1, sobre o lado da borda interna do fundo de garrafa 14 voltado de costas para a fonte de raio X 18 localiza-se um corpo estranho 26, como, por exemplo, uma lasca

de vidro. O corpo estranho 26 absorve ou dispersa os raios X e pode ser identificado como uma mancha escura 32 no transformador de radiografia 20. Como se pode observar na figura 1, os raios, na adjacência imediata dos raios que atingem o corpo estranho 26, atravessam o lado anterior e o lado posterior da parede 12 da garrafa 10, sob um ângulo de cerca de 60° . Isso vale também para os raios que correm diretamente sob esse ângulo, os quais correm aproximadamente tangencialmente ao abaulamento da borda do fundo de garrafa 14. Diferentemente, os raios que se localizam um pouco ainda mais fundo percorrem um trecho relativamente longo dentro do fundo de garrafa 14 e devido a isso são bastante enfraquecidos, sendo que os desníveis no lado superior ou lado inferior do fundo de garrafa 14 têm efeito muito forte. No entanto, os raios na vizinhança imediata do corpo estranho 26 são enfraquecidos de modo bastante uniforme, de tal modo que o corpo estranho 26 possa ser identificado por meio de um contraste nítido de luminosidade sobre o transformador de radiografia 20.

[0024] No exemplo de execução da figura 2, a fonte de raio X está disposta abaixo do plano de transporte e o raio X 24 acha-se dirigido sob um ângulo de 30° de baixo para o plano de transporte. O corpo estranho 26 igual ao da figura 1 destaca-se, também nesse caso, nitidamente do ambiente. O ângulo sob o qual os raios na vizinhança do raio que atinge o corpo estranho 26 estão dirigidos contra o fundo de garrafa 14 resulta de 30° mais a inclinação da borda do fundo de garrafa 14, que tipicamente também comporta 30° . Devido a isso, os eventuais desníveis da espessura do material na garrafa 10 têm efeito insignificante. No que se refere à disposição do transformador de radiografia 20 e da câmera CCD 22, o exemplo de execução da figura 2 corresponde ao da figura 1.

[0025] No exemplo de execução das figuras 3 e 4 são previstas duas fontes de raios X 18, sendo que o raio X 24 emitido pela primeira

fonte de raios X 18 acha-se dirigido sob um ângulo de 30° de cima para o plano de transporte, enquanto que a segunda fonte de raios X 18 fica disposta abaixo do plano de transporte e o raio X 24 por ela emitido acha-se dirigido sob um ângulo de 30° de baixo para o plano de transporte. A distância das fontes de raios X 18 em relação à unidade de transporte e a divergência dos raios X 24 emitidos, assim como a magnitude do transformador de radiografia 20 e sua distância em relação à unidade de transporte 16 são selecionados, nesse caso, de modo tal que a imagem gerada pelo primeiro raio X 24 se localize na metade inferior do transformador de radiografia 20 e a imagem 30 gerada pelo segundo raio X 24 se localize na metade superior do transformador de radiografia 20. Também nesse caso, o corpo estranho 26 acha-se disposto como nas figuras 1 e 2 e ele gera uma mancha 32 de luminosidade reduzida tanto na primeira imagem 28, quanto na segunda imagem 30. As duas imagens são tomadas por meio de uma única câmera CCD 22. Por meio de processos usuais de processamento de imagens pode-se deduzir a posição espacial exata do corpo estranho 26 a partir da posição das duas manchas 32. Se essa posição situar-se sobre o lado externo da parede 12 da garrafa 10, então daí pode-se concluir que não se trata de um corpo estranho 26 dentro da garrafa 10, mas sim, por exemplo, de uma elevação sobre o lado externo da parede 12. A garrafa 10 não é defeituosa, portanto.

[0026] As condições referentes à trajetória dos raios X 24 para o abaulamento do fundo de garrafa 14 e para as paredes de recipiente 12 encontram-se trocadas nos exemplos de execução das figuras 1 e 2, quando o corpo estranho 16 não se encontrar sobre o lado do fundo de garrafa 14 voltado de costas para as fontes de raios X 18, mas sim sobre o lado do fundo de garrafa 14 que se acha voltado para elas.

[0027] No que se refere à exatidão de identificação e à precisão de contraste da mancha 32 gerada pelo corpo estranho 26 como intensi-

dade reduzida sobre o transformador de radiografia 20, aplicam-se as mesmas condições para a primeira imagem 28 que no exemplo de execução da figura 1, e no caso da segunda imagem 30 aplicam-se as mesmas condições que no exemplo de execução da figura 2. As condições, nesse caso, também estão trocadas quando o corpo estranho 26 estiver localizado sobre o lado do fundo de garrafa 14 voltado para as fontes de raios X 18.

LISTAGEM DE REFERÊNCIA

10	garrafa
12	parede
14	fundo de garrafa
16	unidade de transporte
18	fonte de raios X
20	transformador de radiografia
22	câmera CCD
24	raio X
26	corpo estranho
28	primeira imagem
30	segunda imagem
32	mancha

REIVINDICAÇÕES

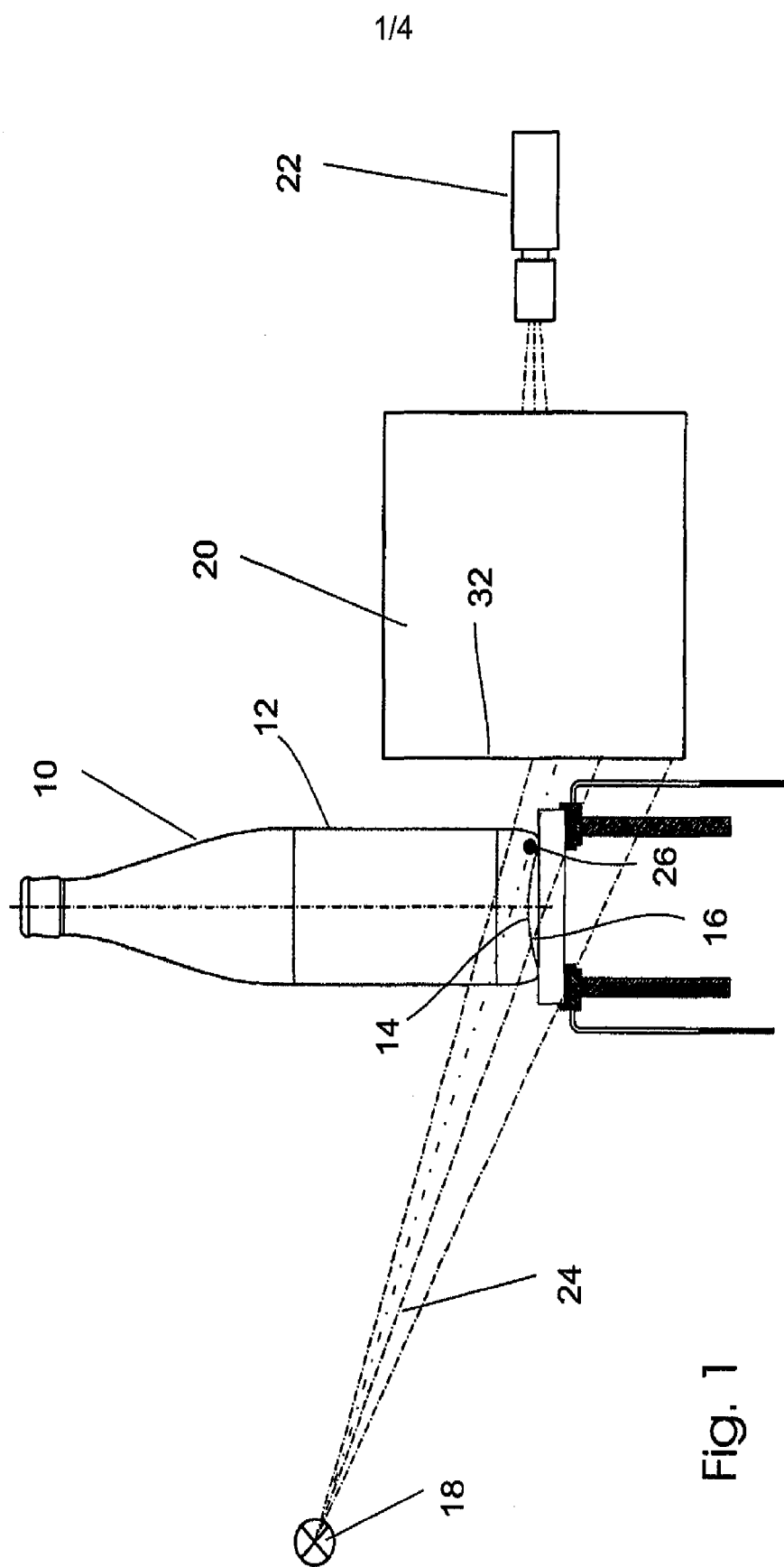
1. Dispositivo para examinar recipientes cheios (10) na busca por corpos estranhos (26), tais como lascas de vidro, com uma unidade de transporte (16) para o transporte dos recipientes (10) separadamente e em linha um após o outro sobre um plano de transporte, com uma primeira e segunda fonte de raios X (18) para a emissão de raios X (24) em uma direção predeterminada e com uma unidade (20, 22) para a captura dos raios X (24) depois de atravessarem os recipientes (10), sendo que a direção na qual os raios X (24) são emitidos pela fonte de raios X (18) acha-se inclinada entre 10° e 60° em relação ao plano de transporte e a primeira fonte de raios X (18) está disposta acima do plano de transporte e seus raios X (24) estão dirigidos de cima para o plano de transporte, caracterizado pelo fato de que a segunda fonte de raios X (18) está disposta sob o plano de transporte e os seus raios X (24) estão dirigidos de baixo para o plano de transporte.

2. Dispositivo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a cada fonte de raios X (18) acha-se combinada uma unidade (20, 22) para a captura dos raios X (24) depois de atravessarem os recipientes (10), e os raios X capturados pelas unidades de captura (20, 22) são comparados entre si em uma unidade de avaliação.

3. Dispositivo de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que a disposição é escolhida de tal modo que os raios das duas fontes de raios X (18) caem sobre regiões separadas uma da outra da unidade (20) destinada à captura dos raios X (24).

4. Dispositivo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado pelo fato de que a unidade para a captura dos raios X (24) é um transformador de radiografia (20) com uma câmera CCD (22) conectada em seguida a ele.

5. Dispositivo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a fonte ou as fontes de raios X (18) são posicionadas de tal modo que a trajetória dos raios é aproximadamente tangencial à inclinação máxima do abaulamento do fundo de recipiente.



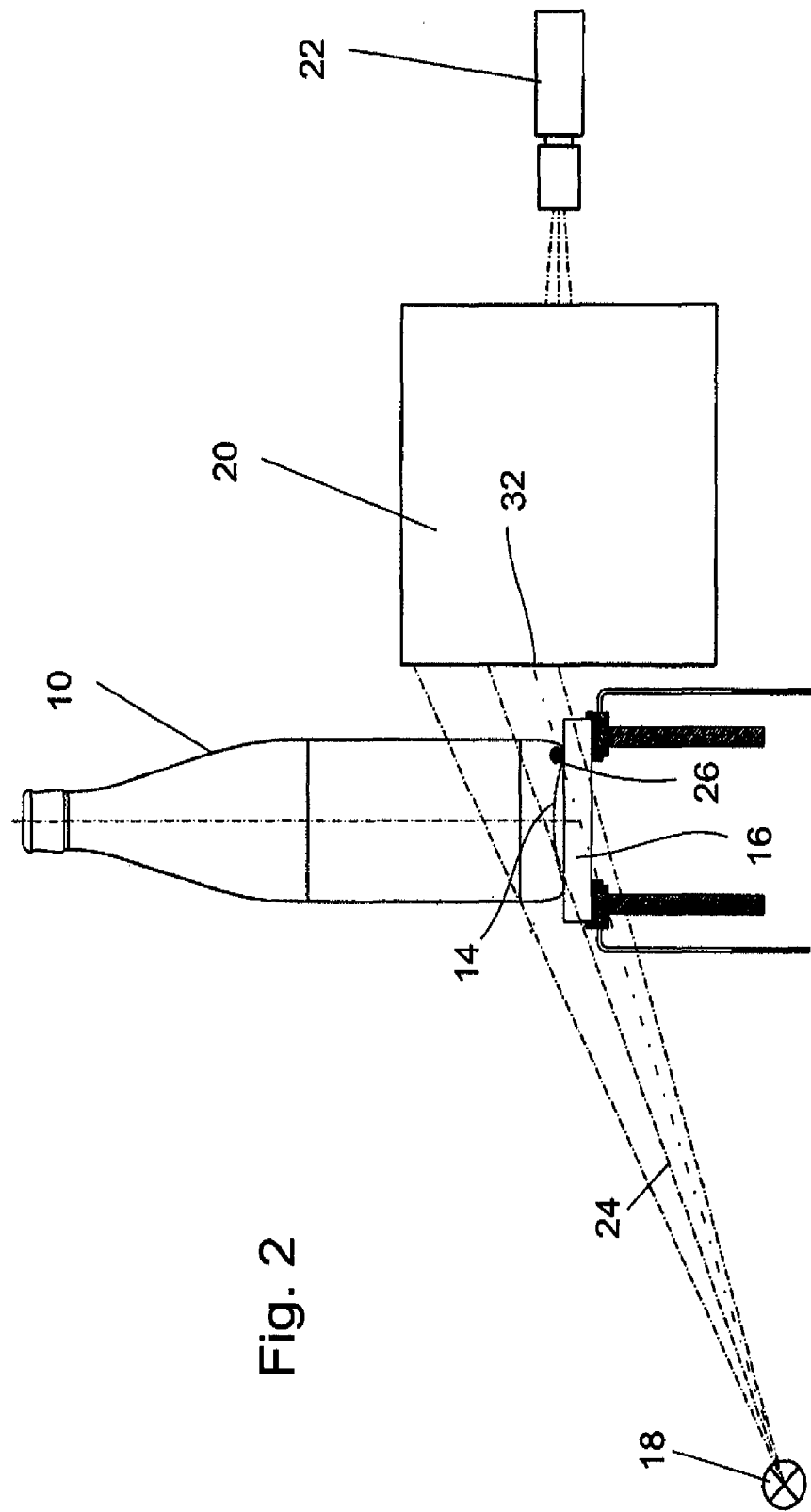


Fig. 2

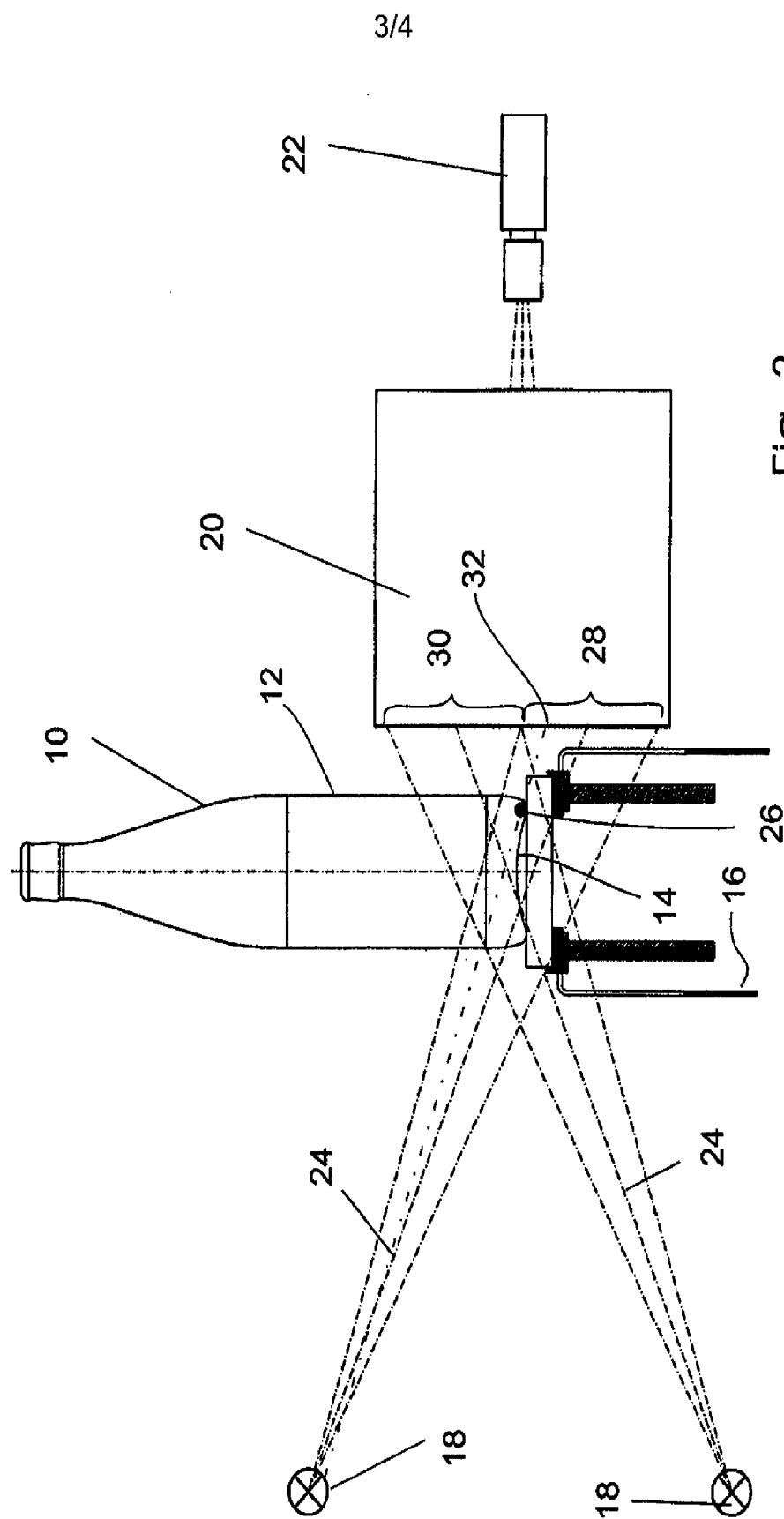


Fig. 3

Fig. 4

