



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

(11) BR 112015032933-0 B1



(22) Data do Depósito: 02/07/2014

(45) Data de Concessão: 04/01/2022

(54) Título: SISTEMA DE INSPEÇÃO DE UM OBJETO QUE SEJA PELO MENOS TRANSLÚCIDO E QUE APRESENTE PELO MENOS UMA MARCAÇÃO

(51) Int.Cl.: G06K 7/10; G01N 21/90; B07C 5/34.

(30) Prioridade Unionista: 02/07/2013 FR 1356466.

(73) Titular(es): GUILLAUME BATHELET.

(72) Inventor(es): GUILLAUME BATHELET.

(86) Pedido PCT: PCT FR2014051695 de 02/07/2014

(87) Publicação PCT: WO 2015/001255 de 08/01/2015

(85) Data do Início da Fase Nacional: 30/12/2015

(57) Resumo: SISTEMA DE INSPEÇÃO DE UM OBJETO OCO QUE SEJA PELO MENOS TRANSLÚCIDO E APRESENTE PELO MENOS UMA MARCAÇÃO. A presente invenção se refere a um sistema de inspeção de um objeto que seja pelo menos translúcido, que se prolongue por um eixo vertical (A), que apresente pelo menos uma marcação (M) e que esteja localizado em uma zona de inspeção (Zi), o dito sistema de inspeção compreendendo pelo menos um conjunto de inspeção (Ei) que compreende um dispositivo de iluminação (Di) principal colocado em um lado da zona de inspeção (Zi), compreendendo uma fonte luminosa (S) e emitindo pelo menos um feixe luminoso (3) de eixo de iluminação (Delta); um dispositivo de aquisição (Da) posicionado no lado oposto ao dispositivo de iluminação (Di) com relação à zona de inspeção (Zi) e compreendendo uma óptica de aquisição (10) do eixo óptico Delta' e um sensor de imagens (11) alinhado oticamente com a óptica de aquisição (10). De acordo com a invenção, para cada conjunto de inspeção (Ei), a óptica de aquisição (10) compreende uma objetiva de entrada (13) e uma objetiva secundária (14) situada entre a objetiva de entrada (13) e o sensor de imagens (11), a objetiva de entrada (13) sendo adaptada para conjugar oticamente a fonte luminosa, em projeção (...).

“SISTEMA DE INSPEÇÃO DE UM OBJETO QUE SEJA PELO MENOS TRANSLÚCIDO E QUE APRESENTE PELO MENOS UMA MARCAÇÃO”

Campo da Invenção

[001] A invenção se refere ao domínio técnico da inspeção ou da leitura de uma marca feita em ou sobre um objeto transparente ou translúcido. Em uma realização preferida, mas não exclusiva, a invenção se refere à leitura de códigos bidimensionais como o Datamatrix gravados ou marcados na superfície dos recipientes ou vasilhames de vidro que passam em grande velocidade por um sistema de inspeção em linha.

Histórico da Invenção

[002] O rastreio na indústria de vidros é uma restrição cada vez maior. Os artigos de vidro obedecem a um processo de fabricação, de distribuição e de enchimento cada vez mais complexo, com várias estocagens temporárias e rupturas de fluxo. Além disso, a regulamentação impõe de se dispor de uma capacidade de rastrear através de todas as etapas de fabricação, de transformação, de distribuição e de encaminhamento de um recipiente para alimentos por meio de uma identificação que permita o rastreio do recipiente. A fim de cumprir essa regra, a indústria vidreira desenvolveu uma técnica de marcação a quente que permite gravar por meio de um laser uma marca de identificação individual e adequada para cada recipiente na linha de fabricação na qual os vasilhames são produzidos em velocidades que podem estar compreendidas entre 50 e 600 artigos por minuto. A marca de identificação se apresenta, por exemplo, sob a forma de um Datamatrix. A fim de garantir a eficácia dessa marcação de rastreabilidade, convém garantir que a marcação de cada produto esteja legível. Para isso, é necessário ler a marcação depois de sua realização e o resfriamento do recipiente em uma velocidade compatível com a velocidade de produção, de forma a não criar um ponto de acumulação dos produtos e para poder, por um lado, eliminar o mais rapidamente os vasilhames cuja marcação esteja defeituosa e, por outro lado, registrar em uma base de dados os vasilhames cuja marcação esteja operacional. A

necessidade da leitura em velocidade elevada se encontra também notadamente nas linhas de enchimento.

[003] O pedido de patente EP 2 164 028 propõe um sistema de inspeção de código inscrito na superfície de recipientes de vidro destinados para a indústria farmacêutica ou química. Como ressaltado, nas figuras 5 e 6 deste documento, foi estabelecido um sistema de iluminação do tipo pontual focalizado no código a ser lido, de maneira a maximizar a intensidade do sinal recebido pela câmera. O inconveniente desse sistema óptico é o de não permitir a compensação da curvatura da superfície do vidro. Com efeito, caso o código se encontre na borda do artigo de vidro, a luz será defletida nas laterais e escapará do campo da câmera. O campo útil de controle fica assim extremamente limitado ao centro do produto. Além disso, a intensidade do sinal recebido será uma função da posição angular do código em relação à fonte e ao dispositivo de aquisição. Também, o sistema proposto de iluminação não permite a adaptação aos vários diâmetros dos produtos. Por outro lado, o sistema óptico apresentado na figura 9a desse documento trata de um sistema óptico com uma câmera de objetiva simples. Coleta-se todos os raios refletidos ou incidentes na objetiva sem distinção.

[004] Portanto, o dispositivo de inspeção proposto pelo documento EP 2 164 028 permite uma leitura de código de forma que os códigos Datamatrix nos vidros de boa qualidade com destino à química fina ou à farmácia que apresentem espessuras regulares de paredes, com paredes lisas e sem inclusões ou defeito superficial. Por outro lado, o dispositivo de acordo com o documento EP 2 164 028 não está adaptado para a leitura de códigos na superfície do recipiente de vidro «grosseiro», tal como o vidro reciclado usado para a fabricação de recipientes para alimentos. Na verdade, as superfícies interna e externa desse recipiente podem apresentar vários defeitos de forma, de repartição do vidro, de inclusões na matriz do vidro e de superfície susceptível a refletir o feixe incidente no objeto de aquisição e gerar um sinal parasita que o sistema óptico, de acordo com o documento EP 2 164 028, não poderá filtrar. Da mesma forma, os defeitos da superfície do vidro tipo

ondulação, bolhas e mancha de graxa podem se sobrepor ao sinal no interior do código e não serão filtrados pelo sistema óptico de acordo com o documento EP 2 164 028, tornando o código ilegível.

Breve Descrição da Invenção

[005] A presente invenção se destina a prover um sistema de aquisição que seja menos sensível ou talvez até insensível a esses defeitos.

[006] De forma a responder a essas necessidades, a presente invenção se refere a um sistema de inspeção de um objeto que seja pelo menos translúcido e que se prolongue por um eixo vertical A, que apresente pelo menos uma marcação e que esteja localizado em uma zona de inspeção, o sistema de inspeção compreendendo:

- pelo menos um conjunto de inspeção que compreenda:
 - um dispositivo de iluminação principal colocado em um lado da zona de inspeção, compreendendo uma fonte luminosa e emitindo pelo menos um feixe luminoso de eixo de iluminação Δ ,
 - um dispositivo de aquisição estando situado no lado oposto ao dispositivo de iluminação com relação à zona de inspeção e compreendendo uma óptica de aquisição do eixo óptico Δ' e um sensor de imagens alinhado oticamente com a óptica de aquisição.

[007] De acordo com a invenção, para cada conjunto de inspeção, a óptica de aquisição compreende uma objetiva de entrada e uma objetiva secundária situada entre a objetiva de entrada e o sensor de imagens, a objetiva de entrada sendo adaptada para conjugar oticamente, na projeção a um plano horizontal, a fonte luminosa com a pupila da objetiva secundária, o eixo de iluminação Δ e o eixo óptico Δ' de observação não estando alinhados ou sendo coplanares.

[008] A conjugação garantida pela óptica de aquisição, e notadamente pela objetiva de entrada, permite garantir uma uniformidade de iluminação percebida pelo sensor. Além disso, o eixo de iluminação e o eixo óptico Δ' de observação não estando alinhados, os raios do feixe de iluminação são, principalmente, desviados na presença de uma marcação sobre o objeto a

inspecionar na zona de inspeção. Uma tal inspeção por deflectometria em transmissão permite reduzir as perturbações induzidas pelos defeitos do material que constitui o objeto durante a aquisição.

[009] De acordo com a invenção, devem ser entendidos por marcação todos os sistemas de identificação susceptíveis a serem lidos de forma automatizada, de maneira que notadamente um ou vários códigos de barras mono ou bidimensionais, um código alfanumérico ou ainda uma combinação de ambos, de forma que esta lista não seja limitativa ou exaustiva.

[010] De acordo com uma característica da invenção, para cada conjunto de inspeção, o dispositivo de iluminação e o dispositivo de aquisição são adaptados para que, na ausência do objeto a inspecionar na zona de inspeção, a luz emitida pelo dispositivo de iluminação não atinja diretamente o sensor do dispositivo de aquisição. Essa característica visa garantir que o conjunto de inspeção trabalhe em deflectometria pura.

[011] De acordo com outra característica da invenção, o eixo de iluminação Δ e o eixo óptico Δ' formam, na projeção em um plano vertical V, um ângulo (a) não plano e compreendido entre 130° e 180° .

[012] De acordo com uma característica da invenção, para cada conjunto de inspeção, o eixo de iluminação Δ é sensivelmente horizontal. Assim, os raios de iluminação possuem uma incidência sensivelmente normal na superfície do objeto a observar em uma parte pelo menos da zona de inspeção, o que permite aumentar a quantidade de luz que atravessa o objeto a inspecionar para atingir a marcação que se encontra eventualmente na face do objeto situado e oposto ao dispositivo de iluminação.

[013] De acordo com uma característica da invenção, para cada conjunto de inspeção, o eixo de iluminação Δ é inclinado em relação à horizontal. Essa característica permite limitar a influência dos defeitos presentes na face do objeto orientado para cada dispositivo de iluminação, notadamente no caso em que a parede do objeto a inspecionar é sensivelmente vertical.

[014] De acordo com outra característica da invenção, para cada conjunto de inspeção, o dispositivo de iluminação correspondente compreende uma fonte

luminosa alongada que emite um feixe luminoso que possui uma forma de pincel alongado que se estende de acordo com uma direção sensivelmente horizontal. Uma tal característica da invenção permite iluminar somente a região do artigo ou do objeto a inspecionar, na qual se supõe encontrar a marcação a ser lida, de maneira que as reflexões e/ou as deflexões parasitas induzidas pelas outras regiões do dito objeto sejam limitadas tanto quanto seja possível. Esta característica da invenção permite, por outro lado, corrigir a incidência da eventual curvatura da superfície do recipiente que leva o código a ser lido. De acordo com uma variante da invenção, a fonte luminosa forma uma linha luminosa, de maneira que a fonte luminosa possa ser qualificada como fonte linear. De forma preferida, essa fonte linear possui um eixo longitudinal horizontal.

[015] De acordo com uma variante desta característica, para cada conjunto de inspeção, a fonte luminosa alongada correspondente possui uma largura horizontal maior que sua altura. De acordo com uma forma para a realização da invenção, para cada conjunto de inspeção, o comprimento da fonte luminosa é assim superior à maior dimensão horizontal do objeto a inspecionar na zona de aquisição. De acordo com outra forma de realização da invenção, a largura da fonte luminosa é inferior à maior dimensão horizontal do objeto a inspecionar na zona de aquisição. A largura da fonte luminosa pode assim ser sensivelmente igual à maior dimensão horizontal do objeto a inspecionar na zona de aquisição na qual foi subtraída a espessura das paredes do objeto a inspecionar na zona de aquisição.

[016] Em uma forma preferida de realização da invenção, o comprimento da fonte linear é ajustável de maneira a poder ser adaptado às dimensões do objeto a inspecionar.

[017] De acordo com uma característica da invenção, para cada conjunto de inspeção, o dispositivo de iluminação principal compreende uma óptica de iluminação telecêntrica de maneira que os raios do feixe luminoso são sensivelmente paralelos entre si na zona de inspeção.

[018] De acordo com outra característica da invenção, cada conjunto de inspeção compreende um dispositivo de iluminação secundário situado do mesmo lado da zona de inspeção do dispositivo de aquisição. Esse dispositivo de iluminação secundário permite realizar uma observação em reflexão.

[019] De acordo com uma variante desta característica, para cada conjunto de inspeção, o dispositivo de iluminação secundário está colocado em cima do dispositivo de aquisição correspondente. Uma tal disposição permite reduzir a aglomeração de cada conjunto de inspeção.

[020] De acordo com uma forma preferida de realização, cada dispositivo de aquisição está adaptado para observar uma zona de aquisição que está situada entre dois planos de aquisição horizontais inferior P_i e superior P_s , situados em uma altura H_i , respectivamente H_s , de um plano de suporte PS do objeto a inspecionar na zona de inspeção e que possui uma espessura de aquisição E_a medida verticalmente. A característica limitada da zona de aquisição com relação ao conjunto do objeto permite limitar a inspeção do objeto à mesma região deste último ou cuja marcação a ser lida supostamente se localiza. A espessura da zona de aquisição e sua altura são assim escolhidas em função das dimensões da marcação e de sua posição, tendo em conta, por um lado, as tolerâncias da operação de marcação e, por outro lado, as tolerâncias na altura do objeto na zona de inspeção.

[021] De acordo com uma característica desta forma preferida de realização, o dispositivo de aquisição está situado sobre o plano de aquisição superior ou sob o plano de aquisição inferior. Essa montagem permite levar em conta a geometria do artigo inspecionado e a altura da marcação, para facilitar a implantação mecânica do sistema de acordo com a invenção em ambos os lados de um sistema de transporte dos objetos a inspecionar na zona de inspeção, permitindo a sobreposição de um dispositivo de aquisição e de um dispositivo de iluminação.

[022] De acordo com outra característica da forma preferida de realização, a óptica de aquisição compreende uma janela de entrada de forma retangular cuja altura H_a é maior ou igual à espessura de aquisição E_a e onde cuja

largura La é menor ou igual à maior dimensão horizontal dos objetos a inspecionar, medida na zona de aquisição. Essa característica permite limitar a aquisição dos raios luminosos para iluminação susceptíveis de passar em ambos os lados do objeto a inspecionar no nível da zona de aquisição.

[023] De acordo ainda com outra característica da forma preferida de realização, o feixe luminoso de cada dispositivo de iluminação possui uma espessura Ei medida verticalmente superior à espessura de aquisição Ea . Essa característica permite a garantia de uma iluminação também a mais homogênea possível da zona de aquisição.

[024] De acordo ainda com outra característica da forma preferida de realização, cada dispositivo de iluminação comprehende uma janela de saída de forma retangular cuja altura Hi é maior ou igual à espessura de aquisição Ea e onde a largura Li é maior ou igual à maior dimensão horizontal dos objetos a inspecionar medida na zona de aquisição. Essa característica permite igualmente garantir uma iluminação a mais homogênea possível da zona de aquisição.

[025] De acordo com uma característica da invenção, cada dispositivo de iluminação comprehende um dióptrico de saída convexo que possui uma forma de parte de cilindro de revolução de eixo horizontal. Essa forma do dióptrico de saída permite definir uma fonte luminosa pseudo telecêntrica no plano vertical que possui uma espessura maior ou igual à altura da marcação e, por exemplo, sensivelmente igual à soma das alturas das marcas, das tolerâncias de posição da marcação no objeto e de tolerância de posicionamento do objeto durante seu transporte na zona de inspeção. Essa característica permite, por outro lado, garantir uma uniformidade de iluminação percebida pelo sensor. A montagem assim constituída é assimilável a uma iluminação de Köhler no plano vertical. A altura da fonte é otimizada e se torna assimilável no diafragma de campo, o dióptrico convexo de saída da fonte sendo assimilável no condensador, a objetiva primária do sistema óptico sendo assimilável à objetiva de um microscópio, a objetiva secundária do sistema óptico sendo assimilável a uma ocular.

[026] De acordo com a invenção, a óptica de iluminação também pode ser uma óptica do tipo lentilha de Fresnel.

[027] De acordo com uma característica da invenção, as objetivas de entrada e secundária do sistema óptico são adaptadas para obter uma objetiva pericêntrica (hipercêntrica) ou telecêntrica com relação à superfície a controlar geralmente curva no plano horizontal, de maneira a aumentar o campo útil do sistema, zona de visibilidade na largura do campo curvo e limitar as aberrações esféricas na largura do campo.

[028] Ainda de acordo com uma característica da invenção, para cada conjunto de inspeção a objetiva de entrada, a objetiva secundária, assim como as distâncias entre as objetivas e o sensor, são otimizadas para criar um sistema óptico hipercêntrico ou telecêntrico de maneira a otimizar a largura do campo útil e a profundidade de campo no plano horizontal no nível da zona de inspeção.

[029] De acordo com outra característica da invenção, para cada conjunto de inspeção, a objetiva secundária da óptica de aquisição comprehende um diafragma regulável. A realização desse diafragma permite limitar a aceitação angular dos raios incidentes e controlar o contraste obtido no nível do dispositivo de aquisição.

[030] De acordo com outra característica da invenção, o sistema de inspeção comprehende pelo menos quatro conjuntos de inspeção dispostos em ambos os lados da zona de inspeção e uniformemente repartidos em 360°. Essa característica da invenção permite garantir uma boa cobertura da zona de aquisição, permitindo garantir que a marcação a ser lida seja visualizada pelo menos por um conjunto de inspeção. De maneira preferida, o sistema de inspeção comprehende seis conjuntos de inspeção, cujos campos de aquisição têm uma largura maior ou igual à largura de uma marcação a ser lida.

[031] De acordo com uma variante de característica, os conjuntos de inspeção são repartidos de maneira simétrica em ambos os lados de via de transporte dos objetos a inspecionar, sendo espaçados de maneira a permitir a passagem dos objetos a inspecionar.

[032] De acordo com outra variante desta característica, cada dispositivo de iluminação de um conjunto de inspeção está sobreposto a um dispositivo de aquisição de outro conjunto de inspeção. Esta variante permite otimizar a aglomeração do sistema de inspeção de acordo com a invenção, de forma a permitir a repartição dos conjuntos de inspeção de maneira simétrica em ambos os lados de uma via de transporte dos objetos a inspecionar na zona de inspeção.

[033] De acordo com outra variante desta característica, o sistema de aquisição comprehende meios de pilotagem dos conjuntos de inspeção adaptados para, por um lado, sincronizar o funcionamento dos dispositivos de iluminação e de aquisição de um mesmo conjunto de inspeção e, por outro lado, garantir um funcionamento em diferentes ocasiões de cada um dos conjuntos de inspeção.

[034] De acordo ainda com outra variante desta característica, os dispositivos de iluminação são adaptados para emitir a iluminação com uma duração menor ou igual à resolução espacial do sistema óptico dividido pela velocidade de deslocamento dos artigos no transportador. Essa duração de iluminação permite realizar uma aquisição de um objeto situado na zona de aquisição sem o risco de rejeição.

[035] De acordo com outra variante desta característica, os dispositivos de iluminação são adaptados para emitir iluminação com uma duração menor ou igual à da resolução espacial do sistema óptico dividida pela velocidade de deslocamento dos artigos no transportador e a uma frequência maior ou igual à da velocidade de deslocamento dos artigos no transportador dividida por uma fração da largura da marcação a analisar, de maneira a fazer várias imagens da mesma marcação. Assim, torna-se possível selecionar a imagem que apresenta o melhor contraste e/ou menos defeitos como, por exemplo, o traço da divisão do molde, que pode provocar perturbações / reflexos na imagem.

[036] De acordo ainda com outra variante desta característica, os dispositivos de iluminação, os dispositivos de aquisição, assim como os meios de pilotagem, são adaptados para que, em um intervalo de tempo inferior ou igual

à largura de um elemento unitário da marcação a analisar, dividido pela velocidade dos artigos no transportador, cada conjunto de inspeção tenha realizado pelo menos uma aquisição de um mesmo objeto situado na zona de aquisição ou de inspeção.

[037] De acordo com a invenção, a unidade de comando pode igualmente ser adaptada para garantir um funcionamento simultâneo de todos os conjuntos de inspeção.

[038] Bem entendido, as diferentes características, variantes e formas de realização do sistema de inspeção de acordo com a invenção podem ser associados entre si de acordo com diversas combinações na medida onde não sejam incompatíveis ou exclusivas entre si.

Breve Descrição dos Desenhos

[039] Assim sendo, diversas outras características da invenção aparecem a partir da descrição efetuada com referência aos desenhos em anexo que ilustram uma forma não limitativa de realização de um sistema de inspeção conforme a invenção.

[040] - A figura 1 é uma vista superior do sistema de inspeção de acordo com a invenção.

[041] - A figura 2 é uma perspectiva esquemática de um objeto que porta uma marcação que deve ser lida pelo sistema de inspeção de acordo com a invenção.

[042] - A figura 3 é uma vista ampliada da marcação do objeto ilustrado na figura 2.

[043] - A figura 4 é uma elevação esquemática de dois conjuntos de inspeção sobrepostos constitutivos do sistema ilustrado na figura 1.

[044] - A figura 5 é uma elevação esquemática em vista lateral de um conjunto de inspeção constitutivo do sistema ilustrado na figura 1.

[045] - A figura 6 é uma vista superior do conjunto de inspeção representado na figura 5.

[046] Deve-se notar que nessas figuras os elementos estruturais e/ou funcionais comuns às diferentes variantes podem apresentar as mesmas referências.

Descrição Detalhada da Invenção

[047] Um sistema de inspeção de acordo com a invenção, como o ilustrado na figura 1 e projetado em seu conjunto pela referência S, destina-se a permitir um controle automatizado das marcações presentes na superfície de objetos que sejam pelo menos translúcidos, de maneira que as garrafas de vidro transitem em uma zona de inspeção Z_i em velocidades elevadas, da ordem de 60 metros/minuto, de maneira que passem cerca de 600 objetos por minuto na zona de inspeção. De acordo com o exemplo ilustrado, a zona de inspeção Z_i corresponde a uma parte de um transportador C no nível do qual o sistema de inspeção S se situa.

[048] No presente caso e como mostra a figura 2, cada objeto a inspecionar O é formado por uma garrafa que se estende de acordo com um eixo vertical A e que apresenta em seu nível lateral uma marcação M, por exemplo, um código de barras bidimensional de alta densidade igualmente denominado Datamatrix, melhor visível na figura 3. A marcação M ocupa, por exemplo, uma superfície quadrada de 8 mm de lado. A marcação M é feita durante o processo de fabricação do objeto O, de maneira que se encontre sempre em uma mesma região R_m deste último, com uma variabilidade ligada às tolerâncias do processo de marcação. Assim, a região de marcação R_m se inscreve em uma parte T_m da parede periférica do objeto O. Por outro lado, a posição angular de cada objeto sobre o transportador C não é conhecida, como também o sistema de inspeção S pode, de preferência, inspecionar de forma integral a parte T_m durante a passagem de cada objeto na zona de inspeção Z_i . Esta inspeção pode ser feita pela aplicação a cada objeto de um movimento de rotação na zona de aquisição Z_a . Portanto, de acordo com o exemplo ilustrado, o sistema de inspeção S é concebido de maneira a poder inspecionar integralmente a superfície da parte T_m sem aplicar o mesmo movimento de rotação no objeto O.

[049] Para tanto, o sistema de inspeção S compreende pelo menos quatro, e de acordo com o exemplo ilustrado, seis conjuntos de inspeção Ei que estão dispostos em ambos os lados da zona de inspeção Zi sem se constituir um obstáculo à passagem dos objetos a inspecionar no transportador C. Os conjuntos de inspeção Ei são repartidos uniformemente à volta da zona de inspeção Zi, de maneira a cobrir os 360° da parte Tm.

[050] Cada conjunto de inspeção Ei compreende um dispositivo de iluminação principal Di e um dispositivo de aquisição Da como aparece mais particularmente na figura 4, sobre a qual são visíveis dois conjuntos de inspeção Ei e Ei'. Com o propósito de otimizar a aglomeração do sistema de inspeção S, o dispositivo de iluminação principal Di do conjunto de inspeção Ei está sobreposto ao dispositivo de aquisição Da', o outro conjunto de inspeção Ei' como o dispositivo de aquisição Da do conjunto de inspeção Ei está sobreposto ao dispositivo de iluminação principal Di' do outro conjunto de inspeção Ei'. Também para os outros quatro conjuntos de inspeção, cada dispositivo de aquisição de um conjunto de inspeção está sobreposto por um dispositivo de iluminação principal de outro conjunto de inspeção.

[051] Com o propósito de simplificar a descrição, as características ópticas e funcionais dos conjuntos de inspeção serão descritas de acordo com as figuras 5 e 6, para o próprio conjunto de inspeção Ei. De maneira a tornar melhor legível as figuras 5 e 6, estão aí representados o dispositivo de iluminação principal Di e o dispositivo de aquisição Da correspondentes. Deve ser entendido que todos os conjuntos de inspeção Ei apresentam sensivelmente as mesmas características funcionais e ópticas, de maneira que a qualidade das imagens feitas não depende da posição angular do objeto a inspecionar na zona de inspeção Zi.

[052] Cada conjunto de inspeção Ei compreende assim, por um lado, um dispositivo de iluminação principal Di que é montado em um lado na zona de inspeção Zi e, por outro lado, um dispositivo de aquisição Da que é montado na parte oposta do dispositivo de iluminação Di com relação à zona de inspeção Zi. O dispositivo de iluminação principal Di e o dispositivo de aquisição Da

estão assim ligados a uma unidade de comando UC e adaptados para pilotar o funcionamento.

[053] O dispositivo de iluminação Di comprehende uma fonte luminosa (1) associada a uma óptica de iluminação (2). De acordo com o exemplo ilustrado, a fonte luminosa (1) possui uma forma alongada, sendo formada por um conjunto horizontal de diodos eletroluminescentes, de maneira que a fonte luminosa (1) possua uma largura horizontal L_s maior que sua altura h_s . A largura L_s da fonte luminosa (1) é, de preferência, superior à maior dimensão horizontal D do objeto a inspecionar O em sua parte T_m . De maneira preferida, o comprimento da fonte luminosa é regulado de maneira a se adaptar da melhor forma ao objeto a inspecionar e reduzir o mais possível a influência das paredes laterais do objeto a inspecionar. Na medida ou de acordo com o exemplo ilustrado, a fonte luminosa é formada por um conjunto de diodos eletroluminescentes, podendo assim ser qualificada de pseudolinear. Por outro lado, com o propósito de agir sobre o contraste obtido para a leitura, é possível modular a altura h_s da fonte luminosa. Essa modulação pode ser notadamente garantida pela escolha dos diodos eletroluminescentes. De acordo com uma variante da invenção, pode ser colocada entre a fonte luminosa e a óptica de iluminação uma fenda com regulação na altura, e que oferece a possibilidade de regular o contraste do código e ajustá-lo em função de sua profundidade de marcação até o limite do contraste gerado pelos defeitos de superfície do vidro, ligado à rugosidade e à imperfeição da matriz ou material que constitui o recipiente. A regulagem de altura da fonte luminosa é assimilável ao diafragma de abertura no plano vertical de acordo com o princípio de iluminação de Köhler. A fonte luminosa de acordo com a invenção é assimétrica e pode ser considerada como pseudopontual seguindo o eixo vertical e grande de acordo com o eixo horizontal,

[054] De acordo com uma variante da realização, os difusores holográficos orientados são acrescentados entre a fonte luminosa e a óptica de iluminação e a fonte luminosa para ajustar o contraste de acordo com os dois eixos, vertical e horizontal.

[055] A óptica de iluminação (2) está associada à fonte luminosa (1), de maneira que o dispositivo de iluminação Di emite um feixe luminoso (3) de acordo com um eixo de iluminação Δ . O feixe luminoso (3) apresenta, em vista frontal, uma forma de pincel alongado, de seção retangular, que se prolonga de acordo com uma direção sensivelmente horizontal. A óptica de iluminação (2) é, de preferência, telecêntrica ou pseudotelecêntrica, de maneira que os raios do feixe luminoso (3) são sensivelmente paralelos entre si na zona de inspeção Zi e mais particularmente na zona de aquisição Za que corresponde a uma parte horizontal da zona de inspeção Zi na qual se inscreve a parte Tm do objeto a inspecionar, onde se situa a marca M a ser lida ou inspecionada. Essa característica telecêntrica ou pseudotelecêntrica resulta notadamente do fato que, no presente caso, a óptica de iluminação (4) possui um dióptrico de saída (5) convexo que apresenta uma forma de parte de cilindro de revolução de eixo horizontal.

[056] A zona de aquisição Za se encontra situada entre dois planos de aquisição horizontais, a saber, um plano de aquisição inferior Pi e um plano de aquisição superior Ps que se situam em uma altura Hi, respectivamente Hs de um plano de suporte P do objeto O, definida pelo transportador C. A zona de aquisição Za possui assim uma espessura de aquisição Ea medida verticalmente, que trata da diferença entre Hs e Hi. A espessura Ea é maior ou igual à espessura da parte Tm e, por exemplo, igual à soma da espessura da parte Tm e das tolerâncias de posicionamento verticais do objeto na zona de inspeção.

[057] Com o propósito de limitar a emissão de raios parasitas pelo dispositivo de iluminação Di, este último comprehende uma janela de saída (4) de forma retangular cuja altura Hi medida perpendicularmente ao eixo de iluminação Δ e, no presente caso, de forma sensivelmente vertical e maior ou igual à espessura de aquisição Ea. A largura Li da janela de saída (4) é em si maior ou igual à maior dimensão D horizontal do objeto O na zona de aquisição Za ou na parte Tm.

[058] O feixe luminoso (3) possui assim uma espessura E_i sensivelmente igual à altura H_i da janela de iluminação e uma largura L_f sensivelmente igual à largura L_i da janela de eliminação (4).

[059] A fonte luminosa (1) é pilotada pela unidade de comando UC e se acha adaptada para poder emitir uma iluminação com uma duração compreendida entre 10 μs e 1000 μs . Uma tal duração de impulsão permite não gerar uma rejeição de movimentação, enquanto que o dispositivo de aquisição possui uma resolução espacial de 10 μm e que o objeto O se desloca a uma velocidade de 60 m/min na zona de inspeção. Além disso, a fonte luminosa está adaptada para poder medir a emissão dos raios luminosos em uma frequência maior ou igual a 1 kHz. Na verdade, no caso de uma velocidade de 600 artigos/minuto, a frequência de passagem dos artigos na zona de aquisição é de 10 Hz. Para cada artigo e para uma marcação de 8 mm, convém prever pelo menos 3 raios na marcação, seja depois do teorema de Shannon, pelo menos 6 períodos e na medida onde a velocidade de transporte seja de 60 metros por minuto, o cálculo preconiza uma frequência de 750 Hz. Assim, a fonte luminosa pode emitir raios luminosos isolados ou ao contrário das sequências de raios.

[060] O comprimento de onda da luz emitida pela fonte luminosa (1) é escolhido em função do material constitutivo do objeto O a inspecionar e/ou de seu conteúdo. A fonte luminosa (1) pode apresentar um comprimento de onda ou cor fixa ou, pelo contrário, um comprimento de onda ou cor pilotável pela unidade de comando UC, de maneira a adaptá-la ao objeto a inspecionar O e/ou seu conteúdo.

[061] Cada dispositivo de aquisição Da compreende uma óptica de aquisição (10) do eixo óptico Δ' e um sensor de imagens (11) alinhado oticamente com a óptica de aquisição (10). Com o propósito de trabalhar em deflectometria, o eixo de iluminação Δ e o eixo óptico Δ' formam um ângulo obtuso não plano, compreendido entre 130° e 180° . Além disso, o dispositivo de iluminação Di e o dispositivo de aquisição Da correspondente estão dispostos de maneira que, na ausência do objeto O na zona de inspeção Z_i , os raios do feixe luminoso (3) não atinjam diretamente a óptica de aquisição (10). No caso presente, este

resultado é alcançado colocando o dispositivo de aquisição Da acima do plano superior Ps que limita a zona de aquisição Za. Um mesmo resultado poderia ser conseguido colocando o dispositivo de aquisição Da abaixo do plano inferior Pi que limita a zona de aquisição Za.

[062] Bem entendido, o dispositivo de aquisição Da está adaptado para ser sensível à luz emitida pelo dispositivo de iluminação Di.

[063] Com o propósito de limitar a influência dos raios parasitas, a óptica de aquisição (10) comprehende uma janela de entrada (12) de forma retangular, cuja altura Ha medida perpendicularmente ao eixo óptico Δ' é maior ou igual à espessura Ea da zona de aquisição Za e onde a largura La é menor ou igual à maior dimensão horizontal D do objeto O na zona de aquisição Za. A janela de entrada está orientada horizontalmente de maneira que sua maior dimensão seja sensivelmente horizontal. Deve ser notado que, de acordo com a invenção, o sistema óptico de cada conjunto de aquisição é assimétrico na medida onde a janela de saída (4) e a janela de entrada (12) possuem individualmente uma forma retangular onde a maior dimensão é sensivelmente horizontal.

[064] De acordo com o exemplo ilustrado, a óptica de aquisição (10) comprehende uma objetiva de entrada (13) e uma objetiva secundária (14) situada entre a objetiva de entrada (13) e o sensor de imagens (11). Neste caso, a objetiva de entrada (13) está adaptada para, na projeção em um plano horizontal tal como o da figura 6, conjugar a fonte luminosa (3) vista através da óptica de iluminação (4) com a pupila (15) da objetiva secundária (14). A óptica de aquisição pode assim ser qualificada de sistema reimageador.

[065] A objetiva de entrada (13), a objetiva secundária (14), a distância do sensor de imagens (11) e a distância da objetiva (13) com relação à superfície de Tm são adaptados para realizar um sistema óptico telecêntrico ou hipercêntrico para maximizar a largura do campo curvo útil e da profundidade de campo em função do diâmetro D.

[066] De maneira preferida, a objetiva de entrada é assimétrica, de maneira a apresentar um fator de forma sensivelmente análogo à janela de entrada, de maneira a ser plano e possível de se sobrepor a um dispositivo de iluminação.

[067] Cada um dos dispositivos de aquisição Da e de iluminação Di dos seis conjuntos de inspeção Ei está conectado à unidade de comando UC que está adaptada para garantir um funcionamento sincronizado e sequencial em função da passagem dos objetos a inspecionar na zona de inspeção Zi. Assim, o sistema de inspeção comprehende uma barreira óptica (20) que detecta a entrada de um novo objeto O na zona de inspeção Zi.

[068] A unidade de comando UC está assim adaptada para que cada um dos seis conjuntos de inspeção Ei realize pelo menos uma imagem de cada objeto O situado na zona de inspeção. A unidade de comando UC garante assim um funcionamento sequencial dos conjuntos de inspeção Ei, de maneira que cada um faça sucessivamente uma imagem do objeto O, as seis imagens devendo ser registradas em um tempo inferior ao tempo de permanência do objeto na zona de inspeção Zi. Para a realização de cada imagem, os dispositivos de iluminação Di e de aquisição Da de um mesmo conjunto de inspeção Ei têm um funcionamento sincronizado, enquanto que os demais conjuntos de inspeção estão inativos. Esta maneira de proceder garante uma iluminação ideal da zona de aquisição. Os dispositivos de aquisição e iluminação são, de preferência, adaptados para permitir a realização de uma imagem com um retardo menor ou igual à largura de uma marcação a analisar dividido pela velocidade de passagem dos artigos no transportador.

[069] Levando-se em conta a reatividade dos dispositivos de iluminação Di e de aquisição Da, a unidade de comando UC pode ser adaptada para que cada um dos conjuntos de inspeção Ei faça várias imagens de um mesmo objeto O situado na zona de inspeção. Deve ser notado que, levando-se em conta as velocidades de tomada das imagens, a posição do objeto pode ser considerada como fixa na zona de inspeção.

[070] Depois da aquisição das imagens, a unidade de comando UC está adaptada para tratar essas últimas de maneira a, aí, identificar a marcação

eventualmente presente e a proceder sua leitura. No caso de leitura válida, o objeto O é registrado como estando conforme e no caso de leitura não válida, a unidade de comando UC pilota uma remoção do objeto por meio de um dispositivo situado no nível da zona de inspeção e não representado nas figuras.

[071] Os tratamentos pela unidade de comando UC das imagens feitas pelos conjuntos de inspeção do sistema de acordo com a invenção são realizados por meio de algoritmos bem conhecidos pelos técnicos no assunto e não necessitam de uma ampla descrição.

[072] De acordo com o exemplo acima descrito, a unidade de comando é adaptada para garantir um funcionamento sequencial dos conjuntos de inspeção Ei; portanto, ela pode ser adaptada para garantir um funcionamento simultâneo dos conjuntos de inspeção onde os dispositivos de iluminação são acionados ao mesmo tempo e onde os dispositivos de aquisição funcionam igualmente e sensivelmente no mesmo momento. Um tal funcionamento simultâneo é tornado possível por meio da concepção óptica assimétrica dos conjuntos de inspeção Ei e pela realização das janelas de saída (4) e de entrada (12) que limitam tanto quanto é feito nas iluminações parasitas.

[073] Bem entendido, podem ser previstas diferentes variantes do sistema de inspeção de acordo com a invenção dentro do escopo das reivindicações anexas.

Reivindicações

1. SISTEMA DE INSPEÇÃO DE UM OBJETO QUE SEJA PELO MENOS TRANSLÚCIDO, que se prolonga por um eixo vertical (A), que apresenta pelo menos uma marcação (M) e que esteja localizado em uma zona de inspeção (Z_i), dito sistema de inspeção compreendendo:

- pelo menos um conjunto de inspeção (E_i) que compreenda:
 - um dispositivo de iluminação (D_i) principal colocado em um lado da zona de inspeção (Z_i), compreendendo uma fonte luminosa (S) e emitindo pelo menos um feixe luminoso (3) ao longo de eixo de iluminação (Δ),
 - um dispositivo de aquisição (D_a) posicionado no lado oposto ao dispositivo de iluminação (D_i) com relação à zona de inspeção (Z_i) e compreendendo uma óptica de aquisição (10) com um eixo óptico Δ' de observação e um sensor de imagens (11) alinhado oticamente com a óptica de aquisição (10), o eixo de iluminação Δ e o eixo óptico Δ' de observação não estando alinhados ou sendo coplanares,

caracterizado pelo fato de que, para cada conjunto de inspeção (E_i), a óptica de aquisição (10) compreende uma objetiva de entrada (13) e uma objetiva secundária (14) situada entre a objetiva de entrada (13) e o sensor de imagens (11), a objetiva de entrada (13) sendo adaptada para conjugar oticamente a fonte luminosa em projeção em um plano horizontal (S) com a pupila (15) da objetiva secundária (14).

2. SISTEMA DE INSPEÇÃO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que, para cada conjunto de inspeção (E_i), o eixo de iluminação Δ é sensivelmente horizontal.

3. SISTEMA DE INSPEÇÃO, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que, para cada conjunto de inspeção (E_i), o dispositivo de iluminação (D_i) correspondente compreende uma fonte luminosa (S)

alongada que emite um feixe luminoso (3) que possui uma forma de pincel alongado que se estende de acordo com uma direção sensivelmente horizontal.

4. SISTEMA DE INSPEÇÃO, de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que, para cada conjunto de inspeção (Ei), a fonte luminosa (S) alongada correspondente possui um comprimento horizontal maior que sua altura, a largura (Ls) da fonte luminosa (S) sendo superior à maior dimensão horizontal (D) do objeto (O) a inspecionar.

5. SISTEMA DE INSPEÇÃO, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que, para cada conjunto de inspeção (Ei), o dispositivo de iluminação (Di) compreende uma óptica de iluminação (4) telecêntrica de maneira que os raios do feixe luminoso (3) sejam sensivelmente paralelos entre si na zona de inspeção (Zi), a objetiva de entrada (13) sendo adaptada para conjugar oticamente a fonte luminosa, em projeção em um plano horizontal (S) visto através da óptica de iluminação com a pupila (15) da objetiva secundária (14).

6. SISTEMA DE INSPEÇÃO, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de cada dispositivo de aquisição (Da) estar adaptado para observar uma zona de aquisição (Za) que está situada entre dois planos de aquisição horizontais inferior (Pi) e superior (Ps) situados em uma altura (Hi), respectivamente (Hs), de um plano de suporte (P) do objeto a inspecionar na zona de inspeção (Zi) e que possui uma espessura de aquisição (Ea) medida verticalmente.

7. SISTEMA DE INSPEÇÃO, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo dispositivo de aquisição (Da) estar situado sobre o plano de aquisição superior ou sob o plano de aquisição inferior.

8. SISTEMA DE INSPEÇÃO, de acordo com a reivindicação 6 ou 7, caracterizado pela óptica de aquisição (10) compreender uma janela de entrada (12) de forma retangular cuja altura (Ha) é maior ou igual à espessura de aquisição (Ea) e onde a largura (La) é menor ou igual à maior dimensão horizontal (D) dos objetos (O) a inspecionar medida na zona de aquisição (Za).

9. SISTEMA DE INSPEÇÃO, de acordo com qualquer uma das reivindicações 6 a 8, caracterizado pelo feixe luminoso (3) de cada dispositivo de iluminação (Di) possuir uma espessura (Ei) medida verticalmente superior à espessura de aquisição (Ea).

10. SISTEMA DE INSPEÇÃO, de acordo com qualquer uma das reivindicações 6 a 9, caracterizado por cada dispositivo de iluminação (Di) compreender uma janela de saída de forma retangular, cuja altura (Hi) é maior ou igual à espessura de aquisição (Ea) e onde a largura (Li) é maior ou igual à maior dimensão horizontal dos objetos a inspecionar medida na zona de aquisição (Za).

11. SISTEMA DE INSPEÇÃO, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado por cada dispositivo de iluminação (Di) compreender um dióptrico de saída (5) convexo que possui uma forma de parte de cilindro de revolução de eixo horizontal.

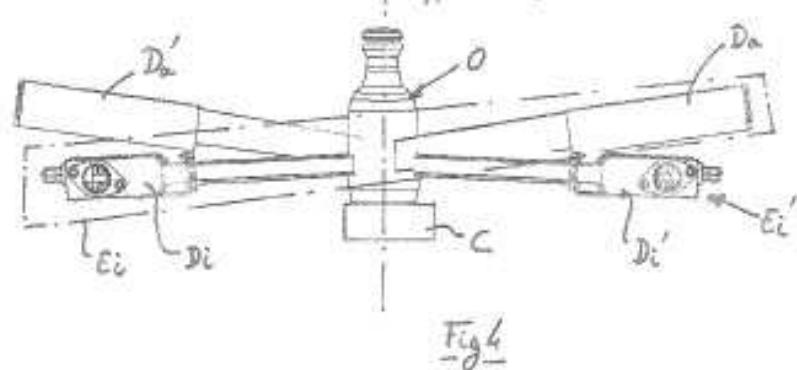
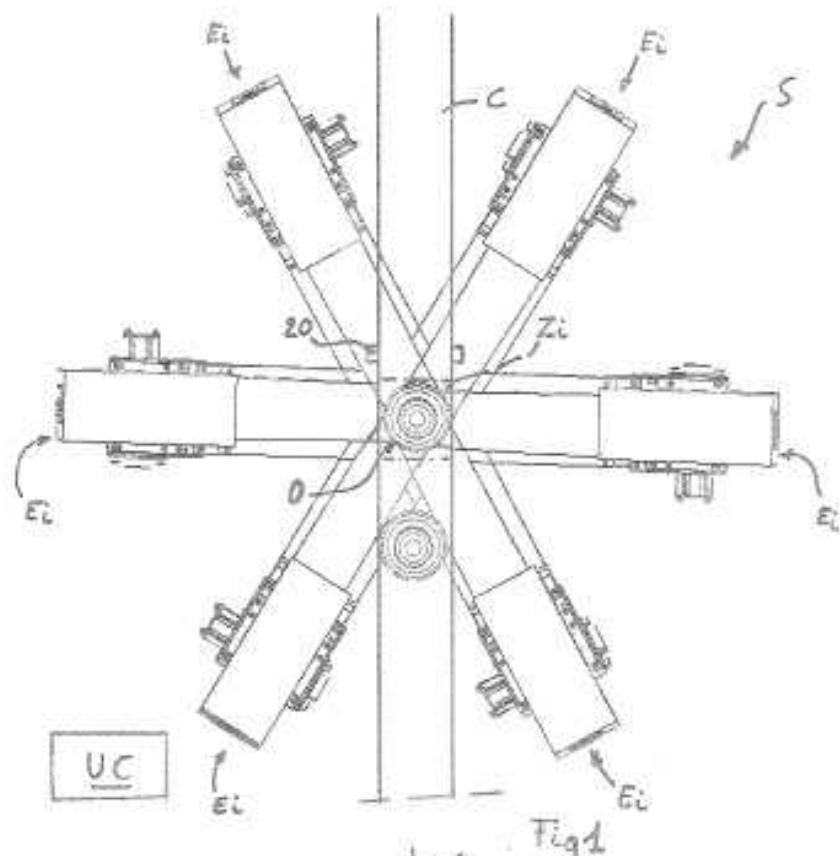
12. SISTEMA DE INSPEÇÃO, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que, para cada conjunto de inspeção, a objetiva de entrada (13), a objetiva secundária (14), assim como as distâncias entre as objetivas e o sensor, serem otimizadas para criar um sistema óptico hipercêntrico ou telecêntrico, de maneira a otimizar a largura de campo útil e a profundidade de campo no plano horizontal no nível da zona de inspeção.

13. SISTEMA DE INSPEÇÃO, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado por compreender pelo menos quatro conjuntos de inspeção (Ei) dispostos em ambos os lados da zona de inspeção (Zi) e uniformemente repartidos em 360°.

14. SISTEMA DE INSPEÇÃO, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado por cada dispositivo de iluminação (Di) de um conjunto de inspeção (Ei) estar sobreposto a um dispositivo de aquisição (Da) de outro conjunto de inspeção (Ei).

15. SISTEMA DE INSPEÇÃO, de acordo com a reivindicação 13 ou 14, caracterizado por compreender uma unidade de comando (UC) adaptada para

pilotar os conjuntos de inspeção (Ei) e para, por um lado, sincronizar o funcionamento dos dispositivos de iluminação (Di) e de aquisição (Da) de um mesmo conjunto de inspeção (Ei) e, por outro lado, garantir um funcionamento em diferentes ocasiões de cada um dos conjuntos de inspeção (Ei).



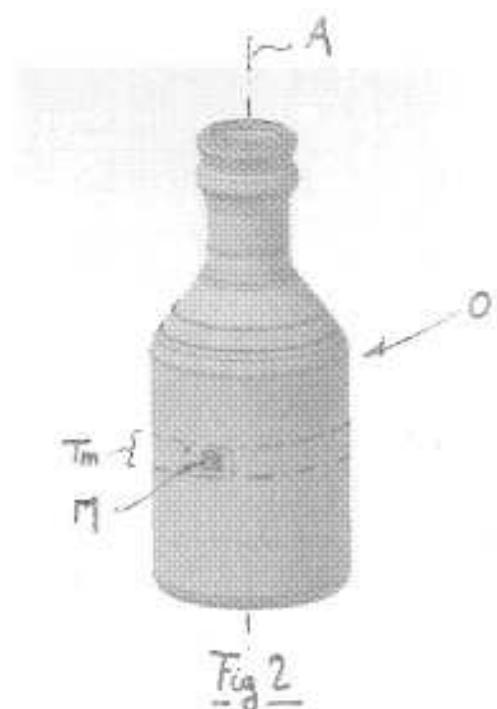


Fig 3

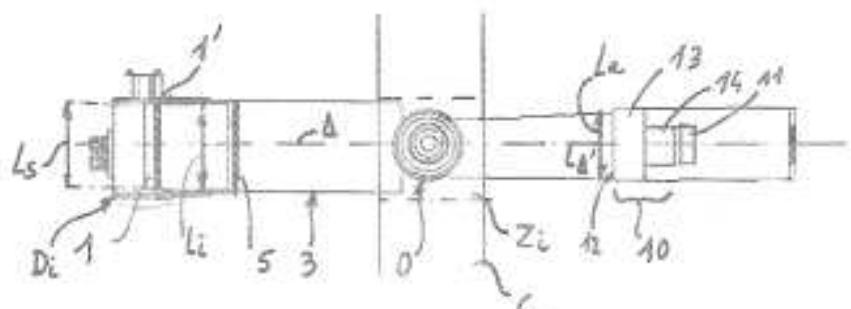
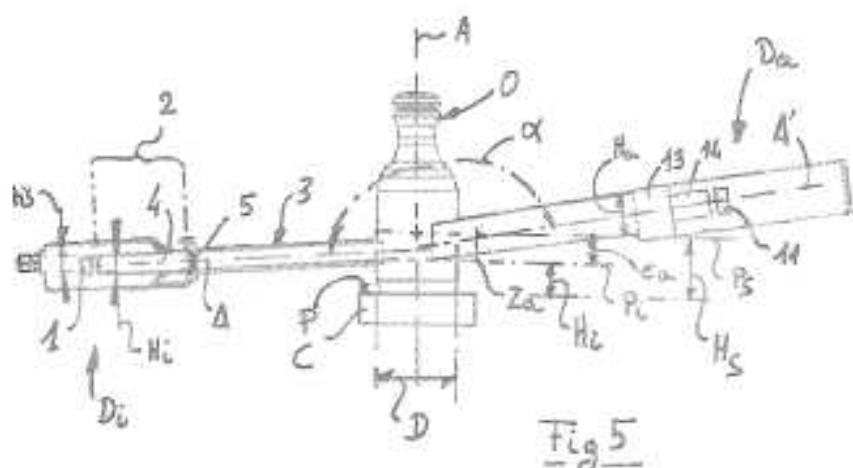


Fig 6



—Ti₅—