



(12) **BẢN MÔ TẢ GIẢI PHÁP HỮU ÍCH THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN
GIẢI PHÁP HỮU ÍCH**

(19) **Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ**

(11)



2-0004231

(51) **G01N 21/896; G02B 17/00; G01B 11/00;**
2023.01 **G01N 21/00**

(13) **Y**

(21) 2-2024-00299

(22) 16/05/2024

(45) 25/07/2025 448

(43) 25/09/2024 438

(73) Trường Đại học Yersin Đà Lạt (VN)

27 Tôn Thất Tùng, Phường 8, thành phố Đà Lạt, tỉnh Lâm Đồng

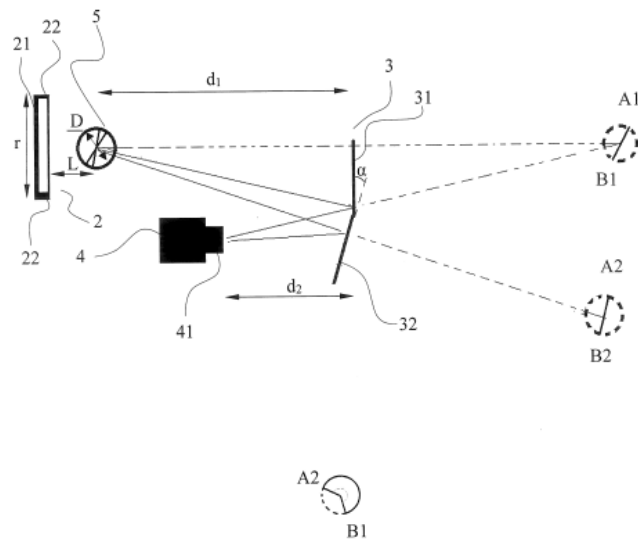
(72) Phạm Đình Trung (VN); Đậu Sỹ Hiếu (VN).

(74) Công ty Cổ phần Sở hữu công nghiệp INVESTIP (INVESTIP)

(54) **PHƯƠNG PHÁP PHÁT HIỆN LỖI THÂN CHAI THUỶ TINH**

(21) 2-2024-00299

(57) Giải pháp hữu ích đề cập đến phương pháp phát hiện lỗi thân chai thủy tinh bao gồm các bước (i) bố trí buồng thu hình (1) có vỏ màu đen ở mặt trong và mặt ngoài bao gồm hệ đèn chiếu (2), hệ gương phản chiếu (3) hướng vào nhau, và camera kỹ thuật số (4) để thu hình ảnh phản xạ từ hệ gương phản chiếu (3) này, (ii) chiếu sáng chai thủy tinh (5) cần kiểm tra bằng hệ đèn chiếu (2), và thu lại hình ảnh của chai thủy tinh (5) này bằng camera kỹ thuật số (4); và (iii) phân tích hình ảnh thu được bằng camera kỹ thuật số (4) để phát hiện lỗi thân chai thủy tinh (5) được kiểm tra.



Hình 2

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Giải pháp hữu ích đề cập đến phương pháp phát hiện lỗi thân chai thủy tinh sử dụng trong lĩnh vực nước uống đóng chai, cụ thể là phương pháp sử dụng camera kỹ thuật số đơn sắc số kết hợp chiếu sáng đa hướng và hệ gương phản chiếu nhằm ghi nhận hình ảnh đa chiều chai thủy tinh.

Tình trạng kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Chai thủy tinh là dụng cụ được làm bằng vật liệu thủy tinh, đựng các sản phẩm đồ uống và chất lỏng như nước uống, hóa chất, mỹ phẩm, dược phẩm, v.v.. Chai thủy tinh có tính chất không tương hợp, không phản ứng với hầu hết các chất, chai thủy tinh đảm bảo sự an toàn và bảo quản tốt cho các chất lỏng bên trong, chịu được nhiệt độ cao, khả năng chống ăn mòn từ các chất hóa học, có tính kháng khuẩn giúp bảo quản thực phẩm và đảm bảo chất lượng, không chứa chất độc hại như BPA (Bisphenol A) nên an toàn cho sức khỏe, cùng khả năng tái sử dụng và tái chế. Chính nhờ vào những đặc tính này, chai thủy tinh được coi là một vật liệu lý tưởng cho việc chứa các chất lỏng quan trọng và nhạy cảm. Tuy nhiên, quá trình sản xuất chai thủy tinh là một quy trình phức tạp, đòi hỏi sự chính xác và kỹ thuật cao, khả năng xảy ra khuyết tật trong quá trình sản xuất là khó tránh khỏi do các yếu tố như hơi nước sinh ra do thủy tinh chứa không khí và hơi ẩm, khí sinh ra do sự phân hủy của các thành phần của thủy tinh, một số phụ gia trong thủy tinh làm bay hơi hoặc phản ứng hóa học sinh khí, v.v.. Thông thường, có hai cách phân loại khuyết tật thủy tinh, cách thứ nhất là phân loại theo khuyết tật biểu hiện và khuyết tật tiềm ẩn. Khuyết tật biểu hiện là tất cả những khuyết tật có thể quan sát được bằng mắt thường, nhưng khuyết tật tiềm ẩn không quá rõ ràng nên cần có dụng cụ đo lường hoặc thí nghiệm thì mới có thể biết được. Các khuyết tật của chai thủy tinh cũng có thể được phân loại theo khuyết tật nóng chảy và khuyết tật của nhà sản xuất. Khuyết tật nóng chảy là khuyết tật của nguyên liệu làm thủy tinh như bọt khí, lồi, sọc, sự khác biệt màu sắc, v.v. những khuyết tật này xảy ra do nguyên liệu thủy tinh nung chảy kém. Và lỗi do nhà sản xuất có nghĩa là lỗi đã xảy ra khi sản xuất chẳng hạn như đường gãy, vết xước, không thành hình dạng, v.v. thông thường đây là những khuyết tật biểu hiện.

Bài toán nhận diện lỗi các chai thủy tinh trên dây chuyền công nghiệp ngày một quan trọng, đặc biệt là trong bối cảnh toàn cầu hóa và hướng tới xuất khẩu sản phẩm

sang các thị trường có yêu cầu cao về chất lượng như châu Âu hay Mỹ. Trong các cơ sở sản xuất, các quá trình kiểm tra chất lượng sản phẩm được thực hiện theo nhiều cách khác nhau tùy vào mặt hàng sản xuất, có thể kể ra như: kiểm tra ngẫu nhiên theo lô sản phẩm, kiểm tra từng sản phẩm, kiểm tra theo từng giai đoạn sản xuất, v.v.. Phương pháp kiểm tra cũng được thay đổi tùy theo đặc thù của sản phẩm, từ kiểm tra bằng các phương pháp hóa học, quang phổ cho tới các kiểm tra ngoại quan.

Trong ngành sản xuất, việc kiểm tra ngẫu nhiên theo từng lô hàng không thực sự là phương pháp tốt do đặc thù giá trị sản phẩm và yêu cầu gắt gao từ thị trường cũng như người dùng cuối. Hơn nữa, trong quá trình sản xuất, thường thì sản phẩm sẽ phải qua nhiều công đoạn, mỗi công đoạn cần có những bài kiểm tra riêng, đồng thời là việc lưu trữ danh sách các lỗi xuất hiện nhằm dựa vào việc phân tích dữ liệu lỗi để tìm ra hoặc dự đoán bước sản xuất đã gây ra sự xuất hiện của loại lỗi nào thường xuyên hơn. Từ đó đưa ra các bước xử lý, thay thế hoặc chỉnh sửa chính xác bước sản xuất có lỗi và tối ưu hóa thời gian chỉnh sửa và giảm bớt thiệt hại do giảm sản lượng trong quá trình sửa chữa. Tính riêng về kiểm tra chất lượng ngoại quan của sản phẩm, tùy vào đặc tính của sản phẩm, sự xem xét chi phí đầu tư vào quá trình kiểm tra mà các giải pháp sẽ được triển khai. Các giải pháp như kiểm tra thủ công bằng cách sử dụng nhân công đã được đào tạo và các hệ thống hỗ trợ (quang học, điện tử), tuy nhiên sẽ gặp một số vấn đề liên quan tới tình trạng sức khỏe nhân công, nhận định chủ quan, đồng thời tính không thống nhất trong phương pháp ghi nhận dữ liệu lỗi khiến kết quả kiểm tra gặp phải rủi ro thiếu chính xác và kém hiệu quả trong việc sử dụng dữ liệu lỗi để áp dụng các phương pháp phân tích dữ liệu nhằm phân tích và dự đoán các nguyên do phát sinh lỗi.

Song song với phương pháp thủ công, phương pháp kiểm tra tự động sử dụng các camera kỹ thuật số đã được áp dụng rộng rãi cho rất nhiều quá trình sản xuất. Phương pháp kiểm tra tự động với các camera kỹ thuật số tốc độ cao có thể đảm bảo việc kiểm tra chuẩn, đặc biệt là kiểm tra ngoại quan có thể được thực hiện trên từng sản phẩm với độ chính xác ngày càng cao và đạt được tính đồng nhất trong dữ liệu lỗi được ghi nhận dưới dạng hình ảnh. Việc sử dụng camera, ống kính và hệ thống chiếu sáng được thiết kế riêng hoàn toàn tùy thuộc vào yêu cầu kỹ thuật từ dây chuyền như: kích thước vật lý vùng kiểm tra, loại lỗi cần kiểm tra, kích thước lỗi cần kiểm tra, vật liệu đối tượng được kiểm tra, màu sắc, tốc độ dây chuyền, điều kiện sáng từ môi trường xung quanh trong khu vực kiểm tra, v.v.. Trong phần lớn trường hợp, hệ thống kiểm tra tự động cần sử

dụng kết hợp nhiều camera quan sát với các góc quan sát khác nhau, đôi khi các cảm biến cũng cần được sử dụng trong các yêu cầu phụ trợ như bắt vị trí đối tượng kiểm tra hoặc tham gia vào các quá trình kiểm tra khác như đo độ dày, đo độ nhám bề mặt v.v..

Trên thị trường hiện nay có khá nhiều thiết bị được sử dụng với mục đích kiểm tra chất lượng chai thủy tinh trên dây chuyền sản xuất nước uống đóng chai. Các hệ thống này tập trung vào việc phát hiện các lỗi như nứt, vỡ, vết bẩn, nước đọng v.v. xuất hiện trên và trong thân chai thủy tinh. Tuy nhiên, các thiết bị này thông thường sử dụng các hệ thống nhiều camera trực diện với thân chai và hệ thống thường sẽ cần các cơ cấu xoay từng chai ở vị trí ghi hình của camera nhằm quan sát toàn bộ mặt thân chai. Đồng thời việc chiếu sáng của các hệ thống này cũng thường sử dụng các đèn LED (Light Emitting Diode, LED) đơn sắc dạng bảng và thường sử dụng kỹ thuật chiếu sáng từ phía sau hoặc từ phía trước nhằm mục đích hiển thị các lỗi rõ ràng trên hình ảnh thu nhận. Tuy nhiên, các hệ thống chỉ dùng camera trực diện mà không dùng gương phản xạ ở phía đối diện với chai, về bản chất việc thu nhận hình ảnh là trực diện và vì thế, góc quan sát sẽ bị giới hạn giữa hai điểm đối diện đường kính chai, tương đương góc quan sát so với tâm chai là 180° và vì thế để quan sát đầy đủ các bề mặt thân chai cần phải sử dụng nhiều camera hơn.

Bằng sáng chế số US11328380B2 Hoa Kỳ đã bộc lộ hệ thống kiểm tra lỗi bằng thiết bị quang học. Bao gồm: buồng thu để bố trí camera, đèn chiếu, gương phản xạ. Hệ đèn chiếu có hai cụm chiếu sáng là cụm đèn trường sáng và cụm đèn trường tối, hệ gương phản chiếu bao gồm hai gương phản xạ phẳng, khi trường sáng được đặc trưng là kết quả của ánh sáng góc tới cao tạo ra trường nhìn “sáng” (DF), thì ánh sáng trường tối tạo ra trường nhìn chủ yếu là “tối” (BF), ở góc tới thấp, ánh sáng trường tối có thể được sử dụng trong kính hiển vi và có thể được xác định bằng ánh sáng chiếu tới bề mặt mục tiêu ở góc nhỏ hơn 45° . Góc thấp DF, với ánh sáng tới thấp $10-15^\circ$ so với bề mặt mục tiêu, cũng như từ một hướng duy nhất, có thể được kết hợp trong hệ thống thị giác máy. Ánh sáng BF và DF có thể phản ứng khác nhau trên bề mặt được tráng gương. DF trong trường hợp này được sử dụng nhằm tránh hình ảnh của chính đèn bị phản xạ theo góc phản xạ bằng góc tới với cường độ mạnh của BF có thể gây chói sáng và làm mất đi sự tương phản của các vết xước trên bề mặt vật trong ảnh thu được. Hiệu ứng của DF là có thể tạo ra một hình ảnh tương phản mạnh trên bề mặt vết xước so với nền đen bề mặt vật do ánh sáng phản xạ trên bề mặt trong DF không đi vào được ống kính và vì

thể không tạo ảnh, nghĩa là tạo ra trên ảnh vùng tối vì vậy ánh sáng tán xạ trên bề mặt vết xước sẽ tạo ảnh của vết xước và hiển thị vết xước thành một khu vực có cường độ sáng mạnh trên hình ảnh thu được. Nói cách khác so sánh lượng ánh sáng chiếu từ đèn DF góc thấp, hầu hết ánh sáng có thể phản xạ khỏi máy ảnh liên quan, và do đó có thể không được thu thập, do đó có thể tạo ra “trường tối”. Chính các chi tiết bề mặt riêng lẻ có thể phản chiếu khác với bề mặt được tráng gương tổng thể và một số ánh sáng có thể phản chiếu khỏi những điểm không hoàn hảo trên bề mặt và có thể truyền tới máy ảnh, nghĩa là tạo ra ảnh như một vùng sáng mạnh so với nền và dễ dàng phân biệt được với các vùng không khuyết tật trên bề mặt quan sát. Camera kỹ thuật số là camera đơn sắc một phương pháp hữu ích để tạo hình ảnh có độ tương phản cao trong ứng dụng thị giác máy là chiếu sáng một vật thể bằng ánh sáng có bước sóng cụ thể (màu sắc). Bước sóng của ánh sáng có thể làm cho các đặc điểm có màu sắc trông sáng hoặc tối. Chẳng hạn như đối với máy ảnh đơn sắc, khi sử dụng bánh xe màu làm tham chiếu, có thể chọn ánh sáng có màu đối lập (tức là bước sóng), các đặc điểm tối (tức là nguồn sáng có cùng màu với vật thể có thể làm cho các đặc điểm liên quan của vật thể trở nên sáng hơn). Ưu điểm của giải pháp là chỉ sử dụng một camera, tiết kiệm chi phí đầu tư thiết bị đắt tiền nhất là camera mà vẫn quan sát được toàn bộ thân chai nhưng nhược điểm là hệ gương phản chiếu ở đây sẽ tạo ra hình ảnh phản xạ kép khi sử dụng hệ các gương thông thường có lớp phủ gương trên bề mặt phản xạ dễ gây ra hình thứ cấp và nhiễu trong đánh giá kết quả hình ảnh, hệ gương sử dụng chỉ là bề đường đi tia sáng để chiếu tới vật chứ không phải dùng gương tạo ảnh chủ tạo động hình ảnh theo mong muốn.

Bản chất kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Do đó, giải pháp hữu ích đề xuất phương pháp phát hiện lỗi thân chai thủy tinh để giải quyết các nhược điểm nêu trên. Cụ thể là giải pháp hữu ích đề xuất phương pháp sử dụng camera kỹ thuật số đơn sắc (monochrome digital camera) kết hợp chiếu sáng đa hướng và hệ gương phản chiếu đặt lệch nhằm ghi nhận hình ảnh toàn vùng mặt bên chai thủy tinh một cách liên tục và không yêu cầu các chi tiết cơ khí phức tạp trên dây chuyền đóng chai giúp việc kiểm tra tình trạng vỏ chai bị lỗi bọt khí, lồi, lõm, nứt, v.v. trước khi được đóng nắp chai, không bị gián đoạn, việc sử dụng camera kỹ thuật số ghi nhận hình ảnh và có thể dễ dàng lưu lại các hình ảnh của sản phẩm lỗi sau khi xử lý ảnh, việc thống kê và kiểm soát các nguyên nhân lỗi có thể được thực hiện dễ dàng, từ đó việc sửa chữa, nâng cấp các bộ phận trên dây chuyền đóng chai có thể được thực hiện nhanh hơn, điều

này sẽ tiết kiệm chi phí bảo trì, bảo dưỡng cho toàn hệ thống.

Theo đó, mục đích thứ nhất của giải pháp hữu ích là đưa ra phương pháp kết hợp hai kỹ thuật chiếu sáng là trường sáng và trường tối, phục vụ cho công việc kiểm chuẩn trên vỏ chai thủy tinh trong quá trình sản xuất nước uống đóng chai trước khi đổ đầy và đóng nắp chai, hai kỹ thuật chiếu sáng sẽ giúp cho việc quan sát khoảng giữa thân chai và khu vực biên có độ tương phản tốt giữa vùng xuất hiện lỗi và vùng bình thường trong cấu trúc thân chai, giúp hạn chế việc bỏ sót các lỗi liên quan tới cấu trúc và độ đồng đều trong thân chai thủy tinh gây ảnh hưởng đến thẩm mỹ và độ kín của chai thủy tinh.

Mục đích thứ hai của giải pháp hữu ích là đưa ra hệ gương phản chiếu đặt đối mặt với nhau giúp camera kỹ thuật số đơn sắc có thể quan sát cùng lúc hai góc nhìn khác nhau của thân chai thủy tinh lớn hơn 180° , góc quan sát lớn sẽ giảm số lượng ảnh cần chụp so với việc sử dụng camera trực tiếp mà vẫn đảm bảo quan sát được đầy đủ tình trạng mặt bên trên toàn bộ thân chai thủy tinh, điều này nhằm tối ưu quá trình thu nhận dữ liệu phục vụ bước xử lý hình ảnh cho quá trình phát hiện lỗi từ đó giúp đáp ứng với các yêu cầu sản xuất số lượng lớn trên dây chuyền đóng chai.

Mục đích thứ ba của giải pháp hữu ích là không bỏ sót các lỗi nằm ở rìa thân chai trên ảnh hiển thị so với khi chụp bằng camera trực diện khác, cấu trúc gương phản xạ đặt lệch là hai gương phản xạ phẳng sơ cấp, loại gương phản xạ trên bề mặt thứ nhất (first surface mirror) hoặc bề mặt kim loại phẳng được đánh bóng sẽ tránh được phản xạ hai lần của các gương thủy tinh với nền phản xạ trắng kim loại được che phủ bởi một lớp thủy tinh trong suốt tránh hiện tượng “hình ảnh ma” được quan sát và khiến việc xử lý hình ảnh có thể gây nhầm lẫn.

Để đạt được các mục đích trên, theo khía cạnh thứ nhất, giải pháp hữu ích đề xuất phương pháp phát hiện lỗi thân chai thủy tinh bao gồm các bước:

(i) bố trí buồng thu hình có vỏ màu đen ở mặt trong và mặt ngoài, bao gồm hệ đèn chiếu, hệ gương phản chiếu, camera kỹ thuật số và chai thủy tinh, trong đó,

camera kỹ thuật số và chai thủy tinh được bố trí ở giữa hệ gương phản chiếu và hệ đèn chiếu, camera kỹ thuật số hướng vào hệ gương phản chiếu để thu hình ảnh phản xạ một cách chủ động các chai thủy tinh cần kiểm tra, hệ đèn chiếu và bề mặt phản xạ của hệ gương phản chiếu hướng vào nhau, chai thủy tinh ở phía trước hệ đèn chiếu và ở giữa hệ đèn chiếu cùng camera kỹ thuật số,

hệ đèn chiếu có hai cụm chiếu sáng là cụm đèn trường sáng và cụm đèn trường tối tương ứng với hai kỹ thuật trường sáng và trường tối,

hệ gương phản chiếu bao gồm hai gương phản xạ phẳng được tạo kết cấu sao cho không tạo hình ảnh phản xạ kép, là loại gương phản xạ trên bề mặt thứ nhất (first surface mirror) hoặc bề mặt kim loại phẳng được đánh bóng, được đặt lệch tạo thành góc sao cho hai ảnh tạo bởi hệ gương phản chiếu có cùng khoảng cách tới camera kỹ thuật số,

camera kỹ thuật số được bố trí trong trường phản xạ của hệ gương phản chiếu và vị trí tương ứng với hướng của tia sáng phản chiếu từ hình ảnh của chai thủy tinh;

camera kỹ thuật số được bố trí cùng phía với hệ gương phản chiếu trong trường phản xạ của hệ gương phản chiếu và vị trí tương ứng với hướng tia sáng của hệ đèn chiếu đặt ở phía đối diện thu được góc quan sát tổng hợp lớn nhất từ hệ gương phản chiếu A2B1 đối với ảnh của chai thủy tinh qua bề mặt phản xạ thứ nhất A1B1 và qua bề mặt phản xạ thứ hai A2B2 là $180^\circ + 2\alpha$ với α là góc lệch giữa bề mặt phản xạ thứ nhất và bề mặt phản xạ thứ hai;

(ii) chiếu sáng chai thủy tinh cần kiểm tra bằng hệ đèn chiếu, và thu lại hình ảnh của chai thủy tinh này bằng camera kỹ thuật số; và

(iii) phân tích hình ảnh thu được bằng camera kỹ thuật số để phát hiện lỗi thân chai thủy tinh được kiểm tra.

Theo khía cạnh thứ hai, phương pháp phát hiện lỗi thân chai thủy tinh theo khía cạnh thứ nhất, trong đó camera kỹ thuật số là camera kỹ thuật số đơn sắc (monochrome digital camera) có ống kính thu được kích thước vật lý lỗi nhỏ nhất cần xác định trên thân chai thủy tinh lớn hơn gấp 3 lần kích thước vật lý của một điểm ảnh (pixel) của cảm biến trong camera kỹ thuật số đơn sắc.

Theo khía cạnh thứ ba, phương pháp phát hiện lỗi thân chai thủy tinh theo khía cạnh thứ hai, trong đó mối quan hệ giữa khoảng cách từ tâm chai thủy tinh có đường kính D tới hệ gương phản chiếu d_1 , khoảng cách từ ống kính của camera kỹ thuật số tới hệ gương phản chiếu d_2 , tiêu cự của ống kính f, kích thước vật lý của cảm biến trong camera kỹ thuật số w và góc lệch α giữa bề mặt phản xạ thứ nhất và bề mặt phản xạ thứ hai trong hệ gương phản chiếu là:

$$D \leq (d_1 + d_2) \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right) \leq 1,2 \times D = \frac{(d_1 + d_2)f}{2 \times (d_1 + d_2 + f)};$$

$$(d_1 + d_2) \times \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right) \times \frac{f}{(d_1 + d_2 + f)} \leq \frac{w}{2};$$

khoảng cách từ hệ đèn chiếu tới tâm chai thủy tinh là L có thể tùy biến theo kích thước chiều rộng r của hệ đèn chiếu phải đảm bảo điều kiện:

$$\frac{2L}{r} \geq 1,2 \times \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Các nguyên lý, đặc điểm thuận lợi của giải pháp hữu ích sẽ trở nên rõ ràng hơn từ phân mô tả sau đây với các hình vẽ minh họa kèm theo, trong đó:

Hình 1 là hình vẽ tổng thể phối cảnh của phương pháp phát hiện lỗi thân chai thủy tinh theo giải pháp hữu ích, thể hiện tổng thể bố trí hệ thống trong phương pháp và góc quan sát A2B1 của camera kỹ thuật số thu được đối với ảnh của chai thủy tinh từ hệ gương phản chiếu;

Hình 2 là hình vẽ tổng thể của phương pháp phát hiện lỗi thân chai thủy tinh theo giải pháp hữu ích, thể hiện sơ đồ nguyên lý tạo ảnh qua hệ gương phản chiếu và thu ảnh của camera kỹ thuật số;

Hình 3 là hình chụp thực tế của phương pháp phát hiện lỗi thân chai thủy tinh theo giải pháp hữu ích, thể hiện hình chụp thu được từ camera kỹ thuật số khi sử dụng kỹ thuật trường sáng;

Hình 4 là hình chụp thực tế của phương pháp phát hiện lỗi thân chai thủy tinh theo giải pháp hữu ích, thể hiện hình chụp thu được từ camera kỹ thuật số khi sử dụng kỹ thuật trường tối;

Mô tả chi tiết giải pháp hữu ích

Phương pháp phát hiện lỗi thân chai thủy tinh bao gồm các bước:

(i) bố trí buồng thu hình 1 có vỏ màu đen ở mặt trong và mặt ngoài, bao gồm camera kỹ thuật số 4 và chai thủy tinh 5 được bố trí ở giữa hệ gương phản chiếu 3 và hệ đèn chiếu 2, camera kỹ thuật số 4 hướng vào hệ gương phản chiếu 3 để thu hình ảnh phản xạ một cách chủ động các chai thủy tinh 5 cần kiểm tra, hệ đèn chiếu 2 và bề mặt

phản xạ của hệ gương phản chiếu 3 hướng vào nhau, chai thủy tinh 5 ở trước hệ đèn chiếu 2 và ở giữa hệ đèn chiếu 2 cùng camera kỹ thuật số 4.

Khác với các hệ thống quan sát không dùng gương phản xạ, về bản chất việc thu nhận hình ảnh là trực diện, vì vậy góc quan sát sẽ bị giới hạn giữa hai điểm đối diện đường kính chai, tương đương góc quan sát so với tâm chai là chỉ 180° . Việc bố trí camera kỹ thuật số 4 cùng phía với hệ gương phản chiếu 3 trong trường phản xạ của hệ gương phản chiếu 3 và vị trí tương ứng với hướng tia sáng của hệ đèn chiếu 2 đặt ở phía đối diện thu được góc quan sát tổng hợp lớn nhất từ hệ gương phản chiếu 3 A2B1 đối với ảnh của chai thủy tinh 5 qua bề mặt phản xạ thứ nhất 31 A1B1 và qua bề mặt phản xạ thứ hai 32 A2B2 lớn nhất có thể quan sát được là $180^\circ + 2\alpha$ với α là góc lệch giữa bề mặt phản xạ thứ nhất 31 và bề mặt phản xạ thứ hai 32, giúp hạn chế tối đa thiết bị mà vẫn quan sát để phát hiện lỗi nhiều nhất. Điều này cung cấp khả năng mới cho việc kiểm tra thân chai thủy tinh 5 khi mà với cách quan sát cổ điển không dùng gương phản xạ, camera kỹ thuật số 4 sẽ cần chụp ít nhất ba góc quanh thân chai (có thể là ba hệ camera hoặc chai thủy tinh 5 phải quay tròn tại vị trí kiểm tra, nghĩa là ít nhất ba bức ảnh) nhằm đảm bảo quan sát toàn bộ thân chai thủy tinh 5. Trong trường hợp sử dụng hệ gương đặt lệch, góc quan sát từ A2 tới B1 sẽ đảm bảo chỉ trong hai lần chụp ảnh, camera kỹ thuật số 4 sẽ quan sát được hoàn toàn thân chai thủy tinh 5 mà không bỏ sót khu vực nào.

Buồng thu hình 1 có vỏ màu đen ở mặt trong và mặt ngoài để tránh tác động phản xạ và tán xạ ánh sáng không mong muốn khi dây chuyền đóng chai và bản thân hệ đèn chiếu 2 hoạt động, vùng không gian giữa hệ đèn chiếu 2, camera kỹ thuật số 4 và dây chuyền đóng chai đưa chai thủy tinh 5 qua được ngăn cách bởi các mặt kính trong suốt 11 cho phép ánh sáng đi qua nhằm tránh bụi phát sinh trong quá trình dây chuyền đóng chai hoạt động, hơi của chất lỏng (nước, dầu) của dây chuyền đóng chai và các giọt bắn có thể dính vào các bề mặt phản xạ của hệ gương phản chiếu 3 và mặt ngoài ống kính 41 của camera kỹ thuật số 4.

Hệ đèn chiếu 2 có hai cụm chiếu sáng là cụm đèn trường sáng 21 và cụm đèn trường tối 22 tương ứng với hai kỹ thuật trường sáng và trường tối đặt phía sau chai thủy tinh 5 phía đối diện và phía sau camera kỹ thuật số 4. Cụm đèn trường sáng 21 dạng hộp hình chữ nhật bên trong chứa bảng đèn LED (Light Emitting Diode, LED) có tập hợp nhiều đèn LED bố trí theo các dãy song song, để đảm bảo tính đồng đều của ánh sáng chiếu qua vỏ chai thủy tinh 5, mặt trước hộp hình chữ nhật có tấm che nhựa acrylic

(polymetyl metacrylat, PMMA) màu trắng sữa như một màn tán sáng để phân tán chùm sáng loe của từng bóng đèn LED trong bảng đèn LED để vùng phân bố sáng tới camera kỹ thuật số 4 đảm bảo tính đồng đều tại mọi điểm, cụm đèn trường tới 22 có dạng hai dãy đèn LED nằm song song theo chiều dọc của chai thủy tinh 5 đang cần kiểm tra, hai dãy đèn LED này được bố trí ở hai bên cạnh ngoài của hộp hình chữ nhật chứa cụm đèn trường sáng 21.

Hệ đèn chiếu 2 sử dụng đèn LED đơn sắc với màu sắc tương đồng với màu thân chai thủy tinh 5, ví dụ thân chai thủy tinh 5 màu xanh dương nhạt thì sử dụng đèn LED màu xanh dương, màu sắc của thân chai thủy tinh 5 thể hiện vật liệu cấu thành hấp thụ bước sóng màu đó kém nhất trong phổ liên tục của ánh sáng trắng. Sử dụng đèn LED có màu sắc tương đồng giúp cho chùm sáng có thể dễ dàng xuyên qua thân chai thủy tinh 5, giúp việc hiển thị các lỗi ở thân chai thủy tinh 5 không bị ảnh hưởng quá nhiều bởi sự hấp thụ ánh sáng của thủy tinh. Đối với các thân chai thủy tinh 5 có tính trong suốt cao, hệ đèn chiếu 2 nên được ưu tiên sử dụng các loại đèn LED có bước sóng ngắn như màu xanh dương hoặc xanh lá cây, trong trường hợp này các bước sóng ngắn sẽ tán xạ mạnh hơn trên các đường nứt lỗi nhỏ giúp tối ưu hóa việc phát hiện lỗi bằng phần mềm sau này. Hệ đèn chiếu 2 sử dụng đèn LED giúp tận dụng khả năng hoạt động theo cơ chế xung của đèn LED, giảm rất nhiều năng lượng điện cần dùng để chiếu sáng và giúp giảm bớt nhiệt năng sinh ra so với khi sử dụng các loại đèn ở chế độ sáng liên tục. Với cơ chế hoạt động dạng xung, khi chai thủy tinh 5 trên dây chuyền đóng chai tiến vào vị trí cần kiểm tra tại buồng thu hình 1 và được xác nhận bởi các cảm biến tích hợp trên dây chuyền đóng chai (không được thể hiện trên hình vẽ), camera kỹ thuật số 4 sẽ phát tín hiệu chụp và kích hoạt hệ đèn chiếu 2 chiếu sáng, thời gian hệ đèn chiếu 2 sáng trong mỗi lần chụp hay còn gọi là độ rộng xung đèn phụ thuộc vào tốc độ di chuyển của dây chuyền đóng chai và sẽ được thiết lập từ đầu.

Độ rộng xung đèn được tính toán dựa trên tốc độ của dây chuyền đóng chai dựa trên nguyên lý: một điểm trên chai thủy tinh 5 khi đi qua vùng được chiếu sáng thì trong suốt quá trình đèn sáng tương ứng với độ rộng xung đèn, quãng đường di chuyển của điểm (là tích số của vận tốc dây chuyền đóng chai với độ rộng xung đèn) phải tương đương với đoạn thẳng mà khi tạo ảnh qua ống kính 41 lên cảm biến của camera kỹ thuật số 4 không dài quá 3 lần kích thước vật lý của một điểm ảnh trên cảm biến, điều này giúp cho sự nhòe do vật thể di chuyển trong lúc chụp sẽ nằm trong giới hạn cho phép và

tránh được sai sót trong việc phát hiện lỗi trên thân chai thủy tinh 5.

Hệ đèn chiếu 2 được điều khiển bởi bộ điều khiển đèn LED kiểm soát cường độ dòng điện đi qua các dây đèn LED, việc kiểm soát cường độ dòng điện thay vì hiệu điện thế là dựa vào tính chất phát quang của đèn LED, cường độ sáng của đèn LED phụ thuộc vào dòng điện đi qua đèn LED, nếu ngược lại, điều khiển bằng ổn định hiệu điện thế thì việc hoạt động trong thời gian dài dẫn tới nhiệt độ của đèn LED tăng lên, gián tiếp làm tăng điện trở và vì thế sẽ giảm cường độ dòng điện qua đèn LED, hậu quả của việc này là cường độ sáng của đèn LED sẽ bị giảm đi và sẽ không đảm bảo tính ổn định của kết quả kiểm chuẩn bằng quá trình xử lý hình ảnh sau đó. Cường độ dòng điện cần sử dụng cho hệ đèn chiếu 2 trong mỗi xung sẽ được điều chỉnh sao cho vùng tối nhất trên thân hệ đèn chiếu 2 trên ảnh thu được không dưới giá trị 100 trên thang độ xám và vùng sáng nhất không vượt quá 255 trên thang độ xám tương ứng với giá trị cường độ sáng của điểm ảnh trên cảm biến của camera kỹ thuật số 4.

Hệ gương phản chiếu 3 bao gồm hai gương phản xạ phẳng được tạo kết cấu sao cho không tạo hình ảnh phản xạ kép, là loại gương phản xạ trên bề mặt thứ nhất (first surface mirror) hoặc bề mặt kim loại phẳng được đánh bóng đảm bảo tính phản xạ, ảnh thu được từ gương sẽ tránh được sự phản xạ hai lần. Khác với các loại gương soi thông thường sử dụng kính làm bề mặt bảo vệ lớp tráng gương, thường được gọi là “mạ bạc”, lớp kính giúp bảo vệ lớp tráng gương bên dưới không bị trầy xước hay xuống cấp do các yếu tố môi trường như thời tiết, dầu vân tay, bụi bẩn nhưng khi ánh sáng truyền qua kính để chạm vào lớp tráng gương tạo ra hình ảnh khúc xạ hoặc bị uốn cong cũng như làm mất năng lượng, về cơ bản làm mờ và bóp méo sự phản chiếu, đồng thời phản xạ thứ cấp mờ nhạt cũng được tạo ra từ ánh sáng chiếu vào lớp kính hình ảnh phụ này được gọi là “hình ảnh ma” hoặc “hiệu ứng bóng ma”. Hệ gương phản chiếu 3 dùng loại gương phản xạ trên bề mặt thứ nhất hoặc bề mặt kim loại phẳng được đánh bóng sẽ tránh được việc phản xạ kép trên bề mặt kính và bề mặt phản xạ ở mặt sau trong các loại gương phản xạ thông thường khác, sự phản xạ kép này sẽ dẫn tới sự hình thành hai ảnh của chai thủy tinh 5 với hai biên bị chồng lên nhau khiến các cạnh biên của chai thủy tinh 5 trong ảnh thu được qua ống kính 41 của camera kỹ thuật số 4 sẽ mất đi tính chính xác và tương phản dẫn tới sai sót trong nhận diện hình ảnh bằng phần mềm xử lý ảnh sau này. Hệ gương phản chiếu 3 được đặt lệch tạo thành góc sao cho hai ảnh tạo bởi hệ gương phản chiếu 3 có cùng khoảng cách tới camera kỹ thuật số 4, điều này giúp hai

ảnh tạo bởi hệ gương phản chiếu 3 đạt được độ sắc nét như nhau trong hình ảnh thu được của camera kỹ thuật số 4. Để đạt được điều này thì:

Mối quan hệ giữa khoảng cách từ tâm chai thủy tinh 5 có đường kính D tới hệ gương phản chiếu 3 d_1 , khoảng cách từ ống kính 41 của camera kỹ thuật số 4 tới hệ gương phản chiếu 3 d_2 , tiêu cự của ống kính 41 f , kích thước vật lý của cảm biến trong camera kỹ thuật số 4 w và góc lệch α giữa bề mặt phản xạ thứ nhất 31 và bề mặt phản xạ thứ hai 32 trong hệ gương phản chiếu 3 là:

$$D \leq (d_1 + d_2) \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right) \leq 1,2 \times D = \frac{(d_1 + d_2)f}{2 \times (d_1 + d_2 + f)};$$

$$(d_1 + d_2) \times \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right) \times \frac{f}{(d_1 + d_2 + f)} \leq \frac{w}{2};$$

và khoảng cách từ hệ đèn chiếu 2 tới tâm chai thủy tinh 5 là L có thể tùy biến theo kích thước bề rộng r của hệ đèn chiếu 2 phải đảm bảo điều kiện:

$$\frac{2L}{r} \geq 1,2 \times \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

Camera kỹ thuật số 4 được bố trí trong trường phản xạ của hệ gương phản chiếu 3 và ở vị trí tương ứng với hướng của tia sáng phản chiếu từ hình ảnh của chai thủy tinh 5, trong đó để đảm bảo màu sắc của vật liệu cấu tạo thân chai thủy tinh 5 không ảnh hưởng đến quá trình phát hiện lỗi khi phân tích hình ảnh, sử dụng camera kỹ thuật số 4 là camera kỹ thuật số 4 đơn sắc (monochrome digital camera) ở đó hình ảnh thu được là ảnh xám không có màu. Kích thước vật lý dài nhất trên chai thủy tinh 5 theo chiều cao và đường kính thân cần phải hiển thị hoàn toàn trong vùng ảnh nhận bởi cảm biến ảnh của camera kỹ thuật số 4 đơn sắc, kích thước lỗi nhỏ nhất cần phát hiện sau khi tạo ảnh qua camera kỹ thuật số 4 đơn sắc bởi ống kính 41 phải có kích thước vật lý lớn hơn gấp 3 lần kích thước vật lý của một điểm ảnh của cảm biến trong camera kỹ thuật số 4 đơn sắc, điều này đảm bảo việc phát hiện lỗi bằng phần mềm sau này tránh được các sai sót do nhiễu sáng gây ra, kích thước vật lý của cảm biến ảnh và mỗi điểm ảnh của cảm biến sẽ dựa trên yêu cầu cụ thể về kích thước chai thủy tinh 5 và kích thước lỗi nhỏ nhất cần được phát hiện. Ống kính 41 sẽ được chọn dựa vào thông số cụ thể của loại chai thủy tinh 5 và dây chuyền đóng chai, đặc biệt là khoảng không gian cho phép bố trí các chi tiết của hệ thống như hệ đèn chiếu 2 và giới hạn không gian phía trên và hai bên của dây chuyền đóng chai.

(ii) chiếu sáng chai thủy tinh 5 cần kiểm tra bằng hệ đèn chiếu 2, và thu lại hình ảnh của các chai thủy tinh 5 này bằng camera kỹ thuật số 4.

Trong ảnh trường sáng, ở cùng một khung hình sẽ thấy được hai góc nhìn lệch nhau một góc gấp đôi độ lệch giữa hai bề mặt phản xạ của hệ gương phản chiếu 3 từ một phía của thân chai thủy tinh 5, đối tượng cần kiểm tra sẽ là chai ở giữa trong mỗi nửa khung hình.

Trong ảnh trường tối, hai cạnh bên và tình trạng vỏ chai thủy tinh 5 ở các rìa sẽ là đối tượng mà phần mềm kiểm tra tập trung vào. Do tính chất của góc chiếu nghiêng, các vị trí giới hạn giữa không khí và vỏ chai thủy tinh 5 sẽ được hiển thị rõ rệt với độ tương phản cao so với những phần còn lại, điều này giúp việc phát hiện lỗi bằng các thuật toán xử lý hình ảnh có thể đạt hiệu quả và tốc độ cao hơn.

(iii) phân tích hình ảnh thu được bằng camera kỹ thuật số 4 để phát hiện lỗi thân chai thủy tinh 5 được kiểm tra.

Toàn bộ ảnh sẽ được gửi về hệ thống máy tính chủ thông qua cổng USB 3.0, phần mềm sẽ đưa ra các quyết định “loại” thông qua sử dụng các thuật toán nhận diện và các tiêu chuẩn “lỗi” hoặc “không lỗi” được đưa ra ban đầu bởi nhà sản xuất nước đóng chai.

Tất cả các ảnh ở đó chai thủy tinh 5 bị xác nhận là “lỗi” sẽ được lưu lại theo các thư mục về loại lỗi và thời điểm phát hiện, điều này giúp việc thống kê lỗi và từ đó dự đoán nguồn gốc của lỗi trên các bước sản xuất sẽ có khả năng được thực hiện, giảm thiểu thời gian bảo trì sửa chữa dây chuyền đóng chai.

Ví dụ thực hiện giải pháp hữu ích

Qua quá trình nghiên cứu và thử nghiệm phương pháp phát hiện lỗi thân chai thủy tinh, việc mô tả dưới đây chỉ thực hiện cho một trong những phương án của giải pháp hữu ích.

Phương pháp phát hiện lỗi thân chai thủy tinh bao gồm các bước:

(i) bố trí buồng thu hình có vỏ màu đen ở mặt trong và mặt ngoài, bao gồm camera kỹ thuật số và chai thủy tinh được bố trí ở giữa hệ gương phản chiếu và hệ đèn chiếu, camera kỹ thuật số hướng vào hệ gương phản chiếu để thu hình ảnh phản xạ để thu hình ảnh phản xạ một cách chủ động các chai thủy tinh cần kiểm tra, hệ đèn chiếu và bề mặt

phản xạ của hệ gương phản chiếu hướng vào nhau, chai thủy tinh ở trước hệ đèn chiếu và ở giữa hệ đèn chiếu cùng camera kỹ thuật số.

Vùng không gian giữa hệ đèn chiếu, camera kỹ thuật số và dây chuyền đóng chai đưa chai thủy tinh qua được ngăn cách bởi các mặt kính trong suốt.

Hệ đèn chiếu có hai cụm chiếu sáng là cụm đèn trường sáng và cụm đèn trường tối tương ứng với hai kỹ thuật trường sáng và trường tối đặt phía sau chai thủy tinh phía đối diện và phía sau camera kỹ thuật số. Cụm đèn trường sáng dạng hộp hình chữ nhật bên trong chứa bảng đèn LED có tập hợp nhiều đèn LED bố trí theo các dãy song song, mặt trước hộp hình chữ nhật có tấm che nhựa acrylic màu trắng sữa, cụm đèn trường tối có dạng hai dãy đèn LED nằm song song theo chiều dọc của chai thủy tinh đang cần kiểm tra, hai dãy đèn LED này được bố trí ở hai bên cạnh ngoài của hộp hình chữ nhật chứa cụm đèn trường sáng.

Hệ đèn chiếu sử dụng đèn LED đơn sắc với màu sắc tương đồng với màu thân chai thủy tinh, chai thủy tinh được kiểm chuẩn thử có đường kính D là 61mm màu xanh dương nhạt và sử dụng đèn LED màu xanh dương.

Độ rộng xung đèn được tính toán dựa trên tốc độ của dây chuyền đóng chai dựa trên nguyên lý: một điểm trên chai thủy tinh khi đi qua vùng được chiếu sáng thì trong suốt quá trình đèn sáng tương ứng với độ rộng xung đèn, quãng đường di chuyển của điểm (là tích số của vận tốc dây chuyền đóng chai với độ rộng xung đèn) phải tương đương với đoạn thẳng mà khi tạo ảnh qua ống kính lên cảm biến của camera kỹ thuật số không dài quá 3 lần kích thước vật lý của một điểm ảnh trên cảm biến..

Hệ đèn chiếu được điều khiển bởi bộ điều khiển đèn LED kiểm soát cường độ dòng điện trong mỗi xung sẽ được điều chỉnh sao cho vùng tối nhất trên thân hệ đèn chiếu trên ảnh thu được không dưới giá trị 100 trên thang độ xám và vùng sáng nhất không vượt quá 255 trên thang độ xám tương ứng với giá trị cường độ sáng của điểm ảnh trên cảm biến của camera kỹ thuật số.

Hệ gương phản chiếu bao gồm hai gương phản xạ phẳng được tạo kết cấu sao cho không tạo hình ảnh phản xạ kép chọn loại gương phản xạ trên bề mặt thứ nhất (first surface mirror). Hệ gương phản chiếu được đặt lệch tạo thành góc sao cho hai ảnh tạo bởi hệ gương phản chiếu có cùng khoảng cách tới camera kỹ thuật số, điều này giúp hai

ảnh tạo bởi hệ gương phản chiếu đạt được độ sắc nét như nhau trong hình ảnh thu được của camera kỹ thuật số.

Mối quan hệ giữa khoảng cách từ tâm chai thủy tinh có đường kính D tới hệ gương phản chiếu d_1 là 110mm, ống kính của camera kỹ thuật số tới hệ gương phản chiếu d_2 là 250mm, tiêu cự của ống kính f là 8mm, kích thước vật lý của cảm biến trong camera kỹ thuật số là w và góc lệch α giữa bề mặt phản xạ thứ nhất và bề mặt phản xạ thứ hai trong hệ gương phản chiếu theo công thức là:

$$D \leq (d_1 + d_2) \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right) \leq 1,2 \times D = \frac{(d_1 + d_2)f}{2 \times (d_1 + d_2 + f)}$$

Thay các số liệu trên vào công thức: $61 \leq (110 + 250) \times \sin(\alpha/2) \leq 1,2 \times 61$

Tương đương: $61/360 \leq \sin(\alpha/2) \leq 73,2/360$

Từ đó góc lệch α giữa bề mặt phản xạ thứ nhất và bề mặt phản xạ thứ hai trong hệ gương phản chiếu: $19,51^\circ \leq \alpha \leq 23,46^\circ$

$$(d_1 + d_2) \times \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right) \times \frac{f}{(d_1 + d_2 + f)} \leq \frac{w}{2}$$

Thay các số liệu trên vào công thức: $(110 + 250) \times \sin(23,46^\circ/2) \times 8/(110 + 250 + 8) \leq w/2$

Từ đó, kích thước vật lý của cảm biến trong camera kỹ thuật số: $w \geq 3,18\text{mm}$

khoảng cách từ hệ đèn chiếu tới tâm chai thủy tinh L là 500mm có thể tùy biến theo kích thước bề rộng của hệ đèn chiếu r là 200mm phải đảm bảo điều kiện:

$$\frac{2L}{r} \geq 1,2 \times \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

Thay các số liệu trên vào công thức: $2 \times 500/200 \geq 1,2 \times \sin(23,46^\circ/2)$

Tương đương: $5 \geq 0,24$ (thoả mãn điều kiện)

Với cấu trúc hai gương đặt lệch, góc quan sát của camera kỹ thuật số đối với ảnh của chai thủy tinh qua bề mặt phản xạ thứ nhất $A1B1$ và qua bề mặt phản xạ thứ hai $A2B2$, góc quan sát của camera kỹ thuật số đối với ảnh của chai thủy tinh tổng hợp từ hệ gương phản chiếu $A2B1$ là $180^\circ + 2\alpha$ tương đương $226,92^\circ$ ($180^\circ + 2 \times 23,46^\circ$).

Camera kỹ thuật số được bố trí trong trường phản xạ của hệ gương phản chiếu và vị trí tương ứng với hướng của tia sáng phản chiếu từ hình ảnh của chai thủy tinh, trong đó để đảm bảo màu sắc của vật liệu cấu tạo thân chai thủy tinh không ảnh hưởng đến quá trình phát hiện lỗi khi phân tích hình ảnh, sử dụng camera kỹ thuật số là camera kỹ thuật số đơn sắc (monochrome digital camera) ở đó hình ảnh thu được là ảnh xám không có màu. Kích thước vật lý dài nhất trên chai thủy tinh theo chiều cao và đường kính thân cần phải hiển thị hoàn toàn trong vùng ảnh nhận bởi cảm biến ảnh của camera kỹ thuật số đơn sắc, kích thước lỗi nhỏ nhất cần phát hiện sau khi tạo ảnh qua camera kỹ thuật số đơn sắc bởi ống kính phải có kích thước vật lý lớn hơn gấp 3 lần kích thước vật lý của một điểm ảnh của cảm biến trong camera kỹ thuật số đơn sắc, điều này đảm bảo việc phát hiện lỗi bằng phần mềm sau này tránh được các sai sót do nhòe sáng gây ra.

(ii) chiếu sáng chai thủy tinh cần kiểm tra bằng hệ đèn chiếu, và thu lại hình ảnh của chai thủy tinh này bằng camera kỹ thuật số như trên hình 2.

Trong ảnh trường sáng như trên hình 3, ở cùng một khung hình sẽ thấy được hai góc nhìn lệch nhau một góc gấp đôi độ lệch giữa hai bề mặt phản xạ của hệ gương phản chiếu từ một phía của thân chai thủy tinh, đối tượng cần kiểm tra sẽ là chai ở giữa trong mỗi nửa khung hình.

Trong ảnh trường tối như trên hình 4, hai cạnh bên và tình trạng vỏ chai thủy tinh ở các rìa sẽ là đối tượng mà phần mềm kiểm tra tập trung vào. Do tính chất của góc chiếu nghiêng, các vị trí giới hạn giữa không khí và vỏ chai thủy tinh sẽ được hiển thị rõ rệt với độ tương phản cao so với những phần còn lại, điều này giúp việc phát hiện lỗi bằng các thuật toán xử lý hình ảnh có thể đạt hiệu quả và tốc độ cao hơn.

(iii) phân tích hình ảnh thu được bằng camera kỹ thuật số để phát hiện lỗi thân chai thủy tinh được kiểm tra.

Toàn bộ ảnh được gửi về hệ thống máy tính chủ thông qua cổng USB 3.0, phần mềm sẽ đưa ra các quyết định “loại” thông qua sử dụng các thuật toán nhận diện và các tiêu chuẩn “lỗi” hoặc “không lỗi” được đưa ra ban đầu bởi nhà sản xuất nước đóng chai.

Tất cả các ảnh ở đó chai thủy tinh bị xác nhận là “lỗi” sẽ được lưu lại theo các thư mục về loại lỗi và thời điểm phát hiện, điều này giúp việc thống kê lỗi và từ đó dự đoán nguồn gốc của lỗi trên các bước sản xuất sẽ có khả năng được thực hiện, giảm thiểu thời gian bảo trì sửa chữa dây chuyền đóng chai.

Hiệu quả đạt được của giải pháp hữu ích

Nhờ có phương pháp phát hiện lỗi thân chai thuỷ tinh theo giải pháp hữu ích sẽ đã đạt được các lợi ích:

Hệ thống thiết bị sử dụng theo phương pháp đơn giản, tiết kiệm chi phí đầu tư, vận hành mà vẫn đảm bảo tính chính xác và hiệu quả.

Nhờ sử dụng hệ gương phản chiếu gồm hai bề mặt phản xạ được đặt lệch dẫn đến giảm thiểu số ảnh cần thiết để quan sát toàn bộ khu vực cần kiểm tra sẽ giúp gia tăng tốc độ xử lý và đáp ứng được yêu cầu của dây chuyền đóng chai.

Danh sách các số chỉ dẫn:

- | | |
|------|-------------------------|
| (1) | Buồng thu hình |
| (11) | Mặt kính trong suốt |
| (2) | Hệ đèn chiếu |
| (21) | Cụm đèn trường sáng |
| (22) | Cụm đèn trường tối |
| (3) | Hệ gương phản chiếu |
| (31) | Bề mặt phản xạ thứ nhất |
| (32) | Bề mặt phản xạ thứ hai |
| (4) | Camera kỹ thuật số |
| (41) | Ống kính |
| (5) | Chai thuỷ tinh |

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp phát hiện lỗi thân chai thủy tinh bao gồm các bước:

(i) bố trí buồng thu hình (1) có vỏ màu đen ở mặt trong và mặt ngoài, bao gồm hệ đèn chiếu (2), hệ gương phản chiếu (3), camera kỹ thuật số (4) và các chai thủy tinh (5) cần kiểm tra, trong đó,

camera kỹ thuật số (4) và chai thủy tinh (5) được bố trí ở giữa hệ gương phản chiếu (3) và hệ đèn chiếu (2), camera kỹ thuật số (4) hướng vào hệ gương phản chiếu (3) để thu hình ảnh phản xạ một cách chủ động các chai thủy tinh (5) cần kiểm tra, hệ đèn chiếu (2) và bề mặt phản xạ của hệ gương phản chiếu (3) hướng vào nhau, các chai thủy tinh (5) ở giữa camera kỹ thuật số (4), hệ gương phản chiếu (3) và hệ đèn chiếu (2) ở phía còn lại,

hệ đèn chiếu (2) có hai cụm chiếu sáng là cụm đèn trường sáng (21) và cụm đèn trường tối (22) tương ứng với hai kỹ thuật trường sáng và trường tối,

hệ gương phản chiếu (3) bao gồm hai gương phản xạ phẳng được tạo kết cấu sao cho không tạo hình ảnh phản xạ kép, là loại gương phản xạ trên bề mặt thứ nhất (first surface mirror) hoặc bề mặt kim loại phẳng được đánh bóng, được đặt lệch tạo thành góc lệch α sao cho hai ảnh tạo bởi hệ gương phản chiếu (3) có cùng khoảng cách tới camera kỹ thuật số (4),

camera kỹ thuật số (4) là camera kỹ thuật số đơn sắc (monochrome digital camera) được bố trí cùng phía với hệ gương phản chiếu (3) trong trường phản xạ của hệ gương phản chiếu (3) và vị trí tương ứng với hướng tia sáng của hệ đèn chiếu (2) đặt ở phía đối diện thu được góc quan sát tổng hợp lớn nhất từ hệ gương phản chiếu (3) A2B1 đối với ảnh của chai thủy tinh (5) qua bề mặt phản xạ thứ nhất (31) A1B1 và qua bề mặt phản xạ thứ hai (32) A2B2 là $180^\circ + 2\alpha$ với α là góc lệch giữa bề mặt phản xạ thứ nhất (31) và bề mặt phản xạ thứ hai (32);

(ii) chiếu sáng chai thủy tinh (5) cần kiểm tra bằng hệ đèn chiếu (2), và thu lại hình ảnh của chai thủy tinh (5) này bằng camera kỹ thuật số (4); và

(iii) phân tích hình ảnh thu được bằng camera kỹ thuật số (4) để phát hiện lỗi thân chai thủy tinh (5) được kiểm tra.

2. Phương pháp phát hiện lỗi thân chai thủy tinh theo điểm 1, trong đó camera kỹ thuật số (4) có ống kính (41) thu được kích thước vật lý lỗi nhỏ nhất cần xác định trên thân chai thủy tinh (5) lớn hơn gấp 3 lần kích thước vật lý của một điểm ảnh (pixel) của cảm biến trong camera kỹ thuật số (4) đơn sắc.

3. Phương pháp phát hiện lỗi thân chai thủy tinh theo điểm 2, trong đó mối quan hệ giữa khoảng cách từ tâm chai thủy tinh (5) có đường kính D tới hệ gương phản chiếu (3) d_1 , ống kính (41) của camera kỹ thuật số (4) tới hệ gương phản chiếu (3) d_2 , tiêu cự của ống kính (41) f , kích thước vật lý của cảm biến trong camera kỹ thuật số (4) w và góc lệch α giữa bề mặt phản xạ thứ nhất (31) và bề mặt phản xạ thứ hai (32) trong hệ gương phản chiếu (3) là:

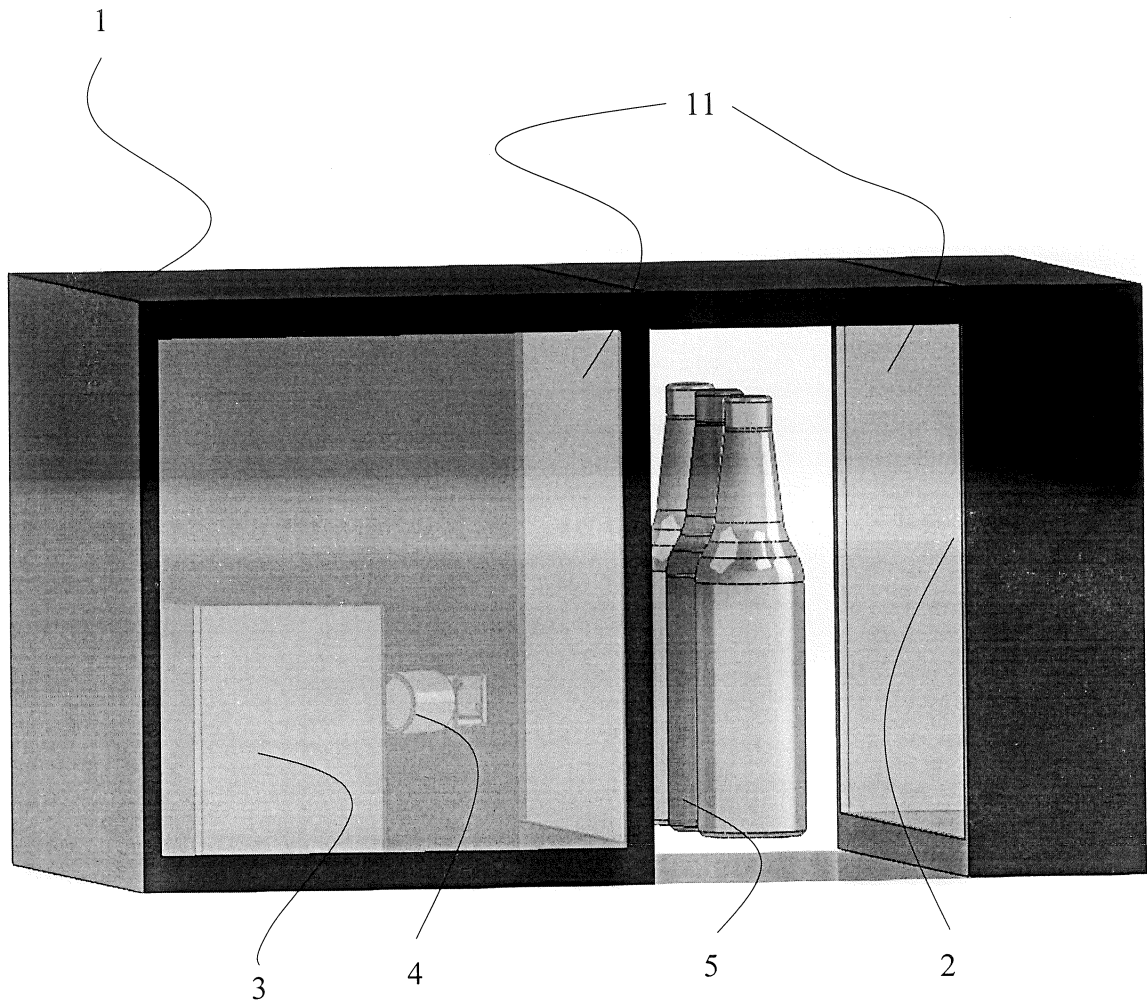
$$D \leq (d_1 + d_2) \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right) \leq 1,2 \times D = \frac{(d_1 + d_2)f}{2 \times (d_1 + d_2 + f)};$$

$$(d_1 + d_2) \times \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right) \times \frac{f}{(d_1 + d_2 + f)} \leq \frac{w}{2};$$

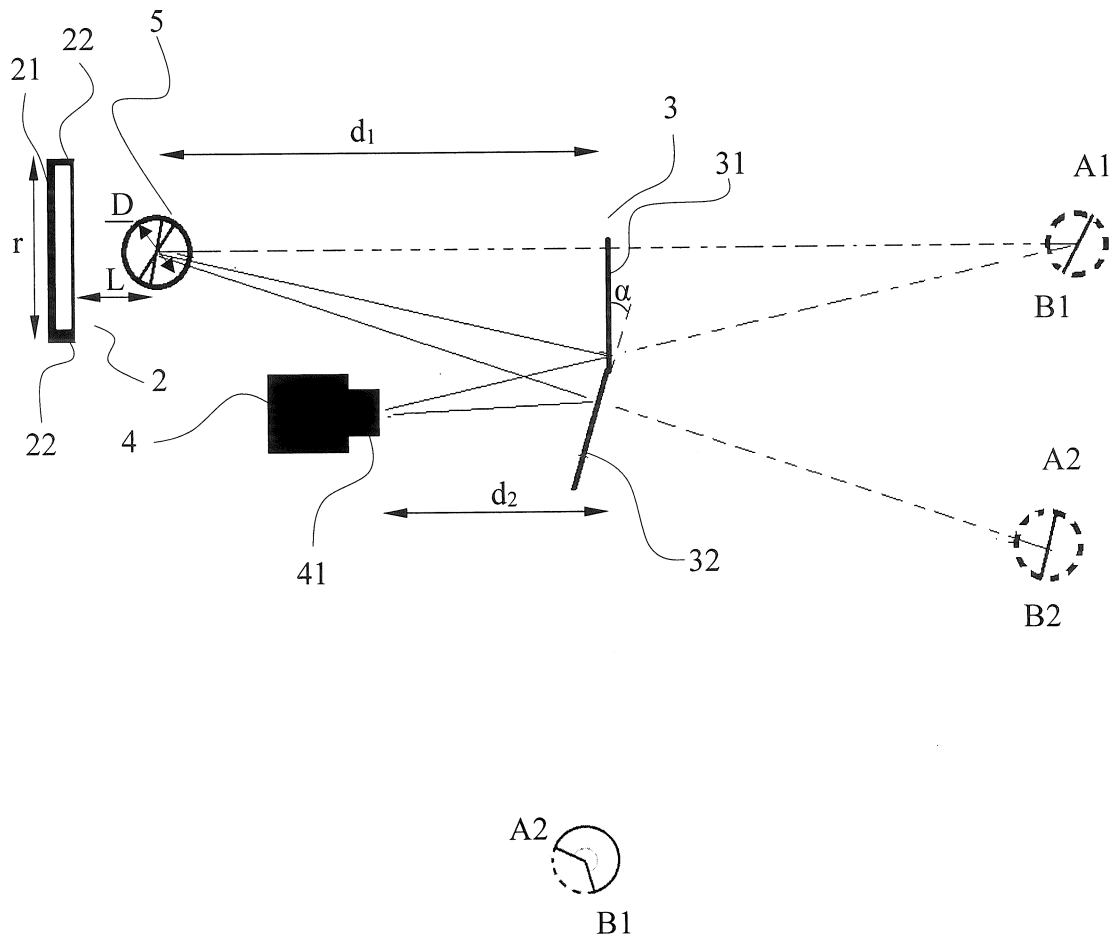
và khoảng cách từ hệ đèn chiếu (2) tới tâm chai thủy tinh (5) là L có thể tùy biến theo kích thước bề rộng r của hệ đèn chiếu (2) đảm bảo điều kiện:

$$\frac{2L}{r} \geq 1,2 \times \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right).$$

1/4



Hình 1



Hình 2

3/4



Hình 3

4/4



Hình 4