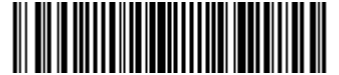




(12) **BẢN MÔ TẢ GIẢI PHÁP HỮU ÍCH THUỘC BẢNG ĐỘC QUYỀN
GIẢI PHÁP HỮU ÍCH**

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

(11)



2-0002516

(51)⁷ **G01L 1/24; A01G 1/00**

(13) **Y**

(21) 2-2013-00226

(22) 10/09/2013

(45) 25/11/2020 392

(43) 25/12/2013 309A

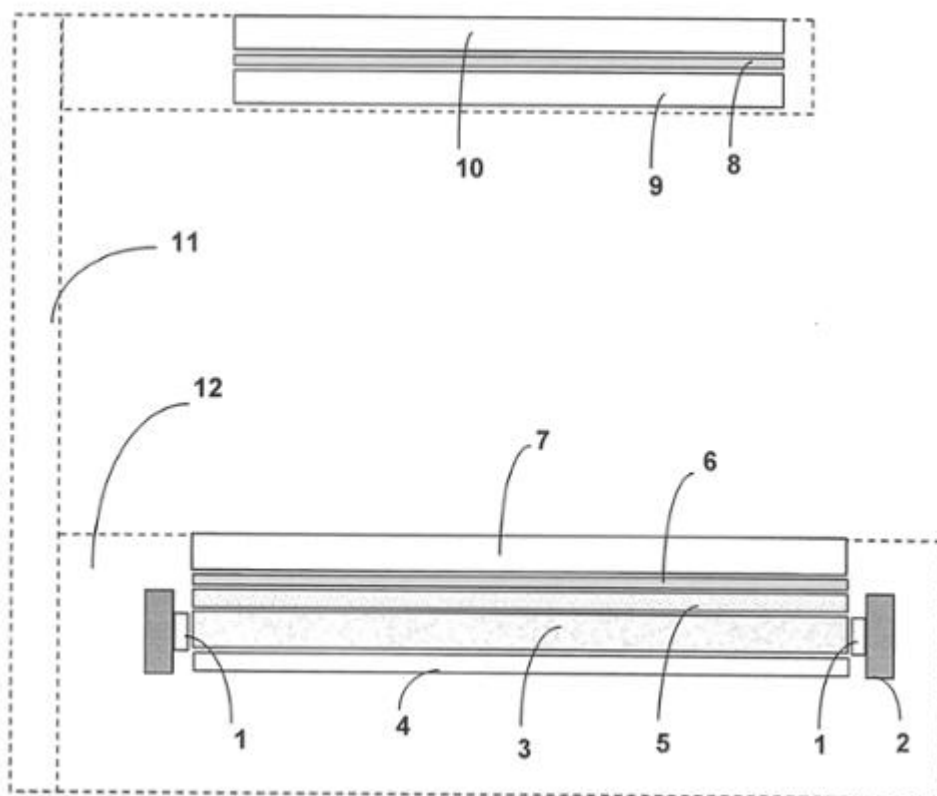
(73) Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội (VN)

Số 1 Đại Cồ Việt, quận Hai Bà Trưng, thành phố Hà Nội

(72) Phạm Hồng Dương (VN); Phạm Thành Huy (VN); Dương Thị Giang (VN).

(54) **THIẾT BỊ SOI ỨNG LỰC THỦY TINH SỬ DỤNG ĐÈN LED PHẪNG PHÁT ÁNH
SÁNG TRẮNG VÀ TẮM PHÂN CỰC TRÒN**

(57) Giải pháp hữu ích đề cập đến thiết bị soi ứng lực sử dụng đèn LED (linh kiện diốt phát quang) phẳng phát ánh sáng trắng để chiếu sáng thay cho các nguồn sáng khác. Thiết bị soi ứng lực sử dụng đèn LED theo giải pháp hữu ích bao gồm: đèn LED phẳng (12) phát ánh sáng trắng phân bố đều nhờ vào cấu trúc dẫn sáng và chiết sáng của tấm (3). Trên mặt của đèn LED được đặt một tấm phân cực tròn (6). Một tấm phân cực tròn khác (8) được gắn lên phía trên buồng soi ứng lực. Hai tấm phân cực tròn tạo thành một cặp phân cực bổ sung, ngăn không cho ánh sáng từ đèn LED trắng đi qua, ngay cả khi có mẫu thủy tinh đồng nhất đặt trong buồng soi. Tại vị trí của mẫu có ứng lực dư, ánh sáng có thể truyền qua tấm phân cực. Cường độ của ánh sáng truyền qua tăng lên tại vị trí có ứng lực dư của mẫu thủy tinh, còn màu sắc phụ thuộc vào cấu trúc phổ của nguồn sáng. Nhờ việc sử dụng đèn LED phẳng có phân bố đồng đều, vị trí có ứng lực dư của mẫu thủy tinh được xác định chính xác hơn các giải pháp cổ điển. Thiết bị có cấu trúc gọn nhẹ và tiết kiệm năng lượng hơn so với các thiết bị sử dụng bóng đèn sợi đốt.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Giải pháp hữu ích đề cập đến lĩnh vực kỹ thuật và kết cấu thiết bị soi ứng lực sử dụng đèn LED phẳng phát ánh sáng trắng để chiếu sáng thay vì cho các nguồn sáng khác. Giải pháp này cho phép chế tạo một chủng loại loại thiết bị soi ứng lực có một số tính năng vượt trội hơn hẳn các loại thiết bị sử dụng bóng đèn sợi đốt như: vị trí có ứng lực dư rõ ràng hơn, tiết kiệm điện, không nóng, kích thước nhỏ gọn, kiểu dáng đẹp.

Tình trạng kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Thiết bị soi ứng lực được chế tạo để quan sát và đo ứng lực trong thủy tinh hoặc các vật liệu quang đàn hồi khác. Khi vật liệu quang đàn hồi đẳng hướng chịu một áp lực nào đó từ bên ngoài hoặc từ bên trong sau khi đông đặc, ứng lực tạo ra sẽ làm vật liệu trở thành dị hướng và vị trí có ứng lực sẽ có tính lưỡng chiết. Với thiết bị soi ứng lực, chúng ta có thể xác định một cách định tính hoặc định lượng được mức độ dị hướng bằng cách quan sát độ lưỡng chiết. Thiết bị soi ứng lực thông thường bao gồm một hệ thống chiếu sáng, hai tấm phân cực tròn trái và phân cực tròn phải được bố trí sao cho ánh sáng không thể lọt qua (trường tối), khi không có mẫu hoặc mẫu quan sát không có ứng lực dư. Khi đặt mẫu thủy tinh có ứng lực dư tại một vị trí nào đó, hiệu ứng lưỡng chiết sẽ làm thay đổi pha giữa hai thành phần E_x và E_y của vector điện trường $\vec{E}$ của ánh sáng đi qua mẫu làm cho ánh sáng có thể truyền qua tấm phân cực thứ hai. Cường độ của ánh sáng truyền qua tỷ lệ thuận với ứng lực của mẫu khi ánh sáng sử dụng là ánh sáng đơn sắc. Trong trường hợp ánh sáng từ nguồn sáng là tổ hợp của nhiều bước sóng khác nhau, hình ảnh truyền qua của vị trí có ứng lực dư sẽ có nhiều màu sắc và phân bố ở các vị trí khác nhau tùy theo hình dạng và kích thước của vùng có ứng lực. Các thiết bị soi ứng lực cổ điển sử dụng bóng đèn sợi đốt làm nguồn sáng. Bóng sợi đốt có nhược điểm là hiệu suất thấp, tiêu thụ năng lượng điện nhiều, tỏa nhiệt nhiều làm nóng mặt người sử dụng. Hơn nữa, để có thể tạo ra mặt phát sáng có diện tích lớn, cấu trúc của thiết bị rất cồng kềnh do đèn sợi đốt là nguồn sáng điểm, cần một hệ thống quang học phức tạp để phân phối luồng sáng một cách đều đặn cho người quan sát.

Đã có giải pháp dùng đèn LED phát ánh sáng màu xanh lục bước sóng từ 510 nm đến 540 nm làm nguồn sáng cho phân cực kế có cấu trúc hai tấm phân cực thẳng và một tấm $\frac{1}{4}$ bước sóng (sáng chế US 7061612 B2 do Johnston của Hãng Osram Sylvania đề xuất năm 2006). Giải pháp này không thích hợp với các mẫu có ứng lực nhỏ (ví dụ như mẫu thủy tinh mỏng), bởi vì khi đó, độ lệch pha giữa hai thành phần vectơ điện trường E_x và E_y chưa đủ lớn để tạo ra một vân giao thoa, làm cơ sở để tính ứng lực. Hơn nữa, bề mặt quan sát của thiết bị do Johnston đề xuất có kích thước rất nhỏ (50x50 mm) và cường độ sáng yếu (1200 cd/m^2) so với kích thước $160 \times 220 \text{ mm}^2$ và cường độ mạnh (4500 cd/m^2) của thiết bị đề xuất bởi giải pháp hữu ích. Hai điều khác biệt chủ yếu của giải pháp hữu ích so với giải pháp của Johnston bao gồm việc sử dụng hai tấm phân cực tròn thay cho hai tấm phân cực thẳng cùng với tấm $\frac{1}{4}$ bước sóng, và việc sử dụng đèn LED trắng thay cho đèn LED đơn sắc của Johnston. Sau đây, chúng tôi sẽ mô tả chi tiết cấu trúc của thiết bị sẽ chế tạo theo đề xuất của giải pháp mới, cho phép quan sát các vùng có ứng lực dư của mẫu thủy tinh có kích thước lớn và ứng lực nhỏ như phích nước đã qua lò ủ để khử ứng suất.

Bản chất kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Mục đích của giải pháp hữu ích này là sử dụng một phương pháp chiếu sáng mới để tăng cường độ nhạy khi quan sát ứng lực dư của mẫu thủy tinh như ruột phích nước khi chưa tráng bạc, ống thủy tinh dùng làm bóng đèn compact sau khi gia công, nhằm kiểm soát chất lượng của các sản phẩm trung gian này trước khi đưa vào các khâu chế tạo khác.

Mặt khác, kết cấu sử dụng đèn LED phẳng do giải pháp này đưa ra cho phép giảm bớt được kích thước và trọng lượng của thiết bị soi ứng lực, đồng thời cho phép tiết kiệm điện năng được 20 lần so với giải pháp cổ điển sử dụng đèn sợi đốt làm nguồn chiếu sáng.

Nhằm đạt được mục đích nêu trên, giải pháp hữu ích đưa ra một thiết kế với cấu trúc đèn chiếu sáng hoàn toàn mới, trong đó dãy LED chiếu sáng được bố trí ở phía dưới thiết bị. Ánh sáng từ dãy LED được chiếu vào hai cạnh của một tấm dẫn sáng (3) làm bằng vật liệu quang học có in một ma trận các điểm chiết sáng (light extractor) có hàm phân bố mật độ phù hợp tạo ra một nguồn sáng đồng đều. Để tăng thêm tính đồng đều của mặt sáng, một tấm tán xạ mịn (5) có pha bột TiO_2 kích thước dưới $1 \mu\text{m}$, được đặt lên trên tấm dẫn sáng, tạo thành một mặt chiếu sáng có độ đồng đều cao. Trên mặt tấm tán xạ được đặt một tấm phân cực tròn (6) và trên đó là một tấm kính bảo vệ. Một tấm phân cực tròn khác (8) được kẹp trong hai tấm kính bảo vệ

và gắn lên phía trên buồng soi ứng lực mẫu vật. Hai tấm phân cực tròn (6, 8) tạo thành một cặp phân cực bổ sung là phân cực tròn trái và phân cực tròn phải. Cặp phân cực này sẽ ngăn không cho ánh sáng từ đèn LED đi qua, ngay cả khi có mẫu thủy tinh đồng nhất đặt trong buồng soi ứng lực. Khi mẫu thủy tinh có ứng lực dư, nó sẽ trở thành có tính lưỡng chiết và làm thay đổi pha giữa hai thành phần E_x và E_y của vector điện trường $\vec{E}$ của ánh sáng truyền qua mẫu làm cho ánh sáng có thể truyền qua tấm phân cực. Cường độ và màu sắc của ánh sáng truyền qua tăng lên tại vị trí có ứng lực dư của mẫu thủy tinh. Khi ứng lực dư của mẫu thủy tinh nhỏ đến mức không đủ để tạo ra một vân giao thoa, sự thay đổi màu sắc của vùng có ứng lực cho ta thông tin về độ lớn và vị trí của nó. Sự thay đổi màu sắc này chỉ xảy ra khi ánh sáng chiếu qua mẫu là tổ hợp của nhiều bước sóng khác nhau, ví dụ như phổ đèn LED trắng (vẽ trên Hình 3), trong đó bao gồm một vạch phát xạ mạnh màu xanh lam tại 470 nm và một dải phát xạ rộng 120 nm có đỉnh tại 580 nm, chứa các màu xanh lục, vàng và đỏ.

Nói tóm lại, thiết bị soi ứng lực sử dụng đèn LED do giải pháp này đề xuất là một thiết bị đặc chủng có độ nhạy cao, ứng dụng để quan sát định tính ứng lực nhỏ của các mẫu vật thủy tinh có kích thước lớn, không quan sát được bởi các thiết bị thông thường như phân cực kế thương mại. Giải pháp này cũng ưu việt hơn các giải pháp trước đây ở chỗ sử dụng đèn LED phẳng có mật độ sáng cao, đồng đều, tiết kiệm năng lượng và tuổi thọ cao.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1 là hình vẽ mặt cắt ngang mô tả cấu trúc của thiết bị soi ứng lực dùng đèn LED trắng kết hợp với hai tấm phân cực tròn trái và tròn phải của giải pháp hữu ích do chúng tôi đề xuất.

Hình 2 là hình vẽ phối cảnh của thiết bị với một mẫu cần soi ứng lực.

Hình 3 biểu diễn phổ phát xạ của đèn LED trắng.

Hình 4 là ảnh chụp của mẫu vật có ứng lực dư đặt trong thiết bị soi ứng lực của giải pháp này.

Mô tả chi tiết giải pháp hữu ích

Giải pháp hữu ích này liên quan đến thiết bị soi ứng lực dùng đèn LED trắng 12 kết hợp với hai tấm phân cực tròn trái 6 và tròn phải 8 vẽ trên Hình 1.

Dây LED trắng 1 được gắn trên dải mạch in nhôm dùng làm tản nhiệt 2, tất cả được gắn trong hộp đèn 12, dây LED được cấp điện bằng một nguồn nuôi một chiều (không vẽ). Ánh sáng từ dây LED được chiếu vào tấm dẫn sáng 3 từ hai phía. Để lấy được ánh sáng ra ngoài, một ma trận các chấm chiết sáng được in hoặc khắc bằng tia laze lên tấm dẫn sáng. Mật độ của các chấm chiết sáng tăng dần từ ngoài vào đến trung tâm nhằm tạo ra phân bố cường độ sáng đều đặn trên toàn bộ phần diện tích lấy ánh sáng ra. Mặt dưới của tấm dẫn sáng được đặt một tấm phản xạ 4 để hắt sáng lên phía trên, tăng cường độ sáng. Mặt trên tấm dẫn sáng được đặt một tấm tán xạ 5 để làm mờ các chấm chiết sáng, tạo ra một mặt chiếu sáng mịn và đồng đều. Ánh sáng đi ra từ mặt phát sáng này không phân cực, có nghĩa là định hướng của vector điện trường $\vec{E}$ của ánh sáng là như nhau với tất cả các hướng. Để tạo ra ánh sáng phân cực, một tấm phân cực tròn 6 được đặt lên trên bề mặt tấm tán xạ. Tấm phân cực tròn cấu tạo từ một tấm phân cực thẳng ghép với tấm giữ chậm pha $\frac{1}{4}$ bước sóng với góc tạo thành giữa trục quang học của 2 tấm là 45° . Phần ánh sáng truyền qua (khoảng 40% cường độ) sẽ có phân cực tròn phải (khi vector điện trường $\vec{E}$ của ánh sáng quay theo chiều kim đồng hồ) hoặc phân cực tròn trái (khi vector điện trường $\vec{E}$ của ánh sáng quay ngược chiều kim đồng hồ). Khi ánh sáng truyền qua hai tấm phân cực bổ sung (trái và phải), cường độ chùm sáng sẽ suy giảm đáng kể, tạo nên trường tối trong thiết bị soi ứng lực. Cặp phân cực bổ sung trong thiết bị này được cấu tạo từ hai tấm phân cực 6 và 8. Hai tấm thủy tinh bảo vệ 7 và 9 được lựa chọn sao cho không ảnh hưởng đến tính chất phân cực của thiết bị (không có tính lưỡng chiết). Mẫu cần quan sát được đặt ở buồng soi ứng lực nằm giữa hai phần trên và dưới của thiết bị, được cố định với nhau qua một kết cấu cơ khí 11. Khi mẫu thủy tinh có ứng lực dư hoặc chịu tác động của ngoại lực, thủy tinh sẽ trở thành có tính lưỡng chiết và làm thay đổi pha giữa hai thành phần E_x và E_y của vector điện trường $\vec{E}$ của ánh sáng truyền qua mẫu, làm cho ánh sáng từ phân cực tròn trở thành phân cực ellip và có thể truyền qua tấm phân cực. Cường độ và màu sắc của ánh sáng truyền qua tăng lên tại vị trí có ứng lực dư của mẫu thủy tinh. Khi ứng lực dư của mẫu thủy tinh nhỏ đến mức không đủ để tạo ra một vân giao thoa, sự thay đổi màu sắc của vùng có ứng lực cho ta thông tin về độ lớn và vị trí của nó. Màu sắc của ánh sáng truyền qua còn phụ thuộc vào cấu trúc phổ của ánh sáng từ đèn chiếu sáng. Nếu đèn chiếu sáng là đèn sợi đốt như trong các thiết bị cổ điển, phổ phát xạ của đèn là phổ phát xạ của vật đen tuyệt đối có nhiệt độ 2900 °K, vì thế màu sắc chủ đạo sẽ chuyển từ vàng sang đỏ. Để cân bằng cấu trúc phổ, người ta phải sử dụng thêm bộ lọc sắc màu xanh lam để giảm bớt phần đỏ. Giải pháp này làm giảm cường độ sáng của đèn một lượng đáng kể. Trong trường hợp phải tăng

độ chính xác khi đo ứng lực, bộ lọc sắc màu xanh lục được sử dụng để tạo ánh sáng đơn sắc. Giải pháp của chúng tôi đáp ứng trường hợp tạo ra hình ảnh đa màu sắc do việc sử dụng LED trắng đa sắc có phổ phát xạ vẽ trên Hình 3.

Hình 2 là hình vẽ phối cảnh thiết bị soi ứng lực của giải pháp hữu ích với tấm kính bảo vệ 7 tránh cho tấm phân cực khỏi bị xây xước, hộp đèn LED 12 được gắn phần trên của thiết bị qua thanh giữ 11. Mẫu quan sát được đặt trên mặt kính 7.

Trên Hình 3 là phổ phát xạ của LED trắng dùng trong giải pháp hữu ích, trong đó bao gồm một vạch phổ mạnh màu xanh lam tại bước sóng 470 nm và một dải phổ rộng 120 nm trải dài từ vùng xanh lục đến vùng đỏ, có đỉnh tại 580 nm. Như vậy màu sắc của vùng có ứng lực quan sát được sẽ là tổ hợp của hai dải màu trên, tùy theo độ lớn của ứng lực.

Trong một phiên bản tùy chọn, LED trắng có thể được thay bằng LED màu đơn sắc xanh lá cây như trong một giải pháp trước đây do Johnston đề xuất. Tuy nhiên, giải pháp hữu ích vẫn có nhiều ưu điểm hơn giải pháp của Johnston, như sẽ mô tả trong phần hiệu quả đạt được của giải pháp hữu ích.

Trên hình 4 là ảnh chụp một mẫu vật liệu quang học có ứng lực dư. Ánh sáng nền nơi không có mẫu 13 có màu tím, là tổ hợp của ánh sáng màu xanh lam và màu đỏ lọt qua, do điều kiện tạo phân cực tròn của tổ hợp phân cực thẳng và tấm $\frac{1}{4}$ bước sóng chỉ chính xác với ánh sáng màu vàng. Trên mẫu vật chúng ta quan sát thấy một số dải biến dạng màu từ xanh lam 14 đến đỏ 15 và những vùng sáng trắng 16. Trong đó, những nơi có ứng lực nhỏ sẽ thể hiện bằng những dải màu từ xanh lam đến đỏ, tùy thuộc vào độ dày mỏng của mẫu vật liệu. Tại những khu vực có ứng lực dư lớn hoặc quang trình dài, tất cả các dải màu đều có thể truyền qua, tổ hợp lại thành màu trắng.

Ví dụ thực hiện giải pháp hữu ích

Một ví dụ về mẫu thiết bị soi ứng lực thực hiện theo cấu trúc đề xuất bởi giải pháp này có các thông số sau đây: mỗi dãy LED được cấu tạo từ các LED trắng SMD 5630 Samsung Model: SPMWHT5225D5WAW0S0, mỗi chiếc có công suất 0,2 W. Tổng công suất của đèn LED sử dụng cho thiết bị này là 6 W, cho ta quang thông là 450 lm. Với kích thước mặt sáng là 160 mm x 220 mm thì độ chói của mặt sáng là 4500 cd/m² khi quan sát thẳng góc (khi không có tấm phân cực).

Tấm phân cực tròn sử dụng trong giải pháp này là tấm phân cực do hãng Polaroid chế tạo, sử dụng trong công nghệ chiếu phim 3D, được bán trên thị trường quốc tế. Để giảm hiện tượng phản xạ gây ra bởi các lớp phân cách giữa các tấm bảo vệ bằng thủy tinh và tấm phân cực, thì công nghệ dán thích hợp đã được sử dụng để dán ba tấm 8, 9 và 10 với nhau mà không gây nên ứng lực. Thiết bị này đã được thử nghiệm và cho chúng tôi kết quả với các tính năng vượt trội hơn hẳn so với các thiết bị soi ứng lực cổ điển.

Hiệu quả đạt được của giải pháp hữu ích

So với thiết bị soi ứng lực truyền thống sử dụng bóng sợi đốt, giải pháp dùng LED trắng cho hiệu suất chiếu sáng cao hơn khoảng 20 lần, tuổi thọ cao gấp khoảng 25 lần. Thiết bị soi ứng lực sử dụng bóng đèn dây tóc làm nóng mặt người dùng, trong khi giải pháp hữu ích dùng đèn LED hầu như giảm được hoàn toàn hiện tượng tỏa nhiệt xung quanh mặt quan sát, không gây bất tiện cho người sử dụng.

So với thiết bị do Johnston đề xuất, thiết bị chế tạo theo giải pháp này cho độ sáng gấp 3,75 lần. Hơn nữa, thiết bị do giải pháp này đề ra còn thích hợp soi các mẫu vật liệu có ứng lực nhỏ hơn ít nhất 5 lần so với thiết bị do Johnston đề xuất.

So với thiết bị do Johnston đề xuất, thiết bị chế tạo theo giải pháp này còn cho phép quan sát các mẫu vật có thể tích lớn hơn khoảng 100 lần mà vẫn giữ được kết cấu gọn nhẹ.

Yêu cầu bảo hộ

1. Thiết bị soi ứng lực sử dụng đèn LED phẳng phát ánh sáng trắng cho vật liệu thủy tinh bao gồm các bộ phận sau:

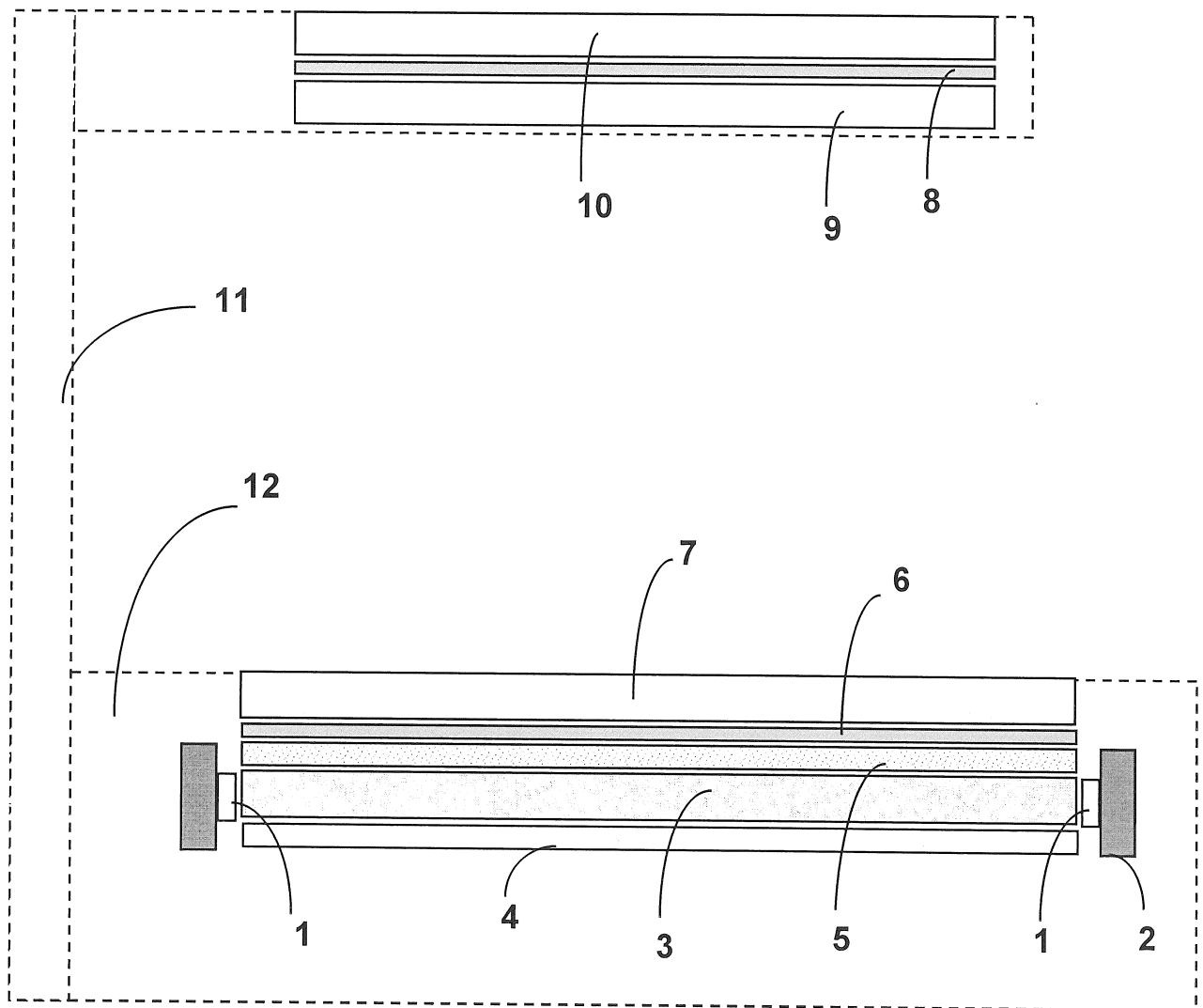
một nguồn sáng phẳng (12) sử dụng dây LED phát ánh sáng trắng (1) chiếu vào hai cạnh của một tấm dẫn sáng (3) với ma trận các điểm chiết sáng thích hợp tạo ra một mặt phát sáng đồng đều,

một tấm phản xạ (4) với độ phản xạ cao đặt dưới tấm dẫn sáng (3) để tăng cường độ chiếu sáng,

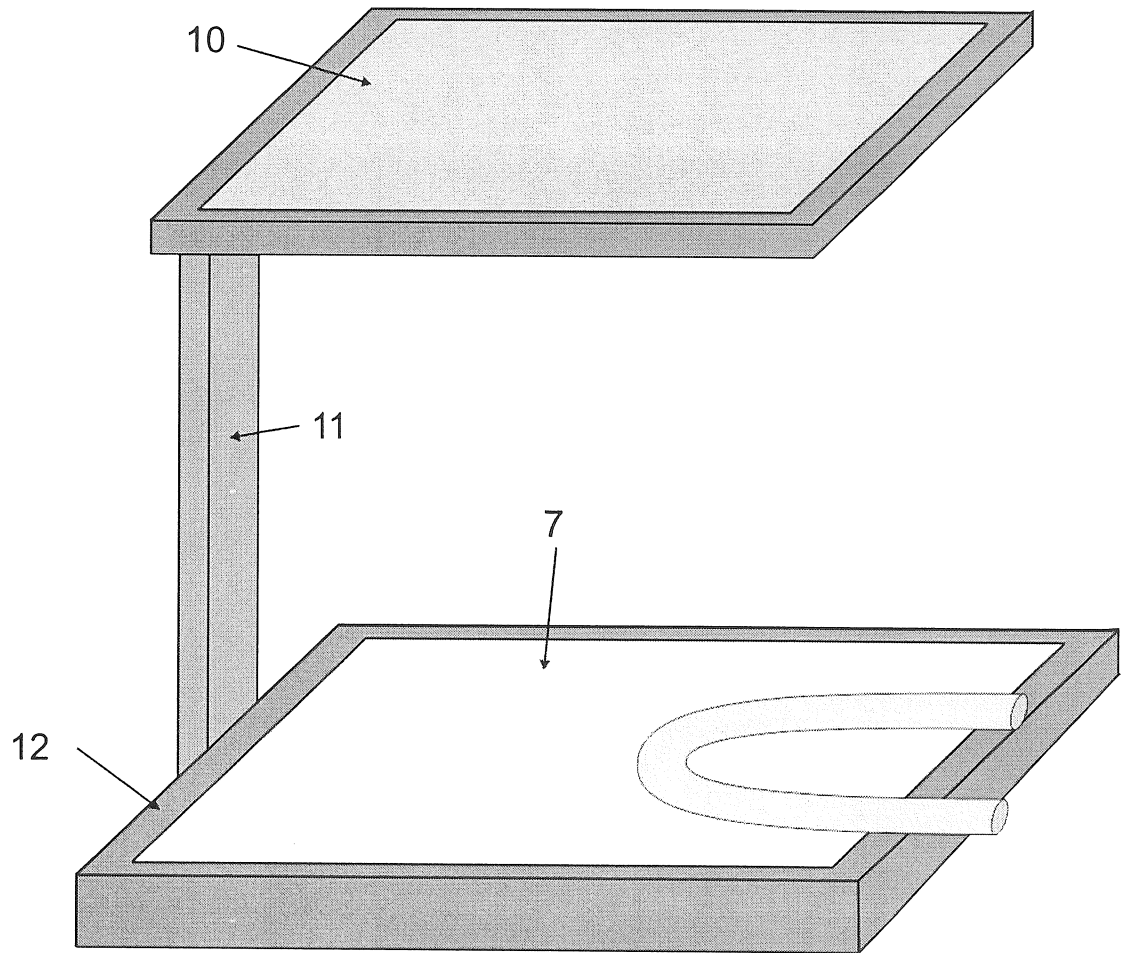
một tấm tán xạ mịn (5) cố định trên tấm dẫn sáng (3) để che các điểm chiết sáng,

dây LED phát ánh sáng trắng (1) có phổ phát xạ ánh sáng trắng bao gồm một vạch xanh lam 470 nm và một dải phát xạ vàng có đỉnh tại 580 nm và độ bán rộng 120 nm, tạo ra ánh sáng có cường độ và màu sắc tương ứng với độ lớn của ứng lực,

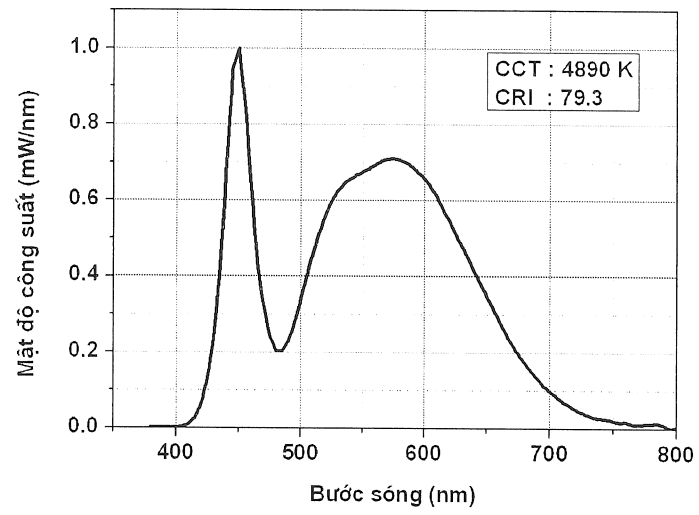
để tạo ra buồng soi ứng lực, phía trên nguồn sáng (12) lần lượt được đặt một tấm phân cực (6) (tròn trái hoặc tròn phải), tấm kính bảo vệ (7), không gian đặt mẫu, tấm phân cực (8) (tròn phải hoặc tròn trái), dán vào giữa hai tấm kính bảo vệ (9, 10).



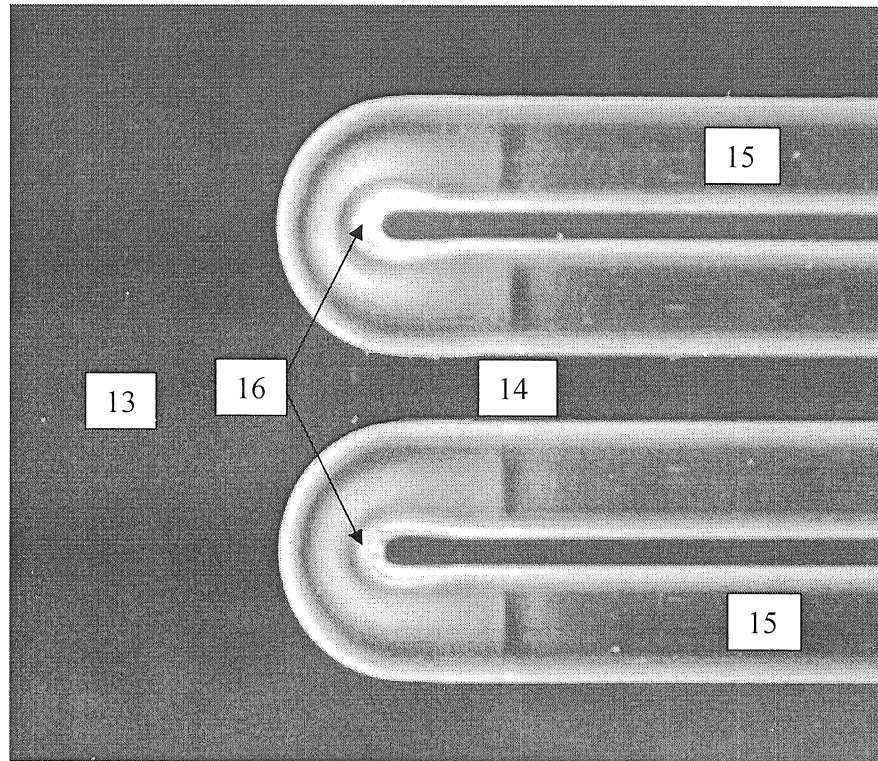
Hình 1



Hình 2



Hình 3



Hình 4