



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

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

(11)



1-0049424

(51)^{2020.01} G02B 13/00; G02B 27/00

(13) B

(21) 1-2021-07521

(22) 24/11/2021

(30) 63/118,030 25/11/2020 US; 110137381 07/10/2021 TW

(45) 25/08/2025 449

(43) 27/06/2022 411A

(73) LARGAN PRECISION CO., LTD. (TW)

No.11, Jingke Rd., Nantun Dist., Taichung City 408, Taiwan.

(72) CHANG, Pei-Chi (TW); CHEN, Hung-Shuo (TW); TENG, Chun-Hung (TW).

(74) Công ty TNHH Sở hữu trí tuệ VIPATCO (VIPATCO CO., LTD.)

(54) CỤM THẤU KÍNH QUANG HỌC, THIẾT BỊ HÌNH ẢNH VÀ THIẾT BỊ ĐIỆN TỬ

(21) 1-2021-07521

(57) Sáng chế đề cập đến cụm thấu kính quang học bao gồm ít nhất ba phần tử thấu kính quang học. Ít nhất một trong số các phần tử thấu kính quang học bao gồm lớp phủ lọc tia hồng ngoại, phần tử thấu kính quang học bao gồm lớp phủ lọc tia hồng ngoại được làm bằng vật liệu nhựa, lớp phủ lọc tia hồng ngoại được bố trí trên bề mặt phía vật hoặc bề mặt phía ảnh của phần tử thấu kính quang học, bề mặt của phần tử thấu kính quang học bao gồm lớp phủ lọc tia hồng ngoại là phi cầu và lớp phủ lọc tia hồng ngoại bao gồm ít nhất hai chỉ số khúc xạ khác nhau. Ít nhất một trong số các phần tử thấu kính quang học bao gồm vật liệu hấp thụ bước sóng dài, và phần tử thấu kính quang học bao gồm vật liệu hấp thụ bước sóng dài được làm bằng vật liệu nhựa.

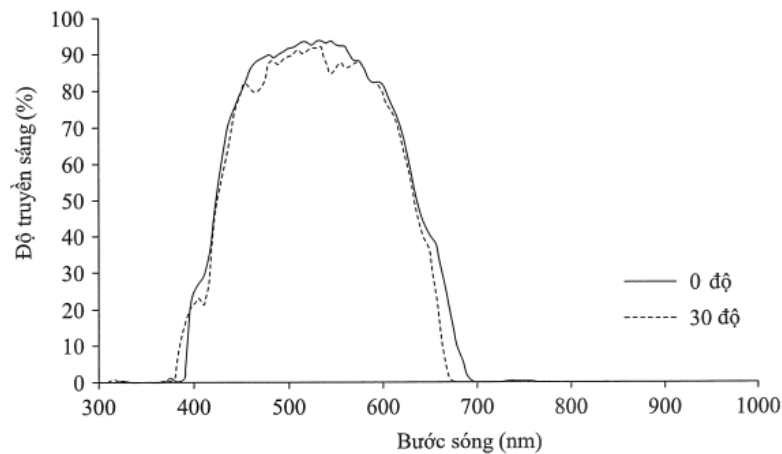


Fig. 2

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến cụm thấu kính quang học và thiết bị hình ảnh. Cụ thể là sáng chế đề cập đến cụm thấu kính quang học và thiết bị hình ảnh mà có thể lọc các tia hồng ngoại.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Một cụm thấu kính quang học bao gồm một nhóm thấu kính và một phần tử cảm biến hình ảnh. Vì phần tử cảm biến hình ảnh có thể cảm nhận được các tia hồng ngoại khác với ánh sáng nhìn thấy được, nên cần phải có bộ phận lọc tia hồng ngoại. Phương pháp thông thường để lọc tia hồng ngoại là phủ lên một phần tử phẳng, để ngăn phần tử cảm biến hình ảnh cảm nhận được tia hồng ngoại và gây ra sự thay đổi màu sắc. Tuy nhiên, kỹ thuật phủ phản xạ, dẫn đến giao thoa, sẽ gây ra phản xạ và rò rỉ ánh sáng khi ánh sáng tới có góc tới lớn, và một tấm kính màu xanh hấp thụ được thêm vào để giải quyết vấn đề rò rỉ ánh sáng theo phương pháp thông thường.

Do đó, kỹ thuật chế tạo lớp phủ lọc tia hồng ngoại trên bề mặt tấm kính xanh cũng đã được phát triển để đạt được mục tiêu cắt giảm số lượng các phần tử. Tuy nhiên, tấm kính xanh được phủ có giá thành cao, khó thu nhỏ và dễ vỡ. Mặc dù lớp phủ lọc tia hồng ngoại có thể được bố trí trên bề mặt của các phần tử thấu kính bằng nhựa, nhưng nó không thể giải quyết hiệu quả khuyết điểm rò rỉ ánh sáng ở góc lớn. Khi ánh sáng đi qua lớp phủ lọc trên bề mặt của thấu kính nhựa, phản xạ mạnh xảy ra tại vị trí ánh sáng tới với một góc lớn so với vị trí trung tâm nơi ánh sáng tới vuông góc. Ánh sáng có góc tới lớn ở vùng lệch trục của bộ phận thấu kính sẽ gây ra sự dịch chuyển bước sóng truyền sáng, dẫn đến các vấn đề về phản xạ và rò rỉ ánh sáng. Khi ánh sáng phản xạ trong hệ thống quang học khuếch tán, ánh sáng không mong muốn sẽ đi vào phần tử cảm biến dưới dạng hình ảnh, gây ra sự thay đổi màu sắc bằng cách can thiệp vào màu sắc thực. Vì vậy, kính màu xanh vẫn không thể thay thế được.

Hơn nữa, ánh sáng tại vùng lệch trục gần vị trí đường kính hiệu dụng tới đa thường gây ra sự dịch chuyển bước sóng thông giải, dẫn đến vấn đề đồng nhất màu sắc không hiệu quả của hình ảnh. Khi lớp phủ lọc tia hồng ngoại được tạo ra trên bề mặt của phần tử thấu kính với sự thay đổi bán kính cong nghiêm trọng, sự thay đổi góc phản xạ của ánh sáng đi qua lớp phủ lọc khó kiểm soát hơn.

Khi yêu cầu về chất lượng hình ảnh tăng lên, số lượng phần tử thấu kính cũng tăng lên để có được chất lượng hình ảnh tốt hơn và hiệu chỉnh quang sai. Để làm cho màu ảnh của cụm thấu kính gần với thực tế hơn và đạt được lợi thế thu nhỏ cụm thấu kính, cần phát triển một phương pháp cắt giảm số lượng thành phần trong hệ thống quang học và kỹ thuật thay thế nên được phát triển là loại bỏ phần tử tấm kính màu xanh. Do đó, nhu cầu cấp thiết về một kỹ thuật mới để cắt giảm số lượng các phần tử cũng như có chất lượng hình ảnh cao là điều cấp thiết.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Theo một khía cạnh của sáng chế, cụm thấu kính quang học bao gồm ít nhất ba phần tử thấu kính quang học. Ít nhất một trong ba phần tử thấu kính quang học bao gồm lớp phủ lọc tia hồng ngoại, các phần tử thấu kính quang học bao gồm lớp phủ lọc tia hồng ngoại được làm bằng vật liệu nhựa, lớp phủ lọc tia hồng ngoại được bố trí trên bề mặt phía vật hoặc bề mặt phía ảnh của phần tử thấu kính quang học, bề mặt của phần tử thấu kính quang học bao gồm lớp phủ lọc tia hồng ngoại là phi cầu và lớp phủ lọc tia hồng ngoại bao gồm ít nhất hai chỉ số khúc xạ khác nhau. Ít nhất một trong các phần tử thấu kính quang học bao gồm vật liệu hấp thụ bước sóng dài và phần tử thấu kính quang học bao gồm vật liệu hấp thụ bước sóng dài được làm bằng vật liệu nhựa. Khi góc tới cực đại của tia chính trong tất cả các trường trên bề mặt của phần tử thấu kính quang học bao gồm cả lớp phủ lọc tia hồng ngoại là AICmax, thì độ truyền sáng trung bình giữa bước sóng 500 nm - 600 nm của cụm thấu kính quang học là T5060, và độ truyền sáng trung bình giữa bước sóng 700 nm - 1.000 nm của cụm thấu kính quang học là T70100, thì thỏa mãn các điều kiện sau: $AIC_{max} \leq 40^\circ$; $80\% \leq T5060$; và $T70100 \leq 10\%$.

Theo một khía cạnh khác của sáng chế, thiết bị hình ảnh bao gồm cụm thấu kính quang học theo khía cạnh nói trên và cảm biến hình ảnh được bố trí trên bề mặt hình ảnh của cụm thấu kính quang học.

Theo một khía cạnh khác của sáng chế, thiết bị điện tử, là thiết bị di động, bao gồm thiết bị hình ảnh theo khía cạnh nói trên.

Theo một khía cạnh khác của sáng chế, thiết bị điện tử, là thiết bị di động, bao gồm cụm thấu kính quang học theo khía cạnh nói trên, và cụm thấu kính quang học còn bao gồm cảm biến hình ảnh và tấm kính che. Cảm biến hình ảnh được bố trí trên bề mặt hình ảnh của cụm thấu kính quang học và kính che được bố trí trên bề mặt của cảm biến hình ảnh.

Theo một khía cạnh khác của sáng chế, thiết bị điện tử, là thiết bị di động, bao gồm cụm thấu kính quang học theo khía cạnh nói trên. Độ truyền sáng ở bước sóng 1.050 nm của phần tử thấu kính quang học bao gồm vật liệu hấp thụ bước sóng dài của cụm thấu kính quang học nhỏ hơn độ truyền sáng ở bước sóng 500 nm của nó và cụm thấu kính quang học còn bao gồm một cảm biến hình ảnh được bố trí trên bề mặt hình ảnh của cụm thấu kính quang học.

Theo một khía cạnh khác của sáng chế, cụm thấu kính quang học bao gồm ít nhất một phần tử thấu kính quang học và ít nhất một phần tử quang học. Ít nhất một trong số các phần tử thấu kính quang học bao gồm lớp phủ lọc tia hồng ngoại, phần tử thấu kính quang học bao gồm lớp phủ lọc tia hồng ngoại được làm bằng vật liệu nhựa, lớp phủ lọc tia hồng ngoại được bố trí trên bề mặt phía vật hoặc bề mặt phía ảnh của phần tử thấu kính quang học, bề mặt của phần tử thấu kính quang học bao gồm lớp phủ lọc tia hồng ngoại là phi cầu và lớp phủ lọc tia hồng ngoại bao gồm ít nhất hai chỉ số khúc xạ khác nhau. Phần tử quang học được bố trí ở phía ảnh của phần tử thấu kính quang học và ít nhất một trong số các phần tử quang học bao gồm vật liệu hấp thụ bước sóng dài. Khi góc tới cực đại của tia chính trong tất cả các trường hợp trên bề mặt của phần tử thấu kính quang học bao gồm cả lớp phủ lọc tia hồng ngoại là AICmax, thì độ truyền sáng trung bình giữa bước sóng 500 nm - 600 nm của cụm thấu kính quang học là T5060, và độ truyền sáng trung bình giữa bước sóng 700 nm - 1.000 nm của cụm thấu kính quang học là T70100, thì thỏa mãn các điều kiện sau: $AIC_{max} \leq 40$ độ; $80\% \leq T5060$; và $T70100 \leq 10\%$.

Theo một khía cạnh khác của sáng chế, thiết bị điện tử, là thiết bị di động, bao gồm cụm thấu kính quang học theo khía cạnh nói trên.

Theo một khía cạnh khác của sáng chế, cụm thấu kính quang học bao gồm ít nhất một phần tử thấu kính quang học và ít nhất một phần tử quang học. Phần tử quang học bao gồm lớp phủ chống phản xạ và lớp phủ chống phản xạ được bố trí trên bề mặt phía vật hoặc phía ảnh của phần tử quang học. Ít nhất một trong số các phần tử thấu kính quang học bao gồm lớp phủ lọc tia hồng ngoại, phần tử thấu kính quang học bao gồm lớp phủ lọc tia hồng ngoại được làm bằng vật liệu nhựa, lớp phủ lọc tia hồng ngoại được bố trí trên bề mặt phía vật hoặc bề mặt phía ảnh của phần tử thấu kính quang học và bề mặt của phần tử thấu kính quang học bao gồm lớp phủ lọc tia hồng ngoại là không. Khi độ truyền sáng trung bình giữa bước sóng 500 nm - 600 nm của cụm thấu kính quang học là T5060 và độ truyền sáng trung bình giữa bước sóng

700 nm – 1.000 nm của cụm thấu kính quang học là T70100 thì thỏa mãn các điều kiện sau: $80\% \leq T5060$; và $T70100 \leq 10\%$.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Sáng chế có thể được hiểu đầy đủ hơn bằng việc tham khảo phần mô tả chi tiết dưới đây về các phương án cùng với các hình vẽ đi kèm sau đây.

Fig.1 là hình vẽ thể hiện biểu đồ quan hệ giữa độ truyền sáng và bước sóng của phần tử thấu kính quang học theo phương án 3 của sáng chế.

Fig.2 là hình vẽ thể hiện biểu đồ quan hệ giữa độ truyền sáng và bước sóng của cụm thấu kính quang học theo phương án 3 của sáng chế.

Fig.3A là hình vẽ thể hiện chất lượng hình ảnh của cụm thấu kính quang học theo phương án 3 của sáng chế.

Fig.3B là hình vẽ thể hiện chất lượng hình ảnh của cụm thấu kính quang học để so sánh.

Fig.4 là hình vẽ thể hiện sơ đồ cấu trúc của cụm thấu kính quang học thông thường và cụm thấu kính quang học theo sáng chế.

Fig.5A là hình vẽ thể hiện biểu đồ quan hệ giữa độ truyền sáng và bước sóng của các phần tử thấu kính quang học theo phương án 21 đến phương án 24 của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Theo một khía cạnh của sáng chế, cụm thấu kính quang học bao gồm ít nhất ba phần tử thấu kính quang học. Ít nhất một trong số các phần tử thấu kính quang học bao gồm lớp phủ lọc tia hồng ngoại, phần tử thấu kính quang học bao gồm lớp phủ lọc tia hồng ngoại được làm bằng vật liệu nhựa, lớp phủ lọc tia hồng ngoại được bố trí trên bề mặt phía vật hoặc bề mặt phía ảnh của phần tử thấu kính quang học, bề mặt của phần tử thấu kính quang học bao gồm lớp phủ lọc tia hồng ngoại là phi cầu và lớp phủ lọc tia hồng ngoại bao gồm ít nhất hai chỉ số khúc xạ khác nhau. Ít nhất một trong số các phần tử thấu kính quang học bao gồm vật liệu hấp thụ bước sóng dài và phần tử thấu kính quang học bao gồm vật liệu hấp thụ bước sóng dài được làm bằng vật liệu nhựa.

Khi góc tới cực đại của tia chính trong tất cả các trường trên bề mặt của phần tử thấu kính quang học bao gồm cả lớp phủ lọc tia hồng ngoại là AICmax, thì độ truyền sáng trung bình giữa bước sóng 500 nm - 600 nm của cụm thấu kính quang

học là T5060 và độ truyền sáng trung bình giữa bước sóng 700 nm - 1.000 nm của cụm thấu kính quang học là T70100, thì thỏa mãn các điều kiện sau: $AIC_{max} \leq 40$ độ; $80\% \leq T5060$; và $T70100 \leq 10\%$.

Theo sáng chế, với thiết kế tốt nhất để kiểm soát các góc tới trong tất cả các trường ở bề mặt của phần tử thấu kính quang học, lớp phủ lọc bước sóng cụ thể được bố trí trên bề mặt tốt nhất của phần tử thấu kính quang học và vật liệu hấp thụ bước sóng được bổ sung vào phần tử thấu kính quang học tốt nhất, sẽ rất thuận lợi để giải quyết vấn đề rò rỉ ánh sáng của phần tử thấu kính quang học thông thường với lớp phủ lọc tia hồng ngoại. Hơn nữa, phần tử tấm kính xanh được loại bỏ, giúp thu nhỏ cụm thấu kính quang học. Nó không chỉ làm giảm chi phí sản xuất của cụm thấu kính quang học mà còn ngăn ngừa các vấn đề như vỡ hoặc hư hỏng thành phần thủy tinh.

Cụm thấu kính quang học theo sáng chế, với kỹ thuật phủ tương ứng được áp dụng cho phần tử thấu kính quang học và phần tử quang học. Bằng sự kết hợp giữa việc bố trí lớp phủ lọc tia hồng ngoại trên phần tử thấu kính quang học và sắp xếp lớp phủ chống phản xạ trên phần tử quang học, không chỉ ngăn được tia hồng ngoại làm nhiễu hình ảnh mà còn làm giảm sự phản xạ bên trong của cụm thấu kính quang học để giảm hiện tượng mờ ảnh do lóe sáng.

Khi góc tới của tia chính trong tất cả các trường trên bề mặt của phần tử thấu kính quang học bao gồm lớp phủ lọc tia hồng ngoại là AIC_{max} , thì điều kiện sau được thỏa mãn: $AIC_{max} \leq 40$ độ. Hơn nữa, các điều kiện sau có thể được thỏa mãn: $AIC_{max} \leq 45$ độ; $AIC_{max} \leq 35$ độ; $AIC_{max} \leq 30$ độ; $AIC_{max} \leq 25$ độ; $AIC_{max} \leq 20$ độ; hoặc $AIC_{max} \leq 15$ độ.

Khi độ truyền sáng trung bình giữa bước sóng 500 nm - 600 nm của cụm thấu kính quang học là T5060, thì điều kiện sau được thỏa mãn: $80\% \leq T5060$. Hơn nữa, các điều kiện sau có thể được thỏa mãn: $75\% \leq T5060$; $85\% \leq T5060$; hoặc $90\% \leq T5060 < 100\%$. Do đó, hệ số truyền sáng cao có thể làm cho cụm thấu kính quang học có chất lượng hình ảnh tuyệt vời.

Khi độ truyền sáng trung bình giữa bước sóng 700 nm - 1.000 nm của cụm thấu kính quang học là T70100, thì điều kiện sau được thỏa mãn: $T70100 \leq 10\%$. Hơn nữa, các điều kiện sau có thể được thỏa mãn: $T70100 \leq 5\%$; $T70100 \leq 4\%$; $T70100 \leq 3\%$; $T70100 \leq 2\%$; hoặc $0\% < T70100 \leq 1\%$. Do đó, có thể tránh được tia hồng ngoại gây làm nhiễu hình ảnh và giảm chất lượng hình ảnh.

Khi hệ số sắp xếp lớp phủ chính của mỗi bề mặt của các phần tử thấu kính quang học là FC, hệ số sắp xếp lớp phủ thứ nhất của mỗi bề mặt của phần tử thấu kính quang học là Fc1, hệ số sắp xếp lớp phủ thứ hai của mỗi bề mặt của phần tử thấu kính quang học là Fc2 và $FC = \text{LOG}(Fc1 \times Fc2)$, ít nhất một trong các bề mặt của phần tử thấu kính quang học bao gồm lớp phủ lọc tia hồng ngoại có thể thỏa mãn điều kiện sau: $0,96 \leq FC$. Do đó, có thể quyết định bề mặt của các phần tử thấu kính quang học nào là phù hợp nhất cho kỹ thuật sắp xếp lớp phủ. Kết quả sản xuất tốt nhất của lớp phủ lọc tia hồng ngoại có thể đạt được. Có thể đạt được hiệu ứng lọc thích hợp và có thể giảm phản xạ ánh sáng mạnh trong điều kiện lớp phủ đồng nhất trên bề mặt của thấu kính quang học, điều này có thể cải thiện hiệu quả chất lượng hình ảnh của toàn bộ thấu kính quang học. Hơn nữa, các điều kiện sau có thể được thỏa mãn: $0,3 \leq FC$; $0,5 \leq FC$; $0,7 \leq FC$; $1 \leq FC \leq 100$; $2 \leq FC \leq 1.000$; hoặc $3 \leq FC < \infty$.

Khi hệ số sắp xếp lớp phủ thứ nhất của mỗi bề mặt của phần tử thấu kính quang học là Fc1, độ dày tâm của mỗi phần tử thấu kính quang học là CT, độ dịch chuyển ngang tối đa giữa các giao điểm của mỗi bề mặt của phần tử thấu kính quang học và trục quang học là SAGmax, và $Fc1 = CT/|SAGmax|$, ít nhất một trong các bề mặt của phần tử thấu kính quang học bao gồm cả lớp phủ lọc tia hồng ngoại có thể thỏa mãn các điều kiện sau: $1,82 \leq Fc1$. Do đó, bằng cách kiểm soát độ dày của các phần tử thấu kính quang học và sự thay đổi của dịch chuyển ngang trên bề mặt của các phần tử thấu kính quang học, có thể thu được kết quả sắp xếp tốt nhất của lớp phủ lọc hồng ngoại, hiệu quả lọc có thể đạt được và việc phản xạ ánh sáng mạnh có thể được giảm đi. Hơn nữa, các điều kiện sau có thể được thỏa mãn: $2 \leq Fc1$; $2,5 \leq Fc1$; $5 \leq Fc1$; $10 \leq Fc1$; $15 \leq Fc1 \leq 1.000$; hoặc $20 \leq Fc1 < \infty$.

Khi hệ số sắp xếp lớp phủ thứ hai của mỗi bề mặt của phần tử thấu kính quang học là Fc2, độ dốc tiếp tuyến trung bình trong vùng đường kính hiệu dụng quang học của mỗi bề mặt của phần tử thấu kính quang học là SPavg, độ dốc tiếp tuyến tối thiểu trong vùng đường kính hiệu dụng quang học của mỗi bề mặt của phần tử thấu kính quang học là SPmin, và $Fc2 = |SPavg| \times |SPmin|$, ít nhất một trong các bề mặt của phần tử thấu kính quang học bao gồm lớp phủ lọc tia hồng ngoại có thể thỏa mãn điều kiện sau: $4,98 \leq Fc2$. Do đó, bằng cách kiểm soát sự thay đổi nhỏ của hình dạng bề mặt của các phần tử thấu kính quang học, sẽ rất thuận lợi để giải quyết khuyết tật của ánh sáng đi lạc do phản xạ ánh sáng mạnh gây ra. Hơn nữa, các điều kiện sau có

thể được thỏa mãn: $1 \leq Fc2$; $5 \leq Fc2$; $10 \leq Fc2$; $20 \leq Fc2$; $25 \leq Fc2 \leq 10.000$; hoặc $45 \leq Fc2 < \infty$.

Bề mặt của phần tử thấu kính quang học bao gồm lớp phủ lọc tia hồng ngoại có thể không có điểm uốn hoặc điểm tới hạn trong vùng ngoài trục của thấu kính. Do đó, mức độ thay đổi hình dạng bề mặt có thể được giảm bớt do thiết kế không có điểm uốn hoặc điểm tới hạn trong vùng ngoài trục của bề mặt phần tử thấu kính quang học, để có được hiệu ứng lọc đồng nhất.

Khi tổng số lớp phủ của lớp phủ lọc tia hồng ngoại là tLs, thì điều kiện sau có thể được thỏa mãn: $40 < tLs \leq 80$. Do đó, bằng cách kiểm soát tốt nhất tổng số lớp phủ của lớp phủ lọc tia hồng ngoại, thì có thể đạt được sự cân bằng giữa hiệu quả lọc và chi phí, và ánh sáng có thể còn được lọc với hiệu quả cao. Hơn nữa, các điều kiện sau có thể được thỏa mãn: $30 \leq tLs \leq 90$; $35 \leq tLs \leq 80$; $38 \leq tLs \leq 70$; $40 \leq tLs \leq 65$; hoặc $42 \leq tLs \leq 50$.

Khi tổng chiều dày các lớp phủ của lớp phủ lọc tia hồng ngoại là tTk, điều kiện sau có thể được thỏa mãn: $4.000 \text{ nm} < tTk \leq 10.000 \text{ nm}$. Do đó, có thể thu được các hiệu ứng lọc và độ trong suốt cần thiết, giảm nhiễu và nâng cao chất lượng hình ảnh do có độ dày lớp phủ thích hợp. Tính toàn vẹn của lớp phủ lọc tia hồng ngoại có thể được duy trì một cách hiệu quả và có thể ngăn chặn sự biến dạng của phần tử thấu kính quang học. Hơn nữa, các điều kiện sau có thể được thỏa mãn: $4.500 \text{ nm} \leq tTk \leq 10.000 \text{ nm}$; $4.700 \text{ nm} \leq tTk \leq 9.000 \text{ nm}$; $5.100 \text{ nm} \leq tTk \leq 8.000 \text{ nm}$; $5.200 \text{ nm} \leq tTk \leq 7.000 \text{ nm}$; hoặc $5.500 \text{ nm} \leq tTk \leq 6.000 \text{ nm}$.

Phần tử thấu kính quang học bao gồm lớp phủ lọc tia hồng ngoại có thể là phần tử thấu kính hiệu chỉnh. Do đó, hiệu ứng nhiệt độ khi phủ bề mặt của phần tử thấu kính quang học bằng nhựa có thể được giải quyết một cách hiệu quả, điều này thuận lợi cho việc duy trì tính toàn vẹn lớp phủ của phần tử thấu kính quang học và độ chính xác cao của phần tử thấu kính quang học bằng nhựa, để có được cụm thấu kính quang học với chất lượng cao.

Khi trường nhìn của cụm thấu kính quang học là FOV, thì điều kiện sau có thể được thỏa mãn: $60^\circ \leq FOV \leq 200^\circ$. Do đó, với thiết kế trường nhìn lớn, thuận lợi cho việc mở rộng vùng thu ảnh, điều này làm cho phần tử thấu kính quang học phù hợp với cụm ống kính hình ảnh chính của các thiết bị di động cao cấp khác nhau. Hơn nữa, các điều kiện sau có thể được thỏa mãn: $40^\circ \leq FOV \leq 220^\circ$; $70^\circ \leq$

$FOV \leq 180$ độ; $80 \text{ độ} \leq FOV \leq 150$ độ; $75 \text{ độ} \leq FOV \leq 120$ độ; hoặc $80 \text{ độ} \leq FOV \leq 100$ độ.

Khi hệ số sắp xếp vật liệu hấp thụ chính của mỗi trong số phần tử thấu kính quang học là FA, thì tỷ lệ chiều dài quãng đường trung bình của tia chính trong tất cả các trường của mỗi phần tử trong số các phần tử thấu kính quang học là CPavg, độ lệch chuẩn của tỷ lệ chiều dài quãng đường của tia chính trong tất cả các trường của mỗi phần tử trong số các phần tử thấu kính quang học là CPst, và $FA = \text{LOG}(1/(|(CPavg-1) \times CPst|))$, phần tử thấu kính quang học bao gồm vật liệu hấp thụ bước sóng dài có thể thỏa mãn điều kiện sau: $2,31 \leq FA$. Do đó, bằng cách thiết kế chiều dài quãng đường tốt nhất trong phần tử thấu kính quang học và bổ sung vật liệu hấp thụ bước sóng dài và/hoặc vật liệu hấp thụ bước sóng ngắn, các vật liệu hấp thụ có thể được trộn một cách hiệu quả trong phần tử thấu kính quang học, tạo nên phần tử thấu kính quang học có tác dụng hấp thụ đồng nhất. Thuận lợi cho việc giải quyết triệt để vấn đề dịch chuyển rò rỉ ánh sáng với góc tới lớn dưới mọi trường. Hơn nữa, các điều kiện sau có thể được thỏa mãn: $0,5 \leq FA$; $1,0 \leq FA$; $1,5 \leq FA$; $1,7 \leq FA$; $2,0 \leq FA \leq 10$; hoặc $2,5 \leq FA < \infty$.

Khi tỷ lệ chiều dài quãng đường trung bình của tia chính trong tất cả các trường của mỗi trong số phần tử thấu kính quang học là CPavg, thì phần tử thấu kính quang học bao gồm vật liệu hấp thụ bước sóng dài có thể thỏa mãn điều kiện sau: $0,9 \leq CPavg \leq 1,1$. Do đó, phần tử thấu kính quang học có thể có thiết kế chiều dài quãng đường tốt nhất, mà có thể duy trì hiệu quả hiệu ứng hấp thụ đồng nhất dưới mọi trường. Hơn nữa, các điều kiện sau có thể được thỏa mãn: $0,95 \leq CPavg \leq 1,05$; hoặc $0,96 \leq CPavg \leq 1,04$.

Bước sóng với 50% độ truyền sáng của vật liệu hấp thụ bước sóng dài có thể ngắn hơn bước sóng với 50% độ truyền sáng của lớp phủ lọc tia hồng ngoại và sự khác biệt giữa bước sóng với 50% độ truyền sáng của vật liệu hấp thụ bước sóng dài và bước sóng với 50% độ truyền sáng của lớp phủ lọc tia hồng ngoại có thể lớn hơn 20 nm. Do đó, bằng cấu hình tốt nhất của vật liệu hấp thụ bước sóng dài và/hoặc vật liệu hấp thụ bước sóng ngắn và lớp phủ lọc tia hồng ngoại, vấn đề rò rỉ ánh sáng từ ánh sáng có góc tới lớn có thể được khắc phục hoàn toàn.

Phần tử thấu kính quang học bao gồm vật liệu hấp thụ bước sóng dài có thể ở gần phía vật của cụm thấu kính quang học hơn bề mặt của phần tử thấu kính quang học bao gồm cả lớp phủ lọc tia hồng ngoại. Do đó, với thiết kế của phần tử thấu kính

quang học bao gồm vật liệu hấp thụ bước sóng dài và/hoặc vật liệu hấp thụ bước sóng ngắn ở gần phía vật hơn, phần tử thấu kính quang học bao gồm vật liệu hấp thụ trước tiên sẽ hấp thụ ánh sáng có bước sóng được lọc. Khi ánh sáng có bước sóng khác tới lớp phủ lọc tia hồng ngoại, cường độ ánh sáng phản xạ trên bề mặt góc lớn của thấu kính quang học có thể giảm xuống, để khắc phục hiện tượng rò rỉ ánh sáng và cải thiện chất lượng hình ảnh.

Khi bước sóng với 50% độ truyền sáng của cụm thấu kính quang học trong vùng bước sóng dài mà bước sóng và độ truyền sáng có tương quan nghịch là LWdT5, thì điều kiện sau có thể được thỏa mãn: $600 \text{ nm} \leq \text{LWdT5} \leq 700 \text{ nm}$. Do đó, dải bước sóng của ánh sáng cần xuyên qua có thể được kiểm soát, để tránh tia hồng ngoại gần làm ảnh hưởng đến hình ảnh. Chất lượng hình ảnh tổng thể được cải thiện bằng cách sắp xếp độ truyền sáng tốt nhất của phần tử thấu kính quang học. Hơn nữa, các điều kiện sau có thể được thỏa mãn: $610 \text{ nm} \leq \text{LWdT5} \leq 660 \text{ nm}$; $620 \text{ nm} \leq \text{LWdT5} \leq 650 \text{ nm}$; $625 \text{ nm} \leq \text{LWdT5} \leq 645 \text{ nm}$; hoặc $630 \text{ nm} \leq \text{LWdT5} \leq 640 \text{ nm}$.

Ít nhất một trong số phần tử thấu kính quang học có thể bao gồm vật liệu hấp thụ bước sóng ngắn. Do đó, bằng cách loại bỏ ánh sáng có bước sóng ngắn với năng lượng cao, độ bền của các phần tử thấu kính quang học có thể được kéo dài và các khuyết tật hình ảnh như viền tím có thể được giảm bớt.

Khi bước sóng với 50% độ truyền sáng của cụm thấu kính quang học trong vùng bước sóng ngắn mà bước sóng và độ truyền sáng có tương quan thuận là SWuT5, các điều kiện sau có thể được thỏa mãn: $370 \text{ nm} \leq \text{SWuT5} \leq 450 \text{ nm}$; $380 \text{ nm} \leq \text{SWuT5} \leq 440 \text{ nm}$; $390 \text{ nm} \leq \text{SWuT5} \leq 430 \text{ nm}$; $400 \text{ nm} \leq \text{SWuT5} \leq 430 \text{ nm}$; hoặc $415 \text{ nm} \leq \text{SWuT5} \leq 430 \text{ nm}$. Do đó, dải bước sóng của ánh sáng cần xuyên qua có thể được kiểm soát và cụm thấu kính quang học sẽ có chất lượng hình ảnh và độ bền cao.

Khi độ truyền sáng trung bình giữa bước sóng 350 nm - 400 nm của cụm thấu kính quang học là T3540, các điều kiện sau có thể được thỏa mãn: $T3540 \leq 30\%$; $T3540 \leq 25\%$; $T3540 \leq 20\%$; $T3540 \leq 15\%$; hoặc $0\% < T3540 \leq 10\%$. Do đó, cụm thấu kính quang học sẽ độ bền tốt hơn.

Khi độ truyền sáng trung bình giữa bước sóng 400 nm - 500 nm của cụm thấu kính quang học là T4050, các điều kiện sau có thể được thỏa mãn: $50\% \leq T4050 \leq 90\%$; $60\% \leq T4050 \leq 85\%$; hoặc $65\% \leq T4050 \leq 80\%$. Do đó, cụm thấu kính quang

học có thể có chất lượng và độ bền hình ảnh tuyệt vời vì khả năng truyền sáng tốt hơn.

Khi độ truyền sáng trung bình giữa bước sóng 650 nm - 700 nm của cụm thấu kính quang học là T6570, các điều kiện sau có thể được thỏa mãn: $T6570 \leq 80\%$; $T6570 \leq 50\%$; $T6570 \leq 30\%$; $5\% \leq T6570 \leq 25\%$; hoặc $0\% < T6570 \leq 20\%$. Do đó, nhiều do ánh sáng đỏ có bước sóng dài có thể được giảm bớt và có thể thu được chất lượng hình ảnh tuyệt vời.

Khi độ truyền sáng ở bước sóng 350 nm của cụm thấu kính quang học là T35, các điều kiện sau có thể được thỏa mãn: $T35 \leq 5\%$; $T35 \leq 4\%$; $T35 \leq 3\%$; $T35 \leq 2\%$; hoặc $0\% < T35 \leq 1\%$.

Khi độ truyền sáng ở bước sóng 400 nm của cụm thấu kính quang học là T40, các điều kiện sau có thể được thỏa mãn: $0\% < T40 \leq 60\%$; $10\% \leq T40 \leq 50\%$; $10\% \leq T40 \leq 40\%$; hoặc $20\% \leq T40 \leq 30\%$.

Khi độ truyền sáng ở bước sóng 550 nm của cụm thấu kính quang học là T55, các điều kiện sau có thể được thỏa mãn: $75\% \leq T55$; $80\% \leq T55$; $85\% \leq T55$; hoặc $90\% \leq T55 < 100\%$.

Khi độ truyền sáng ở bước sóng 600 nm của cụm thấu kính quang học là T60, các điều kiện sau có thể được thỏa mãn: $70\% \leq T60$; $75\% \leq T60$; $77\% \leq T60$; hoặc $80\% \leq T60 < 100\%$.

Khi độ truyền sáng ở bước sóng 630 nm của cụm thấu kính quang học là T63, các điều kiện sau có thể được thỏa mãn: $20\% \leq T63 \leq 80\%$; $30\% \leq T63 \leq 70\%$; $40\% \leq T63 \leq 70\%$; hoặc $50\% \leq T63 \leq 60\%$.

Khi độ truyền sáng ở bước sóng 640 nm của cụm thấu kính quang học là T64, các điều kiện sau có thể được thỏa mãn: $20\% \leq T64 \leq 80\%$; $30\% \leq T64 \leq 70\%$; $40\% \leq T64 \leq 60\%$; hoặc $40\% \leq T64 \leq 50\%$.

Khi độ truyền sáng ở bước sóng 650 nm của cụm thấu kính quang học là T65, các điều kiện sau có thể được thỏa mãn: $20\% \leq T65 \leq 70\%$; $25\% \leq T65 \leq 60\%$; $30\% \leq T65 \leq 50\%$; hoặc $35\% \leq T65 \leq 45\%$.

Khi độ truyền sáng ở bước sóng 700 nm của cụm thấu kính quang học là T70, các điều kiện sau có thể được thỏa mãn: $T70 \leq 5\%$; $T70 \leq 4\%$; $T70 \leq 3\%$; $T70 \leq 2\%$; hoặc $0\% < T70 \leq 1\%$.

Khi độ truyền sáng ở bước sóng 850 nm của cụm thấu kính quang học là T85, các điều kiện sau có thể được thỏa mãn: $T85 \leq 5\%$; $T85 \leq 4\%$; $T85 \leq 3\%$; $T85 \leq 2\%$; hoặc $0\% < T85 \leq 1\%$.

Theo sáng chế, lớp phủ lọc tia hồng ngoại trên bề mặt của thấu kính quang học bằng nhựa bao gồm các lớp phủ chiết suất cao kiểu giao thoa và các lớp phủ chiết suất thấp được sắp xếp xen kẽ. Vật liệu chiết suất cao được sử dụng trong lớp phủ lọc tia hồng ngoại có chiết suất lớn hơn 2,0, tốt nhất là bằng TiO_2 ($n = 2,6142$). Vật liệu chiết suất thấp được sử dụng trong lớp phủ lọc tia hồng ngoại có chỉ số khúc xạ nhỏ hơn 1,8, tốt nhất là SiO_2 ($n = 1,4585$).

Vật liệu của lớp phủ thứ nhất tiếp giáp với bề mặt của thấu kính quang học bằng nhựa có thể là TiO_2 , AlN hoặc Al_2O_3 . Có thể tăng cường độ bám dính giữa vật liệu và phần tử thấu kính quang học để ngăn lớp phủ lọc tia hồng ngoại bị bong ra. Bề mặt của phần tử thấu kính quang học có thể được bảo vệ và khả năng chống chọi với thời tiết môi trường của phần tử thấu kính quang học có thể được tăng cường một cách hiệu quả.

Vật liệu phủ (chiết suất ở bước sóng 587,6 nm) có thể là SiO_2 (1,4585), Al_2O_3 (1,7682), Nb_2O_5 (2,3403), TiO_2 (2,6142), ZrO_2 (2,1588), HfO_2 (1,8935), ZnO (1,9269), Sc_2O_3 (1,9872), Ta_2O_5 (2,1306), MgF_2 (1,3777), ZnS (2,2719), Si_3N_4 (2,0381), AlN (2,0294) và/hoặc TiN (3,1307).

Việc lọc bằng lớp phủ lọc tia hồng ngoại dựa trên sự giao thoa (kiểu phản xạ). Các lớp phủ được phủ trên bề mặt của thấu kính quang học bằng nhựa để tạo thành lớp phủ lọc tia hồng ngoại. Có thể áp dụng công nghệ lắng đọng hơi vật lý (PVD), chẳng hạn như lắng đọng bay hơi hoặc lắng đọng phún xạ, hoặc lắng đọng hơi hóa học (CVD) có thể được áp dụng, chẳng hạn như công nghệ lắng đọng hơi hóa chất siêu chân không, lắng đọng hơi hóa chất tăng cường plasma vi sóng, lắng đọng hơi hóa chất tăng cường plasma hoặc lắng đọng lớp nguyên tử.

Theo sáng chế, phần tử thấu kính quang học bao gồm vật liệu hấp thụ bước sóng dài (thấu kính có bộ hấp thụ LW) hoạt động theo cách hấp thụ. Vật liệu hấp thụ bước sóng dài được trộn với vật liệu của thấu kính quang học bằng nhựa và phân bố đều trong đó. Vật liệu hấp thụ bước sóng dài phải có khả năng chịu được nhiệt độ cao trong quá trình ép phun mà không bị nhiệt phân, để duy trì hiệu quả hấp thụ bước sóng dài thích hợp.

Theo sáng chế, cụm thấu kính quang học bao gồm phần tử thấu kính quang học có vật liệu hấp thụ bước sóng dài, có thể loại bỏ sự rò rỉ ánh sáng phản xạ. Có thể duy trì tỷ lệ đồng nhất màu (tỷ lệ R/G và tỷ lệ B/G), giúp cụm thấu kính quang học có chất lượng hình ảnh tuyệt vời.

Theo sáng chế, vật liệu hấp thụ bước sóng dài (LA1, LA2, LA3, LA4, LA5, LA6, LA7) được thêm vào phần tử thấu kính quang học bằng nhựa. Mỗi vật liệu nói trên có một dải bước sóng cụ thể với độ truyền sáng 50%, và các vật liệu có thể được sắp xếp tương ứng với dải bước sóng có độ truyền sáng 50% của lớp phủ lọc tia hồng ngoại để có được hiệu quả lọc tốt nhất.

Khi bước sóng với 50% độ truyền sáng của vật liệu hấp thụ bước sóng dài trong vùng bước sóng dài mà bước sóng và độ truyền sáng có tương quan nghịch là LWdT5, các điều kiện liệt kê trong Bảng 1 sau đây có thể được thỏa mãn.

Bảng 1- Vật liệu hấp thụ bước sóng dài	
Vật liệu	LWdT5 (nm)
LA1	575 - 585
LA2	595 - 605
LA3	625 - 635
LA4	630 - 640
LA5	635 - 645
LA6	665 - 675
LA7	680 - 690

Theo sáng chế, phần tử thấu kính quang học bao gồm vật liệu hấp thụ bước sóng ngắn (thấu kính có bộ hấp thụ SW) hoạt động theo kiểu hấp thụ. Vật liệu hấp thụ bước sóng ngắn được trộn với vật liệu của thấu kính quang học bằng nhựa và phân bố đều trong đó. Vật liệu hấp thụ bước sóng ngắn phải có khả năng chịu được nhiệt độ cao trong quá trình ép phun mà không bị nhiệt phân, để duy trì hiệu quả hấp thụ bước sóng ngắn thích hợp.

Theo sáng chế, cụm thấu kính quang học bao gồm phần tử thấu kính quang học có vật liệu hấp thụ bước sóng ngắn, có thể loại bỏ sự rò rỉ ánh sáng phản xạ. Có thể duy trì tỷ lệ đồng nhất màu (tỷ lệ R/G và tỷ lệ B/G) và có thể cải thiện độ bền môi

trường của phần tử thấu kính quang học, giúp cụm thấu kính quang học có chất lượng hình ảnh tuyệt vời.

Theo sáng chế, vật liệu hấp thụ bước sóng ngắn (SA1, SA2, SA3, SA4, SA5, SA6, SA7) được bổ sung vào phần tử thấu kính quang học bằng nhựa. Mỗi vật liệu nói trên có một dải bước sóng cụ thể với độ truyền sáng 50%, và các vật liệu có thể được sắp xếp tương ứng với dải bước sóng có độ truyền sáng 50% của lớp phủ lọc tia hồng ngoại để có được hiệu quả lọc tốt nhất.

Khi bước sóng với 50% độ truyền sáng của vật liệu hấp thụ bước sóng ngắn trong vùng bước sóng ngắn mà bước sóng và độ truyền sáng có tương quan thuận là SWuT5, các điều kiện liệt kê trong Bảng 2 sau đây có thể được thỏa mãn.

Bảng 2: Vật liệu hấp thụ bước sóng ngắn	
Vật liệu	SWuT5 (nm)
SA1	340 - 350
SA2	390 - 400
SA3	420 - 430
SA4	430 - 440
SA5	430 - 440
SA6	440 - 450
SA7	440 - 450

Tất cả các trường theo sáng chế là từ trường trung tâm (Trường 0) đến trường có chiều cao hình ảnh tối đa (Trường 1,0). Tất cả các trường bao phủ vùng hiệu dụng quang học trên bề mặt của phần tử thấu kính quang học.

Phương pháp tính toán độ lệch trung bình và độ lệch chuẩn của tỷ lệ chiều dài quãng đường của tia chính trong tất cả các trường trong sáng chế như sau. Trường từ trung tâm (0F) đến chiều cao hình ảnh tối đa (1,0F) được chia cho 0,02, có nghĩa là có dữ liệu của 51 trường. Tỷ lệ giữa chiều dài quãng đường của tia chính đi qua phần tử thấu kính quang học và độ dày tâm của phần tử thấu kính quang học trong mọi trường được tính toán, sau đó tính trung bình và độ lệch chuẩn của tỷ lệ chiều dài quãng đường của tia chính trong các trường nói trên được tính toán.

Độ dốc tiếp tuyến của bề mặt các phần tử thấu kính quang học được tính khi trục quang học nằm ngang và độ dốc tiếp tuyến trong vùng gần trục của thấu kính là vô cùng (INF, ∞).

Vùng bước sóng dài được xác định theo sáng chế là vùng có bước sóng trên 500 nm và vùng bước sóng ngắn là vùng có bước sóng dưới 500 nm.

LWdT5 và SWuT5 theo sáng chế bao gồm dải bước sóng có độ truyền sáng 50%.

Độ truyền sáng theo sáng chế có thể là dữ liệu được đo từ một phần tử thấu kính quang học duy nhất hoặc dữ liệu được đo từ cụm thấu kính quang học được tạo thành từ các phần tử thấu kính quang học. Nếu phần tử thấu kính quang học bao gồm vật liệu hấp thụ và phần tử thấu kính quang học bao gồm lớp phủ lọc tia hồng ngoại là các phần tử thấu kính quang học khác nhau, thì độ truyền sáng sẽ là dữ liệu được đo từ cụm thấu kính quang học.

Theo sáng chế, độ truyền của ánh sáng với góc tới là 0 độ được chọn làm cơ sở để so sánh độ truyền sáng.

Độ dày và nhiệt độ cao sẽ làm cho sai số thay đổi hình dạng bề mặt của các phần tử thấu kính quang học bằng nhựa trở nên quá lớn. Khi số lớp phủ của lớp phủ lọc tia hồng ngoại tăng lên, ảnh hưởng của nhiệt độ đến độ chính xác của hình dạng bề mặt càng rõ ràng. Công nghệ hiệu chỉnh ống kính có thể giải quyết hiệu quả vấn đề hiệu ứng nhiệt độ khi phủ lên bề mặt của các phần tử thấu kính quang học bằng nhựa, điều này thuận lợi cho việc duy trì tính toàn vẹn của lớp phủ trên các phần tử thấu kính quang học và độ chính xác cao của các phần tử thấu kính quang học bằng nhựa, như vậy có được một cụm thấu kính hình ảnh với chất lượng cao.

Công nghệ hiệu chỉnh thấu kính sử dụng các phương pháp như phương pháp phân tích Moldflow, phương pháp hàm điều chỉnh đường cong hoặc phương pháp quang sai mặt sóng, không bị giới hạn ở đó. Phương pháp phân tích Moldflow sử dụng phân tích Moldflow để tìm ra các nút đường viền ba chiều của bề mặt thấu kính quang học co lại trên trục Z. Các nút đường viền ba chiều được chuyển đổi thành một đường cong phi cầu để so sánh với đường cong ban đầu. Đồng thời, giá trị hiệu chỉnh được tính toán bằng cách xem xét tốc độ co ngót của vật liệu và xu hướng biến dạng của hình dạng bề mặt. Phương pháp hàm điều chỉnh đường cong là đo độ lệch đường bao của bề mặt phần tử, và đường cong điều chỉnh tiếp cận điểm đo để thu được giá trị hiệu chỉnh bằng cách chỉnh đường cong với một hàm và sau đó bằng một thuật

toán tối ưu hóa. Hàm có thể là hàm mũ hoặc đa thức, và thuật toán tối ưu hóa có thể là thuật toán Gauss - Newton, thuật toán đơn hình hoặc phương pháp suy giảm độ dốc. Phương pháp quang sai mặt sóng là đo dữ liệu quang sai mặt sóng (quang sai hình ảnh) của cụm thấu kính quang học bằng giao thoa kế. Quang sai mặt sóng được tạo ra trong quá trình sản xuất và lắp ráp được phân tích toàn diện với quang sai mặt sóng của giá trị thiết kế ban đầu và giá trị hiệu chỉnh thu được sau khi được tối ưu hóa bằng phần mềm quang học.

Theo sáng chế, lớp phủ lọc tia hồng ngoại trên bề mặt của phần tử thấu kính quang học bằng nhựa bao gồm các lớp phủ chiết suất cao kiểu giao thoa và các lớp phủ chiết suất thấp được sắp xếp xen kẽ. Lớp phủ lọc tia hồng ngoại được bố trí trên bề mặt của thấu kính quang học với hệ số sắp xếp lớp phủ chính tốt nhất (FC), làm cho thấu kính quang học có độ đồng nhất lớp phủ tuyệt vời, phản xạ ánh sáng phân tán thấp và hiệu quả lọc đồng nhất.

Theo sáng chế, phần tử thấu kính quang học thích hợp nhất để bổ sung vật liệu hấp thụ được quyết định bởi hệ số sắp xếp vật liệu hấp thụ chính (FA), giúp vật liệu hấp thụ được trộn đều trong phần tử thấu kính quang học. Phần tử thấu kính quang học bao gồm vật liệu hấp thụ có hiệu ứng hấp thụ đồng nhất cao của bước sóng cụ thể trong tất cả các trường.

Cụm thấu kính quang học theo sáng chế phải được bố trí với cấu hình của lớp phủ lọc tia hồng ngoại, vật liệu hấp thụ bước sóng dài và vật liệu hấp thụ bước sóng ngắn, và các phần tử thấu kính quang học được đánh giá với các thông số của nhiều yếu tố. Thiết kế tốt nhất được thực hiện dựa trên sự đồng đánh giá hai yếu tố của đánh giá lớp phủ (bởi FC) và đánh giá hấp thụ (bởi FA).

Theo một khía cạnh khác của sáng chế, thiết bị hình ảnh bao gồm cụm thấu kính quang học nói trên và cảm biến hình ảnh được bố trí trên bề mặt hình ảnh của cụm thấu kính quang học.

Cụm thấu kính quang học theo sáng chế có thể còn bao gồm cảm biến hình ảnh và kính che. Cảm biến hình ảnh được bố trí trên bề mặt hình ảnh của cụm thấu kính quang học và kính che được bố trí trên bề mặt của cảm biến hình ảnh.

Khi góc của ánh sáng quá lớn sẽ khiến ánh sáng không đi vào cảm biến hình ảnh hoặc gây ra phản ứng lệch điểm ảnh, dẫn đến chuyển màu và giảm chất lượng hình ảnh. Theo sáng chế, kính che được bố trí trên bề mặt của cảm biến hình ảnh. Góc tới giảm sau khi ánh sáng bị khúc xạ bởi kính che, vì vậy ánh sáng có thể chiếu

vào cảm biến hình ảnh. Do đó, phạm vi ứng dụng của hệ thống quang học với góc tia chính lớn có thể được cải thiện và các hiệu ứng giảm góc tia chính, tiêu cự phía sau, tổng chiều dài của cụm thấu kính quang học và chiều cao hình ảnh tối đa và đơn giản hóa quá trình chế tạo có thể đạt được.

Khi góc của tia chính trong trường có chiều cao hình ảnh tối đa của cụm thấu kính quang học tới bề mặt của kính che là CRAg, điều kiện sau có thể được thỏa mãn: $40^\circ \leq \text{CRAg}$. Do đó, thiết kế theo sáng chế đặc biệt phù hợp với hệ thống quang học có góc tia chính lớn, có góc CRAg trên 40° và có thể khắc phục được giới hạn ứng dụng đối với thiết kế góc tia chính của hệ thống quang học.

Bề mặt phía vật của kính che có thể bao gồm vật liệu hấp thụ bước sóng dài. Do đó, hiệu ứng hấp thụ có thể được cải thiện bởi kính che bao gồm vật liệu hấp thụ bước sóng dài trên bề mặt của nó, phù hợp với hệ thống quang học có góc tia chính lớn.

Ít nhất một bề mặt của kính che có thể bao gồm lớp phủ chống phản xạ và lớp phủ chống phản xạ có thể bao gồm cấu trúc dưới bước sóng. Do đó, hiệu ứng chống phản xạ trên trường có bước sóng rộng có thể được tạo ra bởi lớp phủ chống phản xạ bao gồm cấu trúc dưới bước sóng, giúp ngăn chặn vấn đề rò rỉ ánh sáng từ ánh sáng có góc lớn.

Bề mặt phía ảnh của tấm kính che có thể bao gồm vật liệu hấp thụ bước sóng dài. Do đó, số lượng các yếu tố và mức độ phức tạp của quá trình sản xuất có thể được giảm bớt.

Theo sáng chế, độ truyền sáng ở bước sóng 1.050 nm của phần tử thấu kính quang học bao gồm vật liệu hấp thụ bước sóng dài của cụm thấu kính quang học có thể nhỏ hơn độ truyền sáng ở bước sóng 500 nm của nó, và cụm thấu kính quang học có thể còn bao gồm một cảm biến hình ảnh được bố trí trên bề mặt hình ảnh của cụm thấu kính quang học.

Theo sáng chế, vấn đề rò rỉ ánh sáng từ tia hồng ngoại gần được loại bỏ hoàn toàn nhờ thiết kế của phần tử thấu kính quang học bao gồm vật liệu hấp thụ bước sóng dài, có thể tránh chuyển màu một cách hiệu quả và cải thiện chất lượng hình ảnh tổng thể.

Theo một khía cạnh khác của sáng chế, cụm thấu kính quang học bao gồm ít nhất một phần tử thấu kính quang học và ít nhất một phần tử quang học. Ít nhất một trong số phần tử thấu kính quang học bao gồm lớp phủ lọc tia hồng ngoại, phần tử

thấu kính quang học bao gồm lớp phủ lọc tia hồng ngoại được làm bằng vật liệu nhựa, lớp phủ lọc tia hồng ngoại được bố trí trên bề mặt phía vật hoặc bề mặt phía ảnh của phần tử thấu kính quang học, bề mặt của phần tử thấu kính quang học bao gồm lớp phủ lọc tia hồng ngoại là phi cầu và lớp phủ lọc tia hồng ngoại bao gồm ít nhất hai chỉ số khúc xạ khác nhau. Phần tử quang học được bố trí ở phía ảnh của phần tử thấu kính quang học và ít nhất một trong số phần tử quang học bao gồm vật liệu hấp thụ bước sóng dài. Khi góc tới cực đại của tia chính trong tất cả các trường trên bề mặt của phần tử thấu kính quang học bao gồm cả lớp phủ lọc tia hồng ngoại là AICmax, thì độ truyền sáng trung bình giữa bước sóng 500 nm - 600 nm của cụm thấu kính quang học là T5060, và độ truyền sáng trung bình giữa bước sóng 700 nm - 1.000 nm của cụm thấu kính quang học là T70100, thì thỏa mãn các điều kiện sau: $AIC_{max} \leq 40$ độ; $80\% \leq T5060$; và $T70100 \leq 10\%$.

Theo sáng chế, phần tử quang học bao gồm vật liệu hấp thụ bước sóng dài, làm giảm số lượng phần tử, tăng cường hiệu ứng lọc bước sóng dài và giảm độ phức tạp của quá trình sản xuất.

Phần tử quang học bao gồm vật liệu hấp thụ bước sóng dài có thể là vi thấu kính và bề mặt của vi thấu kính có thể bao gồm vật liệu hấp thụ bước sóng dài.

Phần tử quang học bao gồm vật liệu hấp thụ bước sóng dài có thể là bộ lọc màu và bộ lọc màu có thể bao gồm vật liệu hấp thụ bước sóng dài.

Ít nhất một trong số phần tử thấu kính quang học có thể bao gồm vật liệu hấp thụ bước sóng dài.

Phần tử quang học bao gồm vật liệu hấp thụ bước sóng dài có thể là kính che và ít nhất một bề mặt của kính che có thể bao gồm vật liệu hấp thụ bước sóng dài.

Theo một khía cạnh khác của sáng chế, thiết bị điện tử, là thiết bị di động, bao gồm cụm thấu kính quang học hoặc thiết bị hình ảnh nói trên. Thiết bị điện tử theo sáng chế cũng có thể là thiết bị dùng cho phương tiện giao thông đường bộ, thiết bị dùng cho hàng không hoặc thiết bị giám sát, v.v., sáng chế không giới hạn ở đó.

Theo như phần mô tả ở trên của sáng chế, sau đây là các phương án cụ thể được mô tả chi tiết.

Phương án 1.

Cụm thấu kính quang học theo phương án 1 bao gồm năm phần tử thấu kính quang học, từ phía vật tới phía ảnh, phần tử thấu kính quang học L1, phần tử thấu kính quang học L2, phần tử thấu kính quang học L3, phần tử thấu kính quang học L4

và phần tử thấu kính quang học L5. Ít nhất một trong năm phần tử thấu kính quang học bao gồm lớp phủ lọc tia hồng ngoại, phần tử thấu kính quang học bao gồm lớp phủ lọc tia hồng ngoại được làm bằng vật liệu nhựa, lớp phủ lọc tia hồng ngoại được bố trí trên bề mặt phía vật hoặc bề mặt phía ảnh của phần tử thấu kính quang học, bề mặt của phần tử thấu kính quang học bao gồm lớp phủ lọc tia hồng ngoại là phi cầu và lớp phủ lọc tia hồng ngoại bao gồm ít nhất hai chỉ số khúc xạ khác nhau. Ít nhất một trong năm phần tử thấu kính quang học bao gồm vật liệu hấp thụ bước sóng dài và phần tử thấu kính quang học bao gồm vật liệu hấp thụ bước sóng dài được làm bằng vật liệu nhựa. Khi trường nhìn của cụm thấu kính quang học theo phương án 1 là FOV, thì điều kiện sau được thỏa mãn: $FOV = 80$ độ.

Bề mặt phía vật của phần tử thấu kính quang học L1 là R1. Khi góc tới cực đại của tia chính trong mọi trường trên bề mặt phía vật R1 của phần tử thấu kính quang học L1 là AICmax thì điều kiện sau đây được thỏa mãn: $AICmax = 31,09$ độ. Bề mặt phía ảnh của phần tử thấu kính quang học L1 là R2. Khi góc tới của tia tới cực đại trong tất cả các trường trên bề mặt phía ảnh R2 của phần tử thấu kính quang học L1 là AICmax, thì điều kiện sau đây được thỏa mãn: $AICmax = 28,3$ độ.

Khi hệ số sắp xếp lớp phủ thứ nhất của bề mặt phía vật R1 của phần tử thấu kính quang học L1 là Fc1, thì điều kiện sau được thỏa mãn: $Fc1 = 1,82$. Khi hệ số sắp xếp lớp phủ thứ hai của bề mặt phía vật R1 của phần tử thấu kính quang học L1 là Fc2, thì điều kiện sau đây được thỏa mãn: $Fc2 = 4,98$. Khi hệ số bố trí lớp phủ chính của bề mặt phía vật R1 của phần tử thấu kính quang học L1 là FC thì điều kiện sau được thỏa mãn: $FC = 0,96$.

Khi hệ số sắp xếp lớp phủ thứ nhất của bề mặt phía ảnh R2 của phần tử thấu kính quang học L1 là Fc1, thì điều kiện sau được thỏa mãn: $Fc1 = 41,66$. Khi hệ số sắp xếp lớp phủ thứ hai của bề mặt phía ảnh R2 của phần tử thấu kính quang học L1 là Fc2, thì điều kiện sau đây được thỏa mãn: $Fc2 = 309,6$. Khi hệ số sắp xếp lớp phủ chính của bề mặt phía ảnh R2 của phần tử thấu kính quang học L1 là FC, thì điều kiện sau đây được thỏa mãn: $FC = 4,11$.

Khi tỷ lệ độ dài quãng đường trung bình của tia chính trong tất cả các trường của phần tử thấu kính quang học L1 là CPavg, thì điều kiện sau đây được thỏa mãn: $CPavg = 1,04$. Khi hệ số sắp xếp vật liệu hấp thụ chính của phần tử thấu kính quang học L1 là FA, thì điều kiện sau đây được thỏa mãn: $FA = 2,92$.

Bề mặt phía vật của phần tử thấu kính quang học L2 là R1. Khi góc tới cực đại của tia chính trong mọi trường trên bề mặt phía vật R1 của phần tử thấu kính quang học L2 là AICmax, thì thỏa mãn điều kiện sau: $AIC_{max} = 45,11$ độ. Bề mặt phía ảnh của phần tử thấu kính quang học L2 là R2. Khi góc tới cực đại của tia chính trong mọi trường trên bề mặt phía ảnh R2 của phần tử thấu kính quang học L2 là AICmax, thì thỏa mãn điều kiện sau: $AIC_{max} = 28,2$ độ.

Khi hệ số sắp xếp lớp phủ thứ nhất của bề mặt phía vật R1 của phần tử thấu kính quang học L2 là Fc1, thì điều kiện sau đây được thỏa mãn: $Fc1 = 8,48$. Khi hệ số sắp xếp lớp phủ thứ hai của bề mặt phía vật R1 của phần tử thấu kính quang học L2 là Fc2, thì điều kiện sau đây được thỏa mãn: $Fc2 = 95,24$. Khi hệ số bố trí lớp phủ chính của bề mặt phía vật R1 của phần tử thấu kính quang học L2 là FC, thì điều kiện sau đây được thỏa mãn: $FC = 2,91$.

Khi hệ số sắp xếp lớp phủ thứ nhất của bề mặt phía ảnh R2 của phần tử thấu kính quang học L2 là Fc1, thì điều kiện sau đây được thỏa mãn: $Fc1 = 4,13$. Khi hệ số sắp xếp lớp phủ thứ hai của bề mặt phía ảnh R2 của phần tử thấu kính quang học L2 là Fc2, thì điều kiện sau đây thỏa mãn: $Fc2 = 47,62$. Khi hệ số sắp xếp lớp phủ chính của bề mặt phía ảnh R2 của phần tử thấu kính quang học L2 là FC, thì điều kiện sau đây được thỏa mãn: $FC = 2,29$.

Khi tỷ lệ độ dài quãng đường trung bình của tia chính trong tất cả các trường của phần tử thấu kính quang học L2 là CPavg, thì điều kiện sau đây được thỏa mãn: $CP_{avg} = 1,05$. Khi hệ số sắp xếp vật liệu hấp thụ chính của phần tử thấu kính quang học L2 là FA, thì điều kiện sau đây được thỏa mãn: $FA = 2,64$.

Bề mặt phía vật của phần tử thấu kính quang học L3 là R1. Khi góc tới cực đại của tia chính trong mọi trường trên bề mặt phía vật R1 của phần tử thấu kính quang học L3 là AICmax, thì điều kiện sau đây được thỏa mãn: $AIC_{max} = 35,9$ độ. Bề mặt phía ảnh của phần tử thấu kính quang học L3 là R2. Khi góc tới của tia tới cực đại trong tất cả các trường trên bề mặt phía ảnh R2 của phần tử thấu kính quang học L3 là AICmax, thì điều kiện sau đây được thỏa mãn: $AIC_{max} = 20,07$ độ.

Khi hệ số sắp xếp lớp phủ thứ nhất của bề mặt phía vật R1 của phần tử thấu kính quang học L3 là Fc1, thì điều kiện sau đây được thỏa mãn: $Fc1 = 1,51$. Khi hệ số bố trí lớp phủ thứ hai của bề mặt phía vật R1 của phần tử thấu kính quang học L3 là Fc2, thì điều kiện sau đây được thỏa mãn: $Fc2 = 6,48$. Khi hệ số bố trí lớp phủ

chính của bề mặt phía vật R1 của phần tử thấu kính quang học L3 là FC, thì điều kiện sau đây được thỏa mãn: $FC = 0,99$.

Khi hệ số sắp xếp lớp phủ thứ nhất của bề mặt phía ảnh R2 của phần tử thấu kính quang học L3 là Fc1, thì điều kiện sau đây được thỏa mãn: $Fc1 = 2,66$. Khi hệ số sắp xếp lớp phủ thứ hai của bề mặt phía ảnh R2 của phần tử thấu kính quang học L3 là Fc2, thì điều kiện sau đây được thỏa mãn: $Fc2 = 33,16$. Khi hệ số sắp xếp lớp phủ chính của bề mặt phía ảnh R2 của phần tử thấu kính quang học L3 là FC, thì điều kiện sau đây được thỏa mãn: $FC = 1,95$.

Khi tỷ lệ độ dài quãng đường trung bình của tia chính trong tất cả các trường của phần tử thấu kính quang học L3 là CPavg, thì điều kiện sau đây được thỏa mãn: $CPavg = 1,06$. Khi hệ số sắp xếp vật liệu hấp thụ chính của phần tử thấu kính quang học L3 là FA, thì điều kiện sau đây được thỏa mãn: $FA = 2,6$.

Bề mặt phía vật của phần tử thấu kính quang học L4 là R1. Khi góc tới cực đại của tia chính trong mọi trường trên bề mặt phía vật R1 của phần tử thấu kính quang học L4 là AICmax, thì điều kiện sau đây được thỏa mãn: $AICmax = 28,55$ độ. Bề mặt phía ảnh của phần tử thấu kính quang học L4 là R2. Khi góc tới cực đại của tia chính trong mọi trường trên bề mặt phía ảnh R2 của phần tử thấu kính quang học L4 là AICmax, thì điều kiện sau đây được thỏa mãn: $AICmax = 22,46$ độ.

Khi hệ số sắp xếp lớp phủ thứ nhất của bề mặt phía vật R1 của phần tử thấu kính quang học L4 là Fc1, thì điều kiện sau đây được thỏa mãn: $Fc1 = 1,92$. Khi hệ số bố trí lớp phủ thứ hai của bề mặt phía vật R1 của phần tử thấu kính quang học L4 là Fc2, thì điều kiện sau đây được thỏa mãn: $Fc2 = 7,93$. Khi hệ số sắp xếp lớp phủ chính của bề mặt phía vật R1 của phần tử thấu kính quang học L4 là FC, thì điều kiện sau đây được thỏa mãn: $FC = 1,18$.

Khi hệ số sắp xếp lớp phủ thứ nhất của bề mặt phía ảnh R2 của phần tử thấu kính quang học L4 là Fc1, thì điều kiện sau đây được thỏa mãn: $Fc1 = 0,98$. Khi hệ số sắp xếp lớp phủ thứ hai của bề mặt phía ảnh R2 của phần tử thấu kính quang học L4 là Fc2, thì điều kiện sau đây được thỏa mãn: $Fc2 = 3,53$. Khi hệ số sắp xếp lớp phủ chính của bề mặt phía ảnh R2 của phần tử thấu kính quang học L4 là FC, thì điều kiện sau đây được thỏa mãn: $FC = 0,54$.

Khi tỷ lệ độ dài quãng đường trung bình của tia chính trong tất cả các trường của phần tử thấu kính quang học L4 là CPavg, thì điều kiện sau đây được thỏa mãn:

$CP_{avg} = 0,78$. Khi hệ số sắp xếp vật liệu hấp thụ chính của phần tử thấu kính quang học L4 là FA, thì điều kiện sau đây được thỏa mãn: $FA = 1,51$.

Bề mặt phía vật của phần tử thấu kính quang học L5 là R1. Khi góc tới cực đại của tia chính trong mọi trường trên bề mặt phía vật R1 của thấu kính quang học L5 là AIC_{max} , thì điều kiện sau đây được thỏa mãn: $AIC_{max} = 48,49$ độ. Bề mặt phía ảnh của phần tử thấu kính quang học L5 là R2. Khi góc tới của tia tới cực đại trong tất cả các trường trên bề mặt phía ảnh R2 của thấu kính quang học L5 là AIC_{max} , thì điều kiện sau đây được thỏa mãn: $AIC_{max} = 20,4$ độ.

Khi hệ số sắp xếp lớp phủ thứ nhất của bề mặt phía vật R1 của phần tử thấu kính quang học L5 là $Fc1$, thì điều kiện sau đây được thỏa mãn: $Fc1 = 0,63$. Khi hệ số sắp xếp lớp phủ thứ hai của bề mặt phía vật R1 của phần tử thấu kính quang học L5 là $Fc2$, thì điều kiện sau đây được thỏa mãn: $Fc2 = 8,03$. Khi hệ số bố trí lớp phủ chính của bề mặt phía vật R1 của phần tử thấu kính quang học L5 là FC, thì điều kiện sau đây được thỏa mãn: $FC = 0,7$.

Khi hệ số sắp xếp lớp phủ thứ nhất của bề mặt phía ảnh R2 của phần tử thấu kính quang học L5 là $Fc1$, thì điều kiện sau đây được thỏa mãn: $Fc1 = 0,76$. Khi hệ số sắp xếp lớp phủ thứ hai của bề mặt phía ảnh R2 của phần tử thấu kính quang học L5 là $Fc2$, thì điều kiện sau đây được thỏa mãn: $Fc2 = 4,11$. Khi hệ số sắp xếp lớp phủ chính của bề mặt phía ảnh R2 của phần tử thấu kính quang học L5 là FC, thì điều kiện sau đây được thỏa mãn: $FC = 0,49$.

Khi tỷ lệ độ dài quãng đường trung bình của tia chính trong tất cả các trường của phần tử thấu kính quang học L5 là CP_{avg} , thì điều kiện sau đây được thỏa mãn: $CP_{avg} = 1,79$. Khi hệ số sắp xếp vật liệu hấp thụ chính của phần tử thấu kính quang học L5 là FA, thì điều kiện sau đây được thỏa mãn: $FA = 0,38$.

Giá trị chi tiết của các thông số cho từng phần tử thấu kính quang học trong cụm thấu kính quang học theo phương án 1 được thể hiện trong Bảng 3, Bảng 4 và Bảng 5 dưới đây.

Bảng 3 - Góc ngẫu nhiên của tia chính của từng phần tử thấu kính quang học theo phương án 1						
Trường	Bề mặt của phần tử thấu kính quang học					
	L1R1	L1R2	L2R1	L2R2	L3R1	L3R2
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,05	1,95	1,74	2,57	1,68	2,66	1,70

0,10	3,90	3,47	5,12	3,34	5,31	3,38
0,15	5,82	5,18	7,66	5,00	7,92	5,04
0,20	7,72	6,87	10,18	6,63	10,49	6,65
0,25	9,57	8,52	12,66	8,24	13,00	8,21
0,30	11,38	10,14	15,10	9,81	15,43	9,70
0,35	13,5	11,73	17,50	11,36	17,79	11,11
0,40	14,86	13,26	19,86	12,86	20,04	12,42
0,45	16,51	14,75	22,17	14,33	22,19	13,63
0,50	18,11	16,20	24,43	15,76	24,22	14,72
0,55	19,65	17,60	26,65	17,15	26,13	15,68
0,60	21,14	18,96	28,84	18,51	27,91	16,51
0,65	22,57	20,27	30,98	19,83	29,54	17,20
0,70	23,95	21,54	33,09	21,12	31,01	17,75
0,75	25,28	22,77	35,17	22,37	32,31	18,16
0,80	26,55	23,97	37,23	23,60	33,44	18,47
0,85	27,78	25,12	39,25	24,80	34,36	18,70
0,90	28,94	26,22	41,23	25,96	35,08	18,93
0,95	30,04	27,28	43,18	27,09	35,59	19,31
1,00	31,09	28,30	45,11	28,20	35,90	20,07
AICmax	31,09	28,30	45,11	28,20	35,90	20,07
Trường	Bề mặt của phần tử thấu kính quang học					
	L4R1	L4R2	L5R1	L5R2		
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
0,05	2,12	1,92	0,40	4,64		
0,10	4,26	3,61	0,79	8,91		
0,15	6,43	4,91	1,18	12,57		
0,20	8,63	5,75	1,60	15,50		
0,25	10,87	6,13	2,10	17,71		
0,30	13,14	6,09	2,70	19,22		
0,35	15,41	5,67	3,37	20,10		
0,40	17,66	4,92	3,99	20,40		
0,45	19,85	3,84	4,41	20,20		
0,50	21,94	2,44	4,45	19,52		

0,55	23,87	0,73	3,95	18,39	
0,60	25,58	1,30	2,71	16,80	
0,65	26,99	3,68	0,60	14,73	
0,70	28,01	6,40	2,56	12,15	
0,75	28,55	9,44	6,95	9,01	
0,80	28,50	12,75	12,77	5,36	
0,85	27,80	16,15	20,15	1,61	
0,90	26,49	19,30	28,98	1,57	
0,95	24,75	21,71	38,80	3,48	
1,00	23,02	22,46	48,49	3,37	
AICmax	28,55	22,46	48,49	20,40	

Bảng 4 - Đánh giá lớp phủ của từng phần tử thấu kính quang học theo phương án 1						
FOV (độ)		80				
		L1	L2	L3	L4	L5
CT		0,45	0,24	0,24	0,51	0,32
R1	SAGmax	0,25	0,03	0,16	0,26	0,51
	$Fc1 = \frac{CT}{ SAGmax }$	1,82	8,48	1,51	1,92	0,63
	SPmin	1,61	4,76	1,28	1,54	2,00
	SPavg	3,09	20,00	5,05	5,15	4,02
	$Fc2 = SPavg \times SPmin $	4,98	95,24	6,48	7,93	8,03
	$FC = \frac{1}{\log(Fc1 \times Fc2)}$	0,96	2,91	0,99	1,18	0,70
R2	SAGmax	0,01	0,06	0,09	0,52	0,42
	$Fc1 = \frac{CT}{ SAGmax }$	41,66	4,13	2,66	0,98	0,76
	SPmin	5,26	3,57	3,45	1,14	1,20
	SPavg	58,82	13,33	9,62	3,11	3,41
	$Fc2 = SPavg \times SPmin $	309,60	47,62	33,16	3,53	4,11

	FC = LOG($F_{c1} \times F_{c2}$)	4,11	2,29	1,95	0,54	0,49
--	---------------------------------------	------	------	------	------	------

Bảng 5 - Đánh giá độ hấp thụ của từng phần tử thấu kính quang học theo phương án 1					
	L1	L2	L3	L4	L5
CPavg	1,04	1,05	1,06	0,78	1,79
CPst	0,03	0,04	0,05	0,14	0,52
FA = LOG($1/((CP_{avg}-1) \times CP_{st})$)	2,92	2,64	2,60	1,51	0,38

Độ dày tâm của mỗi phần tử thấu kính quang học là CT, độ dịch chuyển ngang tối đa giữa các giao điểm của mỗi bề mặt của các phần tử thấu kính quang học và trục quang học là SAGmax, giá trị trung bình của độ dốc tiếp tuyến trong vùng đường kính hiệu dụng quang học của mỗi bề mặt thuộc các phần tử thấu kính quang học là SPavg, giá trị tối thiểu của độ dốc tiếp tuyến trong vùng đường kính hiệu dụng quang học của mỗi bề mặt thuộc các phần tử thấu kính quang học là Spmin, và độ lệch chuẩn của tỷ lệ độ dài quãng đường của tia chính trong tất cả các trường của mỗi phần tử thấu kính quang học là CPst.

Phương án 2.

Cụm thấu kính quang học theo phương án 2 bao gồm sáu phần tử thấu kính quang học, đó là, từ phía vật đến phía ảnh, phần tử thấu kính quang học L1, phần tử thấu kính quang học L2, phần tử thấu kính quang học L3, phần tử thấu kính quang học L4, phần tử thấu kính quang học L5 và phần tử thấu kính quang học L6. Ít nhất một trong sáu phần tử thấu kính quang học bao gồm lớp phủ lọc tia hồng ngoại, phần tử thấu kính quang học bao gồm lớp phủ lọc tia hồng ngoại được làm bằng vật liệu nhựa, lớp phủ lọc tia hồng ngoại được bố trí trên bề mặt phía vật hoặc phía ảnh của phần tử thấu kính quang học, bề mặt của phần tử thấu kính quang học bao gồm lớp phủ lọc tia hồng ngoại là phi cầu và lớp phủ lọc tia hồng ngoại bao gồm ít nhất hai chỉ số khúc xạ khác nhau. Ít nhất một trong sáu phần tử thấu kính quang học bao gồm vật liệu hấp thụ bước sóng dài và phần tử thấu kính quang học bao gồm vật liệu hấp thụ bước sóng dài được làm bằng vật liệu nhựa.

Giá trị chi tiết của các thông số cho từng phần tử thấu kính quang học trong cụm thấu kính quang học theo phương án 2 được thể hiện trong Bảng 6, Bảng 7 và Bảng 8 dưới đây. Định nghĩa của các tham số này trong các bảng sau đây giống với định nghĩa được nêu trong phương án 1 với các giá trị tương ứng cho phương án 2, do đó, không cần phải giải thích lại nữa.

Bảng 6 - Góc ngẫu nhiên của tia chính của từng phần tử thấu kính quang học theo phương án 2						
Trường	Bề mặt của phần tử thấu kính quang học					
	L1R1	L1R2	L2R1	L2R2	L3R1	L3R2
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,05	1,55	1,86	2,90	1,92	3,20	2,14
0,10	3,10	3,71	5,80	3,83	6,39	4,26
0,15	4,63	5,54	8,68	5,72	9,56	6,34
0,20	6,14	7,35	11,53	7,59	12,68	8,35
0,25	7,61	9,13	14,35	9,43	15,76	10,27
0,30	9,06	10,88	17,15	11,23	18,79	12,10
0,35	10,46	12,60	19,91	13,00	21,76	13,83
0,40	11,82	14,26	22,63	14,73	24,66	15,43
0,45	13,13	15,88	25,30	16,40	27,47	16,90
0,50	14,39	17,45	27,93	18,02	30,21	18,24
0,55	15,60	18,97	30,52	19,60	32,86	19,43
0,60	16,76	20,45	33,07	21,13	35,43	20,45
0,65	17,88	21,88	35,59	22,61	37,91	21,29
0,70	18,94	23,26	38,08	24,05	40,28	21,88
0,75	19,97	24,60	40,55	25,44	42,54	22,18
0,80	20,94	25,89	42,99	26,79	44,62	22,08
0,85	21,86	27,12	45,39	28,09	46,49	21,43
0,90	22,73	28,31	47,78	29,35	48,06	20,04
0,95	23,58	29,47	50,20	30,59	49,22	17,56
1,00	24,43	30,66	52,76	31,88	49,69	13,40
AICmax	24,43	30,66	52,76	31,88	49,69	22,18
Trường	Bề mặt của phần tử thấu kính quang học					
	L4R1	L4R2	L5R1	L5R2	L6R1	L6R2

0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,05	3,58	2,19	3,32	1,52	0,59	4,92
0,10	7,09	4,32	6,62	2,77	1,36	9,25
0,15	10,48	6,33	9,86	3,61	2,51	12,63
0,20	13,68	8,15	12,97	4,03	4,10	14,99
0,25	16,65	9,75	15,85	4,13	6,08	16,40
0,30	19,36	11,08	18,39	4,02	8,22	17,03
0,35	21,76	12,13	20,41	3,77	10,10	17,09
0,40	23,84	12,86	21,77	3,38	11,32	16,78
0,45	25,57	13,29	22,34	2,78	11,51	16,16
0,50	26,95	13,43	22,07	1,87	10,42	15,19
0,55	27,95	13,35	20,99	0,53	7,88	13,75
0,60	28,57	13,13	19,25	1,28	3,82	11,81
0,65	28,77	12,92	17,13	3,61	1,74	9,38
0,70	28,52	12,88	15,05	6,44	8,74	6,59
0,75	27,74	13,19	13,52	9,69	17,09	3,76
0,80	26,29	14,03	13,09	13,19	26,53	1,35
0,85	24,01	15,56	14,32	16,59	36,59	0,15
0,90	20,63	17,90	17,98	19,29	46,61	0,20
0,95	15,81	21,22	25,54	20,80	56,30	2,13
1,00	9,13	25,66	41,35	22,53	66,93	7,86
AICmax	28,77	25,66	41,35	22,53	66,93	17,09

Bảng 7 - Đánh giá lớp phủ của từng phần tử thấu kính quang học theo phương án 2

FOV (độ)		79				
		L1	L2	L3	L4	L5
CT		0,96	0,29	0,38	0,36	0,68
R1	SAGmax	0,68	0,08	0,07	0,33	0,50
	Fc1 = CT/ SAGmax	1,42	3,48	5,33	1,06	1,37
	SPmin	1,09	2,56	2,00	0,85	1,72
	SPavg	2,22	13,33	11,90	4,41	5,08

	$Fc2 =$ $ SP_{avg} \times SP_{min} $	2,42	34,19	23,81	3,77	8,75
	$FC =$ $LOG(Fc1 \times Fc2)$	0,54	2,08	2,10	0,60	1,08
R2	$ SAG_{max} $	0,05	0,20	0,20	0,30	0,89
	$Fc1 =$ $CT/ SAG_{max} $	18,68	1,46	1,91	1,18	0,77
	$ SP_{min} $	7,69	1,25	1,27	3,03	2,33
	$ SP_{avg} $	23,81	4,90	6,33	6,13	3,22
	$Fc2 =$ $ SP_{avg} \times SP_{min} $	183,15	6,13	8,01	18,59	7,48
	$FC =$ $LOG(Fc1 \times Fc2)$	3,53	0,95	1,18	1,34	0,76
		L6				
CT		0,47				
R1	$ SAG_{max} $	0,77				
	$Fc1 =$ $CT/ SAG_{max} $	0,61				
	$ SP_{min} $	1,82				
	$ SP_{avg} $	4,02				
	$Fc2 =$ $ SP_{avg} \times SP_{min} $	7,30				
	$FC =$ $LOG(Fc1 \times Fc2)$	0,65				
R2	$ SAG_{max} $	0,80				
	$Fc1 =$ $CT/ SAG_{max} $	0,59				
	$ SP_{min} $	1,43				
	$ SP_{avg} $	3,53				
	$Fc2 =$ $ SP_{avg} \times SP_{min} $	5,05				
	$FC =$ $LOG(Fc1 \times Fc2)$	0,47				

Bảng 8 - Đánh giá về độ hấp thụ của từng phần tử thấu kính quang học theo phương án 2					
	L1	L2	L3	L4	L5
CPavg	1,03	1,06	1,05	1,02	0,73
CPst	0,03	0,05	0,04	0,03	0,16
FA = $\text{LOG}(1/((\text{CPavg}-1) \times \text{CPst}))$	3,09	2,47	2,70	3,17	1,36
	L6				
CPavg	1,75				
CPst	0,48				
FA = $\text{LOG}(1/((\text{CPavg}-1) \times \text{CPst}))$	0,44				

Phương án 3.

Cụm thấu kính quang học theo phương án 3 bao gồm sáu phần tử thấu kính quang học, đó là, từ phía vật đến phía ảnh, phần tử thấu kính quang học L1, phần tử thấu kính quang học L2, phần tử thấu kính quang học L3, phần tử thấu kính quang học L4, phần tử thấu kính quang học L5 và phần tử thấu kính quang học L6. Phần tử thấu kính quang học L1 bao gồm lớp phủ lọc tia hồng ngoại, phần tử thấu kính quang học L1 bao gồm lớp phủ lọc tia hồng ngoại được làm bằng vật liệu nhựa, lớp phủ lọc tia hồng ngoại được bố trí trên bề mặt phía ảnh R2 của phần tử thấu kính quang học L1, bề mặt của phần tử thấu kính quang học L1 bao gồm lớp phủ lọc tia hồng ngoại là phi cầu và lớp phủ lọc tia hồng ngoại bao gồm ít nhất hai chỉ số khúc xạ khác nhau. Phần tử thấu kính quang học L1 bao gồm vật liệu hấp thụ bước sóng dài và phần tử thấu kính quang học L1 bao gồm vật liệu hấp thụ bước sóng dài được làm bằng vật liệu nhựa.

Giá trị chi tiết của các thông số cho từng phần tử thấu kính quang học trong cụm thấu kính quang học theo phương án 3 được thể hiện trong Bảng 9, Bảng 10 và Bảng 11 dưới đây. Định nghĩa của các tham số này trong các bảng sau đây giống với

định nghĩa được nêu trong phương án 1 với các giá trị tương ứng cho phương án 3, do đó không cần phải giải thích lại nữa.

Bảng 9 - Góc ngẫu nhiên của tia chính của từng phần tử thấu kính quang học theo phương án 3						
Trường	Bề mặt của phần tử thấu kính quang học					
	L1R1	L1R2	L2R1	L2R2	L3R1	L3R2
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,05	1,93	1,95	3,07	1,97	3,23	2,09
0,10	3,85	3,89	6,13	3,93	6,43	4,14
0,15	5,73	5,80	9,15	5,86	9,60	6,15
0,20	7,58	7,67	12,12	7,75	12,72	8,08
0,25	9,38	9,50	15,06	9,60	15,78	9,93
0,30	11,13	11,30	17,95	11,41	18,80	11,68
0,35	12,84	13,05	20,81	13,19	21,77	13,33
0,40	14,51	14,77	23,64	14,92	24,70	14,87
0,45	16,11	16,44	26,43	16,60	27,58	16,29
0,50	17,66	18,05	29,18	18,23	30,40	17,58
0,55	19,14	19,61	31,86	19,80	33,15	18,72
0,60	20,54	21,10	34,49	21,31	35,81	19,70
0,65	21,88	22,53	37,07	22,75	38,40	20,49
0,70	23,16	23,90	39,61	24,14	40,90	21,06
0,75	24,38	25,24	42,12	25,49	43,33	21,36
0,80	25,54	26,51	44,61	26,79	45,64	21,30
0,85	26,63	27,73	47,04	28,02	47,79	20,80
0,90	27,65	28,88	49,44	29,19	49,73	19,73
0,95	28,63	30,00	51,86	30,34	51,44	17,88
1,00	29,61	31,12	54,38	31,50	52,79	14,94
AICmax	29,61	31,12	54,38	31,50	52,79	21,36
Trường	Bề mặt của phần tử thấu kính quang học					
	L4R1	L4R2	L5R1	L5R2	L6R1	L6R2
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,05	4,15	2,82	3,59	1,37	0,95	4,73
0,10	8,20	5,56	7,17	2,52	1,96	9,08

0,15	12,08	8,15	10,72	3,32	3,14	12,74
0,20	15,71	10,51	14,18	3,76	4,64	15,55
0,25	19,04	12,59	17,47	3,90	6,59	17,43
0,30	22,04	14,35	20,48	3,83	8,96	18,39
0,35	24,70	15,75	23,06	3,65	11,51	18,49
0,40	26,98	16,77	25,07	3,41	13,83	17,90
0,45	28,88	17,40	26,34	3,09	15,48	16,84
0,50	30,39	17,65	26,77	2,62	16,07	15,49
0,55	31,50	17,56	26,30	1,87	15,32	13,92
0,60	32,21	17,18	24,96	0,67	13,04	12,09
0,65	32,50	16,57	22,84	1,12	9,11	9,90
0,70	32,30	15,83	20,17	3,64	3,43	7,27
0,75	31,51	15,11	17,38	6,96	4,12	4,24
0,80	30,03	14,64	15,07	11,07	13,60	1,22
0,85	27,77	14,73	13,97	15,78	24,85	1,17
0,90	24,67	15,72	14,88	20,65	37,50	2,39
0,95	20,65	18,15	19,11	24,78	50,50	1,76
1,00	15,62	23,07	30,44	27,17	63,00	2,75
AICmax	32,50	23,07	30,44	27,17	63,00	18,49

Bảng 10 - Đánh giá độ phủ của từng phần tử thấu kính quang học theo phương án 3

FOV (độ)		84				
		L1	L2	L3	L4	L5
CT		0,80	0,26	0,57	0,35	0,77
R1	SAGmax	0,57	0,09	0,09	0,29	0,45
	$Fc1 = \frac{CT}{ SAGmax }$	1,41	2,84	6,18	1,21	1,71
	SPmin	1,27	3,45	2,56	1,05	1,79
	SPavg	2,58	12,66	13,16	5,03	5,75
	$Fc2 = \frac{ SPavg \times SPmin }{ SAGmax }$	3,27	43,65	33,74	5,29	10,26

	FC = LOG(Fc1×Fc2)	0,66	2,09	2,32	0,81	1,24
R2	SAGmax	0,07	0,24	0,26	0,22	0,91
	Fc1 = CT/ SAGmax	11,16	1,09	2,17	1,62	0,84
	SPmin	11,11	1,41	1,54	2,94	2,22
	SPavg	18,87	5,10	5,95	7,09	3,47
	Fc2 = SPavg × SPmin	209,64	7,19	9,16	20,86	7,72
	FC = LOG(Fc1×Fc2)	3,37	0,90	1,30	1,53	0,81
		L6				
CT		0,54				
R1	SAGmax	1,09				
	Fc1 = CT/ SAGmax	0,50				
	SPmin	1,41				
	SPavg	3,18				
	Fc2 = SPavg × SPmin	4,49				
	FC = LOG(Fc1×Fc2)	0,35				
R2	SAGmax	0,95				
	Fc1 = CT/ SAGmax	0,57				
	SPmin	1,22				
	SPavg	3,34				
	Fc2 = SPavg × SPmin	4,08				
	FC = LOG(Fc1×Fc2)	0,37				

Bảng 11- Đánh giá độ hấp thụ của từng phần tử thấu kính quang học theo phương án 3					
	L1	L2	L3	L4	L5
CPavg	1,04	1,06	1,04	1,06	0,70
CPst	0,03	0,05	0,03	0,04	0,19
FA = $\text{LOG}(1/((\text{CPavg}-1) \times \text{CPst}))$	2,95	2,48	2,87	2,66	1,23
	L6				
CPavg	1,89				
CPst	0,57				
FA = $\text{LOG}(1/((\text{CPavg}-1) \times \text{CPst}))$	0,29				

Tham khảo Fig.1 và Bảng 12 ở bên dưới. Fig.1 là hình vẽ thể hiện biểu đồ quan hệ giữa độ truyền sáng và bước sóng của phần tử thấu kính quang học L1 theo phương án 3, trong đó ánh sáng chiếu vào phần tử thấu kính quang học L1 có góc tới lần lượt là 0 độ và 30 độ. Độ truyền của ánh sáng có bước sóng khác nhau được cho trong Bảng 12. Khi bước sóng với 50% độ truyền sáng của phần tử thấu kính quang học L1 trong vùng bước sóng dài mà bước sóng và độ truyền sáng có tương quan nghịch là LWdT5, thì điều kiện sau đây được thỏa mãn: $600 \text{ nm} \leq \text{LWdT5} \leq 700 \text{ nm}$. Khi bước sóng với 50% độ truyền sáng của phần tử thấu kính quang học L1 trong vùng bước sóng ngắn mà bước sóng và độ truyền sáng có tương quan thuận là SWuT5, thì điều kiện sau đây được thỏa mãn: $370 \text{ nm} \leq \text{SWuT5} \leq 450 \text{ nm}$.

Bảng 12 - Độ truyền sáng của phần tử thấu kính quang học L1 theo phương án 3			
T (%)	0 độ	T (%)	30 độ
LWdT5 (nm)	685 - 690	LWdT5 (nm)	660 - 665
SWuT5 (nm)	390 - 395	SWuT5 (nm)	380 - 385
T (%)	0 độ	T (%)	30 độ
T3540 (%)	16,65	T3540 (%)	28,75
T4050 (%)	91,91	T4050 (%)	87,43

T5060 (%)	97,54	T5060 (%)	96,62
T6570 (%)	76,10	T6570 (%)	24,57
T70100 (%)	0,18	T70100 (%)	0,10
T35 (%)	0,00	T35 (%)	0,01
T40 (%)	81,17	T40 (%)	73,53
T55 (%)	98,34	T55 (%)	92,99
T60 (%)	98,99	T60 (%)	98,21
T63 (%)	96,79	T63 (%)	98,96
T64 (%)	98,64	T64 (%)	96,38
T65 (%)	97,09	T65 (%)	94,30
T70 (%)	3,02	T70 (%)	0,62
T85 (%)	0,00	T85 (%)	0,00

Tham khảo Fig.2 và Bảng 13 ở bên dưới. Fig.2 là hình vẽ thể hiện biểu đồ quan hệ giữa độ truyền sáng và bước sóng của cụm thấu kính quang học theo phương án 3, trong đó ánh sáng chiếu vào cụm thấu kính quang học có góc tới tương ứng là 0 độ và 30 độ. Độ truyền sáng của ánh sáng có bước sóng khác nhau được thể hiện trong Bảng 13. Khi bước sóng với 50% độ truyền sáng của cụm thấu kính quang học trong vùng bước sóng dài mà bước sóng và độ truyền sáng có tương quan nghịch là LWdT5, thì điều kiện sau đây được thỏa mãn: $600 \text{ nm} \leq \text{LWdT5} \leq 700 \text{ nm}$. Khi bước sóng với 50% độ truyền sáng của cụm thấu kính quang học trong vùng bước sóng ngắn mà bước sóng và độ truyền sáng có tương quan thuận là SWuT5, thì điều kiện sau đây được thỏa mãn: $370 \text{ nm} \leq \text{SWuT5} \leq 450 \text{ nm}$.

Bảng 13 - Độ truyền sáng của cụm thấu kính quang học theo phương án 3			
T (%)	0 độ	T (%)	30 độ
LWdT5 (nm)	635 - 640	LWdT5 (nm)	630 - 635
SWuT5 (nm)	420 - 425	SWuT5 (nm)	420 - 425
T (%)	0 độ	T (%)	30 độ
T3540 (%)	4,39	T3540 (%)	6,31
T4050 (%)	69,66	T4050 (%)	65,85
T5060 (%)	90,31	T5060 (%)	87,87
T6570 (%)	17,74	T6570 (%)	8,26

T70100 (%)	0,06	T70100 (%)	0,04
T35 (%)	0,00	T35 (%)	0,00
T40 (%)	24,85	T40 (%)	21,34
T55 (%)	93,04	T55 (%)	86,63
T60 (%)	82,07	T60 (%)	79,52
T63 (%)	57,65	T63 (%)	55,97
T64 (%)	46,65	T64 (%)	42,59
T65 (%)	40,64	T65 (%)	36,50
T70 (%)	0,10	T70 (%)	0,01
T85 (%)	0,00	T85 (%)	0,00

Thiết kế lớp phủ của phần tử thấu kính quang học L1 theo phương án 3 được thể hiện trong Bảng 14 bên dưới. Khi tổng số lớp phủ lọc tia hồng ngoại là tLs , thì điều kiện sau đây được thỏa mãn: $40 < tLs \leq 80$. Khi tổng chiều dày các lớp phủ lọc tia hồng ngoại là tTk , thì điều kiện sau đây được thỏa mãn: $4.000 \text{ nm} < tTk \leq 10.000 \text{ nm}$.

Bảng 14 - Thiết kế lớp phủ theo phương án 3	
tLs	46
$tTk \text{ (nm)}$	5.527
Chỉ số khúc xạ của vật liệu	Độ dày (nm)
Cao	12
Thấp	36
Cao	113
Thấp	173
Cao	109
Thấp	174
Cao	104
Thấp	158
Cao	96
Thấp	168
Cao	108

Thấp	178
Cao	107
Thấp	163
Cao	91
Thấp	161
Cao	106
Thấp	178
Cao	109
Thấp	166
Cao	91
Thấp	155
Cao	104
Thấp	176
Cao	109
Thấp	167
Cao	92
Thấp	143
Cao	88
Thấp	140
Cao	84
Thấp	141
Cao	84
Thấp	143
Cao	82
Thấp	143
Cao	82
Thấp	143
Cao	84
Thấp	143
Cao	87

Thấp	140
Cao	89
Thấp	150
Cao	84
Thấp	73

Hơn nữa, tham khảo Fig.3A và Fig.3B. Fig.3A là hình vẽ thể hiện chất lượng hình ảnh của cụm thấu kính quang học theo phương án 3. Fig.3B là hình vẽ thể hiện chất lượng hình ảnh của cụm thấu kính quang học để so sánh. Cụm thấu kính quang học ở phương án 3 không bao gồm tấm kính màu xanh lọc tia hồng ngoại, nhưng cụm thấu kính quang học ở phương án so sánh bao gồm tấm kính màu xanh lọc tia hồng ngoại. Từ các góc trên bên phải của Fig.3A và Fig.3B, có thể quan sát thấy rằng có các đốm sáng rõ ràng được tạo ra bởi cụm thấu kính quang học ở phương án so sánh, mà không thấy xuất hiện trong cụm thấu kính quang học theo phương án 3. Do đó, khuyết tật của ánh sáng phân tán do phản xạ ánh sáng mạnh gây ra có thể được giải quyết một cách hiệu quả nhờ cụm thấu kính quang học theo sáng chế.

Hơn nữa, tỷ lệ R/G trung bình của cụm thấu kính quang học theo phương án 3 tại chiều cao hình ảnh tối đa (IMGH) là 0,98, tỷ lệ B/G trung bình của cụm thấu kính quang học ở phương án 3 tại chiều cao hình ảnh tối đa là 1,03, tỷ lệ R/G trung bình của cụm thấu kính quang học ở phương án so sánh tại chiều cao hình ảnh tối đa là 0,97 và tỷ lệ B/G trung bình của cụm thấu kính quang học ở phương án so sánh tại chiều cao hình ảnh tối đa là 1,02.

Phương án 4.

Cụm thấu kính quang học theo phương án 4 bao gồm bảy phần tử thấu kính quang học, đó là, từ phía vật đến phía ảnh, phần tử thấu kính quang học L1, phần tử thấu kính quang học L2, phần tử thấu kính quang học L3, phần tử thấu kính quang học L4, phần tử thấu kính quang học L5, phần tử thấu kính quang học L6 và phần tử thấu kính quang học L7. Ít nhất một trong bảy phần tử thấu kính quang học bao gồm lớp phủ lọc tia hồng ngoại, phần tử thấu kính quang học bao gồm lớp phủ lọc tia hồng ngoại được làm bằng vật liệu nhựa, lớp phủ lọc tia hồng ngoại được bố trí trên bề mặt phía vật hoặc phía ảnh của phần tử thấu kính quang học, bề mặt của phần tử thấu kính quang học bao gồm lớp phủ lọc tia hồng ngoại là phi cầu và lớp phủ lọc tia hồng ngoại bao gồm ít nhất hai chỉ số khúc xạ khác nhau. Ít nhất một trong bảy phần

tử thấu kính quang học bao gồm vật liệu hấp thụ bước sóng dài và phần tử thấu kính quang học bao gồm vật liệu hấp thụ bước sóng dài được làm bằng vật liệu nhựa.

Giá trị chi tiết của các thông số của từng phần tử thấu kính quang học trong cụm thấu kính quang học theo phương án 4 được thể hiện trong Bảng 15, Bảng 16 và Bảng 17 bên dưới. Định nghĩa của các tham số này trong các bảng sau đây giống với định nghĩa được nêu trong phương án 1 với các giá trị tương ứng cho phương án 4, do đó, không cần phải giải thích lại nữa.

Bảng 15 - Góc ngẫu nhiên của tia chính của từng phần tử thấu kính quang học theo phương án 4						
Trường	Bề mặt của phần tử thấu kính quang học					
	L1R1	L1R2	L2R1	L2R2	L3R1	L3R2
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,05	1,75	1,92	2,99	1,86	3,02	1,88
0,10	3,48	3,83	5,97	3,72	6,02	3,75
0,15	5,20	5,73	8,93	5,55	9,01	5,59
0,20	6,89	7,59	11,86	7,36	11,96	7,40
0,25	8,54	9,42	14,75	9,13	14,87	9,15
0,30	10,13	11,19	17,57	10,85	17,71	10,84
0,35	11,66	12,90	20,33	12,50	20,48	12,46
0,40	13,14	14,57	23,04	14,12	23,20	14,02
0,45	14,58	16,21	25,74	15,70	25,90	15,52
0,50	15,98	17,82	28,43	17,26	28,58	16,99
0,55	17,34	19,38	31,09	18,77	31,23	18,38
0,60	18,62	20,87	33,67	20,21	33,79	19,68
0,65	19,81	22,28	36,16	21,57	36,24	20,88
0,70	20,94	23,63	38,60	22,88	38,62	22,00
0,75	22,03	24,94	41,02	24,14	40,97	23,05
0,80	23,08	26,23	43,46	25,39	43,30	24,03
0,85	24,08	27,48	45,90	26,59	45,61	24,94
0,90	25,03	28,68	48,32	27,75	47,84	25,75
0,95	25,87	29,75	50,57	28,80	49,85	26,44
1,00	26,66	30,77	52,78	29,79	51,75	27,04
AICmax	26,66	30,77	52,78	29,79	51,75	27,04

Trường	Bề mặt của phần tử thấu kính quang học					
	L4R1	L4R2	L5R1	L5R2	L6R1	L6R2
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,05	3,21	1,81	3,43	2,28	5,26	2,46
0,10	6,40	3,59	6,77	4,43	10,23	4,81
0,15	9,56	5,32	9,95	6,35	14,67	6,95
0,20	12,67	6,98	12,92	7,97	18,41	8,79
0,25	15,71	8,57	15,64	9,27	21,33	10,26
0,30	18,65	10,06	18,06	10,28	23,37	11,32
0,35	21,49	11,44	20,14	10,99	24,47	11,88
0,40	24,24	12,72	21,81	11,41	24,49	11,83
0,45	26,93	13,90	23,00	11,50	23,16	10,99
0,50	29,57	14,94	23,59	11,21	20,25	9,22
0,55	32,11	15,84	23,41	10,53	15,85	6,76
0,60	34,50	16,55	22,35	9,51	10,68	4,33
0,65	36,72	17,07	20,38	8,34	5,74	2,74
0,70	38,80	17,40	17,51	7,22	1,87	2,46
0,75	40,75	17,51	13,83	6,45	0,39	3,65
0,80	42,57	17,37	9,49	6,33	0,72	6,29
0,85	44,23	16,91	4,76	7,16	1,04	10,09
0,90	45,66	16,10	0,01	9,13	4,95	14,24
0,95	46,79	15,00	4,18	12,18	10,85	17,43
1,00	47,70	13,57	7,82	16,54	19,57	19,30
AICmax	47,70	17,51	23,59	16,54	24,49	19,30
Trường	Bề mặt của phần tử thấu kính quang học					
	L7R1	L7R2				
0,00	0,00	0,00				
0,05	0,59	4,70				
0,10	0,70	8,84				
0,15	0,01	12,02				
0,20	1,51	14,07				
0,25	3,63	15,15				
0,30	5,93	15,54				

0,35	8,05	15,47	
0,40	9,73	14,97	
0,45	10,80	13,97	
0,50	11,12	12,59	
0,55	10,45	11,03	
0,60	8,54	9,45	
0,65	5,19	7,75	
0,70	0,24	5,62	
0,75	6,49	3,01	
0,80	15,13	0,27	
0,85	25,44	2,03	
0,90	36,17	3,48	
0,95	44,87	3,72	
1,00	51,80	2,79	
AICmax	51,80	15,54	

Bảng 16 - Đánh giá lớp phủ của từng phần tử thấu kính quang học theo phương án 4

FOV (độ)		82				
		L1	L2	L3	L4	L5
CT		0,95	0,31	0,33	0,65	0,45
R1	SAGmax	0,77	0,16	0,12	0,09	0,20
	$Fc1 = \frac{CT}{ SAGmax }$	1,23	1,99	2,70	7,13	2,28
	SPmin	1,01	2,00	4,00	5,56	0,63
	SPavg	2,29	10,53	12,50	16,13	2,99
	$Fc2 = SPavg \times SPmin $	2,31	21,05	50,00	89,61	1,89
	$FC = \text{LOG}(Fc1 \times Fc2)$	0,46	1,62	2,13	2,81	0,64
R2	SAGmax	0,13	0,25	0,05	0,26	0,22
	$Fc1 = \frac{CT}{ SAGmax }$	7,09	1,24	5,95	2,54	2,04

	SPmin	6,25	1,52	7,14	1,69	1,61
	SPavg	12,66	6,06	24,39	5,21	4,20
	Fc2 = SPavg × SPmin	79,11	9,18	174,22	8,83	6,78
	FC = LOG(Fc1×Fc2)	2,75	1,06	3,02	1,35	1,14
		L6	L7			
CT		0,58	0,76			
R1	SAGmax	0,93	1,50			
	Fc1 = CT/ SAGmax	0,63	0,51			
	SPmin	1,14	1,39			
	SPavg	2,98	2,86			
	Fc2 = SPavg × SPmin	3,38	3,97			
	FC = LOG(Fc1×Fc2)	0,33	0,30			
R2	SAGmax	0,11	1,50			
	Fc1 = CT/ SAGmax	5,51	0,51			
	SPmin	1,56	1,08			
	SPavg	3,39	2,91			
	Fc2 = SPavg × SPmin	5,30	3,13			
	FC = LOG(Fc1×Fc2)	1,47	0,20			

Bảng 17 - Đánh giá độ hấp thụ của từng phần tử thấu kính quang học theo phương án 4

	L1	L2	L3	L4	L5
CPavg	1,03	1,05	1,06	1,01	1,00
CPst	0,02	0,05	0,05	0,02	0,03

FA = $\text{LOG}(1/((\text{CPavg}-1) \times \text{CPst}))$	3,12	2,59	2,46	3,82	4,62
	L6	L7			
CPavg	0,96	1,64			
CPst	0,07	0,40			
FA = $\text{LOG}(1/((\text{CPavg}-1) \times \text{CPst}))$	2,62	0,59			

Phương án 5.

Cụm thấu kính quang học theo phương án 5 bao gồm tám phần tử thấu kính quang học, đó là, từ phía vật đến phía ảnh, phần tử thấu kính quang học L1, phần tử thấu kính quang học L2, phần tử thấu kính quang học L3, phần tử thấu kính quang học L4, phần tử thấu kính quang học L5, phần tử thấu kính quang học L6, phần tử thấu kính quang học L7 và phần tử thấu kính quang học L8. Ít nhất một trong tám phần tử thấu kính quang học bao gồm lớp phủ lọc tia hồng ngoại, phần tử thấu kính quang học bao gồm lớp phủ lọc tia hồng ngoại được làm bằng vật liệu nhựa, lớp phủ lọc tia hồng ngoại được bố trí trên bề mặt phía vật hoặc phía ảnh của phần tử thấu kính quang học, bề mặt của phần tử thấu kính quang học bao gồm lớp phủ lọc tia hồng ngoại là phi cầu và lớp phủ lọc tia hồng ngoại bao gồm ít nhất hai chỉ số khúc xạ khác nhau. Ít nhất một trong tám phần tử thấu kính quang học bao gồm vật liệu hấp thụ bước sóng dài và phần tử thấu kính quang học bao gồm vật liệu hấp thụ bước sóng dài được làm bằng vật liệu nhựa.

Giá trị chi tiết của các thông số của từng phần tử thấu kính quang học trong cụm thấu kính quang học theo phương án 5 được thể hiện trong Bảng 18, Bảng 19 và Bảng 20 bên dưới. Định nghĩa của các tham số này trong các bảng sau đây giống với định nghĩa được nêu trong phương án 1 với các giá trị tương ứng cho phương án 5, do đó, không cần phải giải thích lại nữa.

Bảng 18 - Góc ngẫu nhiên của tia chính của từng phần tử thấu kính quang học theo phương án 5	
Trường	Bề mặt của phần tử thấu kính quang học

	L1R1	L1R2	L2R1	L2R2	L3R1	L3R2
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,05	1,82	2,04	3,17	1,96	3,28	2,01
0,10	3,61	4,07	6,32	3,91	6,53	4,00
0,15	5,38	6,07	9,44	5,83	9,75	5,96
0,20	7,12	8,03	12,52	7,71	12,93	7,87
0,25	8,80	9,95	15,55	9,55	16,06	9,74
0,30	10,43	11,82	18,53	11,34	19,13	11,55
0,35	12,01	13,63	21,45	13,07	22,15	13,30
0,40	13,52	15,39	24,32	14,76	25,11	14,99
0,45	14,98	17,10	27,15	16,39	28,02	16,61
0,50	16,38	18,76	29,93	17,96	30,88	18,16
0,55	17,72	20,36	32,67	19,49	33,70	19,64
0,60	19,00	21,91	35,37	20,96	36,46	21,04
0,65	20,22	23,40	38,04	22,37	39,18	22,36
0,70	21,38	24,84	40,67	23,73	41,85	23,59
0,75	22,48	26,23	43,28	25,04	44,46	24,72
0,80	23,52	27,56	45,86	26,30	47,01	25,73
0,85	24,50	28,83	48,41	27,49	49,48	26,61
0,90	25,42	30,04	50,95	28,64	51,85	27,35
0,95	26,28	31,21	53,49	29,73	54,10	27,95
1,00	27,11	32,34	56,09	30,80	56,22	28,47
AICmax	27,11	32,34	56,09	30,80	56,22	28,47
Trường	Bề mặt của phần tử thấu kính quang học					
	L4R1	L4R2	L5R1	L5R2	L6R1	L6R2
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,05	3,31	1,91	3,38	2,08	4,13	3,54
0,10	6,60	3,80	6,72	4,14	8,15	6,78
0,15	9,85	5,64	9,98	6,15	12,00	9,49
0,20	13,06	7,43	13,12	8,06	15,65	11,61
0,25	16,22	9,15	16,06	9,82	19,08	13,17
0,30	19,31	10,78	18,73	11,37	22,30	14,29
0,35	22,33	12,31	21,08	12,66	25,24	15,07

0,40	25,29	13,72	23,05	13,63	27,79	15,57
0,45	28,17	14,99	24,57	14,26	29,76	15,77
0,50	30,96	16,12	25,62	14,51	30,88	15,58
0,55	33,66	17,08	26,15	14,39	30,91	14,97
0,60	36,25	17,85	26,14	13,93	29,59	13,97
0,65	38,68	18,39	25,56	13,18	26,65	12,73
0,70	40,93	18,64	24,42	12,25	21,94	11,56
0,75	42,92	18,54	22,73	11,26	15,61	10,89
0,80	44,57	18,03	20,62	10,39	8,32	11,24
0,85	45,81	17,06	18,39	9,97	1,18	12,94
0,90	46,55	15,66	16,56	10,40	4,54	16,02
0,95	46,80	13,96	15,97	12,27	7,68	20,06
1,00	46,72	12,26	18,05	16,51	7,08	23,76
AICmax	46,80	18,64	26,15	16,51	30,91	23,76
Trường	Bề mặt của phân tử thấu kính quang học					
	L7R1	L7R2	L8R1	L8R2		
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
0,05	6,81	2,07	1,19	5,49		
0,10	13,24	4,26	1,75	10,21		
0,15	18,98	6,63	1,33	13,68		
0,20	23,78	9,12	0,05	15,85		
0,25	27,49	11,58	1,64	16,93		
0,30	30,00	13,86	3,19	17,11		
0,35	31,22	15,78	4,12	16,53		
0,40	30,93	17,18	4,15	15,27		
0,45	28,86	17,90	3,11	13,43		
0,50	24,79	17,82	0,99	11,11		
0,55	19,00	16,95	2,12	8,56		
0,60	12,55	15,56	6,04	6,04		
0,65	7,04	14,00	10,56	3,74		
0,70	3,88	12,42	15,45	1,86		
0,75	3,81	10,66	20,47	0,70		
0,80	7,05	8,56	25,68	0,44		

0,85	13,55	6,64	31,61	1,15	
0,90	23,27	6,05	39,24	3,13	
0,95	36,31	7,99	49,46	7,64	
1,00	52,83	14,04	60,90	14,50	
AICmax	52,83	17,90	60,90	17,11	

Bảng 19 - Đánh giá lớp phủ của từng phần tử thấu kính quang học theo phương án 5

FOV (độ)		85				
		L1	L2	L3	L4	L5
CT		1,23	0,26	0,35	0,54	0,35
R1	SAGmax	0,95	0,24	0,08	0,15	0,46
	$Fc1 = \frac{CT}{ SAGmax }$	1,28	1,08	4,11	3,65	0,77
	SPmin	0,85	2,08	6,25	4,00	1,89
	SPavg	2,22	7,81	18,52	12,99	5,26
	$Fc2 = SPavg \times SPmin $	1,90	16,28	115,74	51,95	9,93
	$FC = \text{LOG}(Fc1 \times Fc2)$	0,39	1,25	2,68	2,28	0,88
R2	SAGmax	0,17	0,35	0,04	0,41	0,48
	$Fc1 = \frac{CT}{ SAGmax }$	7,26	0,74	8,79	1,32	0,73
	SPmin	4,17	1,43	5,88	1,75	2,00
	SPavg	11,49	4,81	27,78	5,32	5,56
	$Fc2 = SPavg \times SPmin $	47,89	6,87	163,40	9,33	11,11
	$FC = \text{LOG}(Fc1 \times Fc2)$	2,54	0,71	3,16	1,09	0,91
		L6	L7	L8		
CT		0,41	0,79	0,57		
R1	SAGmax	0,83	0,69	1,41		
	$Fc1 =$	0,50	1,15	0,41		

	CT/SAGmax				
	SPmin	0,68	1,41	1,89	
	SPavg	3,11	3,64	3,69	
	Fc2 = SPavg × SPmin	2,13	5,12	6,96	
	FC = LOG(Fc1×Fc2)	0,02	0,77	0,45	
R2	SAGmax	0,66	0,99	1,41	
	Fc1 = CT/SAGmax	0,62	0,80	0,40	
	SPmin	1,85	1,20	1,43	
	SPavg	4,41	3,64	3,39	
	Fc2 = SPavg × SPmin	8,16	4,38	4,84	
	FC = LOG(Fc1×Fc2)	0,70	0,55	0,29	

Bảng 20 - Đánh giá độ hấp thụ của từng phần tử thấu kính quang học theo phương án 5

	L1	L2	L3	L4	L5
CPavg	1,03	1,06	1,07	0,99	1,01
CPst	0,03	0,05	0,06	0,04	0,01
FA = LOG(1/(CPavg-1 × CPst)))	3,02	2,54	2,39	3,71	4,07
	L6	L7	L8		
CPavg	1,09	1,01	1,76		
CPst	0,14	0,11	0,47		
FA = LOG(1/(CPavg-1 × CPst)))	1,87	2,83	0,45		

Phương án 6.

Cụm thấu kính quang học theo phương án 6 bao gồm chín phần tử thấu kính quang học, đó là, từ phía vật đến phía ảnh, phần tử thấu kính quang học L1, phần tử thấu kính quang học L2, phần tử thấu kính quang học L3, phần tử thấu kính quang học L4, phần tử thấu kính quang học L5, phần tử thấu kính quang học L6, phần tử thấu kính quang học L7, phần tử thấu kính quang học L8 và phần tử thấu kính quang học L9. Ít nhất một trong chín phần tử thấu kính quang học bao gồm lớp phủ lọc tia hồng ngoại, phần tử thấu kính quang học bao gồm lớp phủ lọc tia hồng ngoại được làm bằng vật liệu nhựa, lớp phủ lọc tia hồng ngoại được bố trí trên bề mặt phía vật hoặc phía ảnh của phần tử thấu kính quang học, bề mặt của phần tử thấu kính quang học bao gồm lớp phủ lọc tia hồng ngoại là phi cầu và lớp phủ lọc tia hồng ngoại bao gồm ít nhất hai chỉ số khúc xạ khác nhau. Ít nhất một trong chín phần tử thấu kính quang học bao gồm vật liệu hấp thụ bước sóng dài và phần tử thấu kính quang học bao gồm vật liệu hấp thụ bước sóng dài được làm bằng vật liệu nhựa.

Giá trị chi tiết của các thông số của từng phần tử thấu kính quang học trong cụm thấu kính quang học theo phương án 6 được thể hiện trong Bảng 21, Bảng 22 và Bảng 23 bên dưới. Định nghĩa của các tham số này trong các bảng sau đây giống với định nghĩa được nêu trong phương án 1 với các giá trị tương ứng cho phương án 6, do đó, không cần phải giải thích lại nữa.

Bảng 21 - Góc ngẫu nhiên của tia chính của từng phần tử thấu kính quang học theo phương án 6						
Trường	Bề mặt của phần tử thấu kính quang học					
	L1R1	L1R2	L2R1	L2R2	L3R1	L3R2
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,05	1,96	2,04	3,16	1,98	3,40	2,11
0,10	3,90	4,07	6,32	3,96	6,79	4,21
0,15	5,83	6,08	9,46	5,91	10,15	6,28
0,20	7,72	8,06	12,56	7,84	13,49	8,33
0,25	9,56	10,00	15,63	9,72	16,79	10,33
0,30	11,34	11,88	18,63	11,55	20,03	12,26
0,35	13,05	13,69	21,55	13,31	23,18	14,13
0,40	14,69	15,45	24,41	15,00	26,27	15,91

0,45	16,26	17,14	27,21	16,64	29,31	17,63
0,50	17,76	18,78	29,96	18,22	32,29	19,28
0,55	19,20	20,35	32,65	19,73	35,20	20,85
0,60	20,55	21,84	35,26	21,18	38,04	22,32
0,65	21,83	23,28	37,82	22,55	40,82	23,71
0,70	23,05	24,66	40,33	23,88	43,56	25,02
0,75	24,22	25,99	42,83	25,15	46,26	26,25
0,80	25,32	27,26	45,29	26,37	48,92	27,39
0,85	26,35	28,48	47,72	27,53	51,52	28,43
0,90	27,33	29,64	50,11	28,64	54,04	29,38
0,95	28,25	30,75	52,50	29,70	56,51	30,24
1,00	29,11	31,81	54,87	30,71	58,85	31,01
AICmax	29,11	31,81	54,87	30,71	58,85	31,01
Trường	Bề mặt của phần tử thấu kính quang học					
	L4R1	L4R2	L5R1	L5R2	L6R1	L6R2
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,05	3,47	2,19	3,54	2,13	3,79	2,41
0,10	6,93	4,37	7,06	4,24	7,55	4,80
0,15	10,38	6,54	10,55	6,31	11,23	7,12
0,20	13,82	8,68	14,01	8,31	14,76	9,29
0,25	17,23	10,80	17,40	10,23	18,04	11,21
0,30	20,58	12,86	20,71	12,02	20,99	12,77
0,35	23,88	14,86	23,90	13,69	23,52	13,93
0,40	27,13	16,79	26,97	15,20	25,56	14,66
0,45	30,33	18,64	29,91	16,56	27,05	14,96
0,50	33,49	20,41	32,68	17,74	27,85	14,80
0,55	36,60	22,07	35,24	18,72	27,76	14,10
0,60	39,63	23,59	37,50	19,47	26,62	12,84
0,65	42,60	24,97	39,45	20,00	24,40	11,18
0,70	45,53	26,20	41,04	20,33	21,27	9,54
0,75	48,41	27,26	42,26	20,49	17,67	8,53
0,80	51,24	28,14	43,14	20,59	14,08	8,65
0,85	54,01	28,83	43,77	20,82	10,94	10,18

0,90	56,68	29,30	44,37	21,47	8,46	13,23
0,95	59,26	29,52	45,33	22,95	6,73	17,78
1,00	61,60	29,44	47,54	25,82	5,89	22,78
AICmax	61,60	29,52	47,54	25,82	27,85	22,78
Trường	Bề mặt của phần tử thấu kính quang học					
	L7R1	L7R2	L8R1	L8R2	L9R1	L9R2
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,05	4,74	2,88	5,95	3,64	0,22	4,27
0,10	9,56	5,76	11,50	7,16	0,20	7,84
0,15	14,44	8,59	16,27	10,42	0,09	10,28
0,20	19,24	11,24	19,82	13,26	0,31	11,54
0,25	23,63	13,53	21,62	15,49	0,19	11,98
0,30	27,24	15,25	21,05	16,85	1,82	12,02
0,35	29,76	16,26	17,73	17,07	4,47	11,83
0,40	30,95	16,44	11,90	16,00	7,49	11,37
0,45	30,61	15,70	4,78	13,65	9,95	10,73
0,50	28,43	13,98	1,90	10,12	11,11	10,15
0,55	24,01	11,31	6,75	5,82	11,04	9,75
0,60	17,35	8,01	9,18	1,85	10,92	9,40
0,65	9,33	4,78	9,19	0,71	12,13	8,72
0,70	1,63	2,48	6,99	1,55	15,57	7,59
0,75	4,09	1,72	2,85	1,03	21,42	6,64
0,80	7,07	2,51	3,01	0,06	29,26	6,90
0,85	7,27	4,37	10,43	1,07	38,04	8,97
0,90	4,85	6,27	19,31	1,90	45,99	12,25
0,95	0,42	7,18	30,01	3,35	50,59	14,31
1,00	8,76	8,07	43,63	7,84	52,42	14,03
AICmax	30,95	16,44	43,63	17,07	52,42	14,31

Bảng 22 - Đánh giá lớp phủ của từng phần tử thấu kính quang học theo phương án 6

FOV (độ)	87				
	L1	L2	L3	L4	L5

CT		1,01	0,33	0,35	0,43	0,44
R1	SAGmax	0,87	0,28	0,02	0,09	0,04
	Fc1 = CT/ SAGmax	1,15	1,17	16,37	4,61	12,25
	SPmin	1,12	1,69	8,33	5,26	9,09
	SPavg	2,42	6,41	25,64	22,22	24,39
	Fc2 = SPavg × SPmin	2,72	10,86	213,68	116,96	221,73
	FC = LOG(Fc1×Fc2)	0,50	1,10	3,54	2,73	3,43
R2	SAGmax	0,19	0,36	0,05	0,02	0,14
	Fc1 = CT/ SAGmax	5,34	0,90	6,96	24,25	3,16
	SPmin	5,56	1,35	4,55	7,14	5,26
	SPavg	10,64	4,44	26,32	35,71	14,71
	Fc2 = SPavg × SPmin	59,10	6,01	119,62	255,10	77,40
	FC = LOG(Fc1×Fc2)	2,50	0,73	2,92	3,79	2,39
		L6	L7	L8	L9	
CT		0,45	0,52	0,66	0,79	
R1	SAGmax	0,72	1,21	1,57	1,40	
	Fc1 = CT/ SAGmax	0,62	0,43	0,42	0,56	
	SPmin	0,81	0,69	1,04	2,27	
	SPavg	3,51	2,35	2,56	4,42	
	Fc2 = SPavg × SPmin	2,85	1,63	2,67	10,06	
	FC = LOG(Fc1×Fc2)	0,25	-0,15	0,05	0,75	
R2	SAGmax	0,75	1,36	1,74	1,58	
	Fc1 = CT/ SAGmax	0,60	0,38	0,38	0,50	

	$ SP_{min} $	1,52	0,81	0,96	1,96	
	$ SP_{avg} $	4,15	2,54	2,39	4,05	
	$Fc2 = SP_{avg} \times SP_{min} $	6,29	2,05	2,30	7,94	
	$FC = \text{LOG}(Fc1 \times Fc2)$	0,58	-0,10	-0,06	0,60	

Bảng 23 - Đánh giá độ hấp thụ của từng phần tử thấu kính quang học theo phương án 6					
	L1	L2	L3	L4	L5
CPavg	1,03	1,06	1,08	1,06	1,00
CPst	0,03	0,05	0,06	0,04	0,02
FA = $\text{LOG}(1/ (CP_{avg}-1) \times CP_{st})$	3,06	2,54	2,31	2,65	5,50
	L6	L7	L8	L9	
CPavg	1,02	1,00	1,27	1,39	
CPst	0,04	0,07	0,22	0,23	
FA = $\text{LOG}(1/ (CP_{avg}-1) \times CP_{st})$	2,99	3,67	1,22	1,05	

Với cụm thấu kính quang học theo sáng chế, tia xiên qua tâm của màn chắn khẩu độ của hệ thống quang học được gọi là tia chính, hoặc tia gốc.

Theo sáng chế, phương án 3 là phương án duy nhất thể hiện một cách đầy đủ. Thiết kế lớp phủ tương tự hoặc được tối ưu hóa, cấu hình lớp phủ, cấu hình độ dày lớp phủ và/hoặc cấu hình vật liệu hấp thụ có thể được áp dụng cho các phương án khác để đạt được kết quả vượt trội tương tự, chẳng hạn như có cùng độ truyền sáng tuyệt vời, chất lượng hình ảnh và độ đồng nhất màu sắc.

Phương án 7 đến phương án 20.

Các cụm thấu kính quang học theo phương án 7 đến phương án 11 lần lượt có bảy phần tử thấu kính quang học, đó là phần tử thấu kính quang học thứ nhất L1, phần tử thấu kính quang học thứ hai L2, phần tử thấu kính quang học thứ ba L3, phần

tử thấu kính quang học thứ tư L4, phần tử thấu kính quang học thứ năm L5, phần tử thấu kính quang học thứ sáu L6 và phần tử thấu kính quang học thứ bảy L7. Mỗi phần tử trong số bảy thấu kính quang học có bề mặt phía vật R1 và bề mặt phía ảnh R2.

Cấu hình của các cụm thấu kính quang học theo phương án 7 đến phương án 11 được thể hiện trong Bảng 24 bên dưới. Góc của tia chính trong trường có chiều cao hình ảnh tối đa của cụm thấu kính quang học tới bề mặt (bề mặt hình ảnh) của cảm biến hình ảnh là CRA và ký hiệu "*" có nghĩa là phần tử thấu kính quang học cụ thể hoặc bề mặt cụ thể của phần tử thấu kính quang học bao gồm vật liệu hấp thụ bước sóng dài hoặc lớp phủ lọc tia hồng ngoại.

Bảng 24						
Phương án		7	8	9	10	11
Số lượng phần tử thấu kính quang học		7	7	7	7	7
CRA (độ)		43	42	41	42	42
Đánh giá vật liệu hấp thụ bước sóng dài						
L1			*	*	*	*
L2						
L3			*	*	*	
L4				*	*	
L5			*	*		
L6						
L7				*		
Yếu tố quang học ở phía ảnh		*				*
Đánh giá lớp phủ lọc tia hồng ngoại						
L1	R1			*		
	R2	*	*	*	*	*
L2	R1	*	*	*	*	*
	R2		*		*	
L3	R1	*			*	*
	R2		*	*	*	*
L4	R1		*	*	*	

	R2		*	*	*	
L5	R1					
	R2					
L6	R1					
	R2					
L7	R1					
	R2					

Góc của tia chính trong trường có chiều cao hình ảnh tối đa của cụm thấu kính quang học theo phương án 7 tới bề mặt của tấm kính che là 43 độ. Cụm thấu kính quang học theo phương án 7 là hệ thống quang học có bảy phần tử thấu kính quang học. Sau khi vật liệu hấp thụ bước sóng dài được trộn với polyme, nó được sắp xếp trên bề mặt của phần tử quang học ở đầu phía ảnh của cụm thấu kính quang học hoặc được trộn tùy theo yêu cầu, chẳng hạn như được bố trí trên một lớp polyme trên bề mặt của kính che, lớp polyme ở giữa các tấm kính che, lớp polyme trên bề mặt của vi thấu kính, lớp polyme giữa vi thấu kính và bộ lọc màu hoặc trộn lẫn trong bộ lọc màu. Theo kết quả đánh giá hệ số của sáng chế, lớp phủ lọc tia hồng ngoại có thể được chọn để bố trí trên bề mặt phía ảnh R2 của thấu kính quang học thứ nhất L1, bề mặt phía vật R1 của thấu kính quang học thứ hai L2, bề mặt phía vật R1 của thấu kính quang học thứ ba L3 hoặc sự kết hợp giữa chúng.

Góc của tia chính trong trường có chiều cao hình ảnh tối đa của cụm thấu kính quang học theo phương án 9 tới bề mặt của tấm kính che là 41 độ. Cụm thấu kính quang học theo phương án 9 là hệ thống quang học có bảy phần tử thấu kính quang học. Theo kết quả đánh giá hệ số của sáng chế, vật liệu hấp thụ bước sóng dài có thể được chọn để bổ sung vào phần tử thấu kính quang học thứ nhất L1, phần tử thấu kính quang học thứ ba L3, phần tử thấu kính quang học thứ tư L4, phần tử thấu kính quang học thứ năm L5, phần tử thấu kính quang học thứ L7 hoặc sự kết hợp giữa chúng. Theo kết quả đánh giá hệ số của sáng chế, lớp phủ lọc tia hồng ngoại có thể được chọn để bố trí trên bề mặt phía vật R1 của phần tử thấu kính quang học thứ nhất L1, bề mặt phía ảnh R2 của phần tử thấu kính quang học thứ nhất L1, bề mặt phía vật R1 của thấu kính quang học thứ hai L2, bề mặt phía ảnh R2 của thấu kính quang học thứ ba L3, bề mặt phía vật R1 của thấu kính quang học thứ tư L4, bề mặt phía ảnh R2 của thấu kính quang học thứ tư L4 hoặc sự kết hợp giữa chúng.

Các cụm thấu kính quang học theo phương án 12 đến phương án 18 tương ứng có tám phần tử thấu kính quang học, đó là phần tử thấu kính quang học thứ nhất L1, phần tử thấu kính quang học thứ hai L2, phần tử thấu kính quang học thứ ba L3, phần tử thấu kính quang học thứ tư L4, phần tử thấu kính quang học thứ năm L5, phần tử thấu kính quang học thứ sáu L6, phần tử thấu kính quang học thứ bảy L7 và phần tử thấu kính quang học thứ tám L8. Mỗi phần tử trong số tám thấu kính quang học có bề mặt phía vật R1 và bề mặt phía ảnh R2.

Cấu hình của cụm thấu kính quang học theo phương án 12 đến phương án 18 được thể hiện trong Bảng 25 bên dưới. Định nghĩa về các tham số này được thể hiện trong bảng sau đây giống với định nghĩa được nêu trong phương án 7 đến phương án 11 với các giá trị tương ứng cho phương án 12 đến phương án 18, do đó, không cần phải giải thích lại nữa.

Bảng 25								
Phương án		12	13	14	15	16	17	18
Số lượng phần tử thấu kính quang học		8	8	8	8	8	8	8
CRA (độ)		42	43	42	40	42	46	41
		Đánh giá vật liệu hấp thụ bước sóng dài						
L1			*	*	*	*	*	
L2								*
L3				*		*	*	
L4			*	*	*	*		
L5			*	*	*		*	*
L6								
L7			*	*	*	*	*	*
L8							*	
Yếu tố quang học ở phía ảnh		*			*			
		Đánh giá lớp phủ lọc tia hồng ngoại						
L1	R1							*
	R2						*	*
L2	R1				*	*	*	
	R2				*	*	*	*

L3	R1	*	*	*	*	*	*	
	R2	*	*	*	*	*	*	
L4	R1	*	*	*	*	*	*	
	R2		*	*	*		*	
L5	R1		*		*			
	R2	*	*		*			
L6	R1				*			
	R2							
L7	R1							
	R2							
L8	R1							
	R2							

Các cụm thấu kính quang học theo phương án 19 và phương án 20 lần lượt có chín phần tử thấu kính quang học, đó là phần tử thấu kính quang học thứ nhất L1, phần tử thấu kính quang học thứ hai L2, phần tử thấu kính quang học thứ ba L3, phần tử thấu kính quang học thứ tư L4, phần tử thấu kính quang học thứ năm L5, phần tử thấu kính quang học thứ sáu L6, phần tử thấu kính quang học thứ bảy L7, phần tử thấu kính quang học thứ tám L8 và phần tử thấu kính quang học thứ chín L9. Mỗi phần tử trong số chín thấu kính quang học có bề mặt phía vật R1 và bề mặt phía ảnh R2.

Cấu hình của cụm thấu kính quang học theo phương án 19 và phương án 20 được thể hiện trong Bảng 26 dưới đây. Định nghĩa của các tham số này được trình bày trong bảng sau đây giống với định nghĩa được nêu trong phương án 7 đến phương án 11 với các giá trị tương ứng cho phương án 19 và phương án 20, do đó, không cần phải giải thích lại nữa.

Bảng 26		
Phương án	19	20
Số lượng phần tử thấu kính quang học	9	9
CRA (độ)	41	41
	Đánh giá vật liệu hấp thụ bước sóng dài	
L1		

L2			
L3			
L4			*
L5			*
L6			
L7			
L8			*
L9			*
Yếu tố quang học ở phía ảnh		*	
		Đánh giá lớp phủ lọc tia hồng ngoại	
L1	R1		
	R2	*	*
L2	R1	*	*
	R2	*	*
L3	R1	*	*
	R2	*	*
L4	R1	*	*
	R2	*	*
L5	R1	*	*
	R2		*
L6	R1		*
	R2		*
L7	R1		
	R2		
L8	R1		
	R2		
L9	R1		
	R2		

Góc của tia chính trong trường có chiều cao hình ảnh tối đa của cụm thấu kính quang học theo phương án 19 tới bề mặt của tấm kính che là 41 độ. Cụm thấu kính quang học theo phương án 19 là hệ thống quang học có chín phần tử thấu kính quang

học. Sau khi vật liệu hấp thụ bước sóng dài được trộn với polyme, nó được sắp xếp trên bề mặt của phần tử quang học ở đầu phía ảnh của cụm thấu kính quang học hoặc được trộn theo yêu cầu, chẳng hạn như được bố trí trên lớp polyme trên bề mặt của tấm kính che, lớp polyme giữa các tấm kính che, lớp polyme trên bề mặt của vi thấu kính, lớp polyme giữa vi thấu kính và bộ lọc màu hoặc trộn lẫn trong bộ lọc màu. Theo kết quả đánh giá hệ số của sáng chế, lớp phủ lọc tia hồng ngoại có thể được chọn để bố trí trên bề mặt phía ảnh R2 của phần tử thấu kính quang học thứ nhất L1, bề mặt phía vật R1 của phần tử thấu kính quang học thứ hai L2, bề mặt phía ảnh R2 của phần tử thấu kính quang học thứ hai L2, bề mặt phía vật R1 của phần tử thấu kính quang học thứ ba L3, bề mặt phía ảnh R2 của phần tử thấu kính quang học thứ ba L3, bề mặt phía vật R1 của phần tử thấu kính quang học thứ tư L4, bề mặt phía ảnh R2 của phần tử thấu kính quang học thứ tư L4, bề mặt phía vật R1 của phần tử thấu kính quang học thứ năm L5 hoặc sự kết hợp của chúng.

Tham khảo Fig.4. Fig.4 hình vẽ thể hiện sơ đồ cấu trúc của cụm thấu kính quang học thông thường và cụm thấu kính quang học theo sáng chế. Phần trên của Fig.4 là sơ đồ cấu trúc của cụm thấu kính quang học theo sáng chế và phần dưới của Fig.4 là sơ đồ cấu trúc của cụm thấu kính quang học thông thường.

Cụm thấu kính quang học thông thường bao gồm, từ bề mặt phía vật tới bề mặt phía ảnh, hệ thống quang học 110, kính che 130b và cảm biến hình ảnh 150b. Bề mặt phía vật của kính che 130b bao gồm một lớp phủ chống phản xạ 120b. Cụ thể, sự sắp xếp của kính che 130b trong cụm thấu kính quang học thông thường là có một khe hở không khí giữa kính che 130b và bề mặt 140b (bề mặt hình ảnh) của cảm biến hình ảnh 150b. Góc của tia chính trong trường có chiều cao hình ảnh tối đa tới bề mặt của tấm kính che 130b là α (tức là CRAg). Khi tia chính bị khúc xạ bởi tấm kính che 130b, góc trở thành β , tương đối nhỏ hơn. Sau khi tia chính truyền từ tấm kính che 130b rồi bị khúc xạ bởi không khí thì góc chuyển thành α (tức là CRA). Khi góc của tia chính quá lớn sẽ làm cho ánh sáng không đi vào cảm biến hình ảnh 150b, hoặc gây ra phản ứng lệch điểm ảnh, dẫn đến chuyển màu và giảm chất lượng hình ảnh.

Cụm thấu kính quang học theo sáng chế bao gồm, từ bề mặt phía vật tới bề mặt phía ảnh, hệ thống quang học 110, kính che 130a và cảm biến hình ảnh 150a. Bề mặt phía vật của kính che 130a bao gồm một lớp phủ chống phản xạ 120a. Cụ thể, sự sắp xếp của kính che 130a thuộc cụm thấu kính quang học theo sáng chế là kính che 130a được bố trí trực tiếp trên bề mặt 140a của cảm biến hình ảnh 150a. Góc của tia

chính trong trường có chiều cao hình ảnh tối đa tới bề mặt của tấm kính che 130a là α (tức là CRAg). Khi tia chính bị khúc xạ bởi tấm kính che 130a thì góc trở thành β . Do không có khe hở không khí giữa kính che 130a và bề mặt 140a của cảm biến hình ảnh 150a, nên tia chính có thể trực tiếp tới cảm biến hình ảnh 150a với góc nhỏ hơn β (tức là CRA). Thiết kế của cụm thấu kính quang học theo sáng chế có thể ngăn ngừa hiệu quả sự cố chụp ảnh đối với ánh sáng có góc lớn và vấn đề chuyển màu. Ngoài ra, có thể đạt được lợi thế trong việc giảm góc tia chính, tiêu cự sau, tổng chiều dài của cụm thấu kính quang học và chiều cao hình ảnh tối đa và đơn giản hóa quy trình sản xuất.

Phương án 21 đến phương án 24.

Theo sáng chế, các phần tử thấu kính quang học hoặc các phần tử quang học của cụm thấu kính quang học có thể còn bao gồm vật liệu hấp thụ bước sóng dài (LA8) để hấp thụ bước sóng từ 850 nm - 1.200 nm và đỉnh hấp thụ của chúng khoảng 1.050 nm, để tăng cường hiệu quả lọc hoàn toàn của tia hồng ngoại. Bước sóng với 50% độ truyền sáng (T50) của vật liệu hấp thụ bước sóng dài nói trên có thể nằm trong khoảng từ 900 nm - 1.000 nm. Nồng độ của vật liệu hấp thụ bước sóng dài theo sáng chế có thể là 0% - 1,0%, 0% - 0,5%, 0% - 0,25%, 0% - 0,10%, 0% - 0,05%, 0% - 0,025% hoặc 0% - 0,01%.

Tham khảo Fig.5. Fig.5 là hình vẽ thể hiện biểu đồ mối quan hệ giữa độ truyền sáng và bước sóng của các phần tử thấu kính quang học theo phương án 21 đến phương án 24. Phương án 21 đến phương án 24 là các phần tử thấu kính quang học bao gồm vật liệu hấp thụ bước sóng dài LA8 và độ truyền sáng ở bước sóng khác nhau của chúng được thể hiện trong Bảng 27 dưới đây.

Bảng 27				
Phương án	21	22	23	24
Nồng độ LA8 (%)	0 - 0,05	0 - 0,10	0 - 0,25	0 - 1,0
	Độ truyền sáng của phần tử thấu kính quang học (% , 0 độ)			
T4070	80,34	72,22	68,44	39,58
T5060	82,22	74,46	69,58	39,71
T7080	84,88	79,73	71,99	44,62
T90120	54,03	36,57	22,68	6,00
T95110	33,09	11,94	5,35	0,21

T100110	24,15	6,06	0,65	0
T40	63,59	48,01	48,58	16,54
T45	77,28	67,88	67,52	40,79
T50	78,87	67,94	63,78	29,89
T55	82,25	74,86	69,86	39,87
T60	84,52	78,71	73,73	47,56
T65	84,01	78,22	72,94	46,21
T70	83,36	78,04	71,93	44,46
T80	85,37	80,40	74,20	49,29
T85	82,40	72,58	67,64	34,98
T90	74,46	56,44	50,28	13,46
T95	65,87	40,90	28,68	2,44
T100	30,16	6,12	2,46	0,03
T105	8,89	0,46	0	0
T110	58,36	30,13	3,30	0,10
T115	82,89	75,19	40,02	6,80
T120	78,21	76,08	71,36	43,74

Với phần tử thấu kính quang học ở phương án 21 theo sáng chế, độ truyền sáng ở bước sóng 850 nm nhỏ hơn độ truyền sáng ở bước sóng 600 nm, độ truyền sáng ở bước sóng 850 nm nhỏ hơn độ truyền sáng ở bước sóng 650 nm, độ truyền sáng ở bước sóng 850 nm nhỏ hơn độ truyền sáng ở bước sóng 700 nm; độ truyền sáng ở bước sóng 900 nm nhỏ hơn độ truyền sáng ở bước sóng 450 nm, độ truyền sáng ở bước sóng 900 nm nhỏ hơn độ truyền sáng ở bước sóng 500 nm, độ truyền sáng ở bước sóng 900 nm nhỏ hơn độ truyền sáng ở bước sóng 550 nm, độ truyền sáng ở bước sóng 900 nm nhỏ hơn độ truyền sáng ở bước sóng 600 nm, độ truyền sáng ở bước sóng 900 nm nhỏ hơn độ truyền sáng ở bước sóng 650 nm, độ truyền sáng ở bước sóng 900 nm nhỏ hơn độ truyền sáng ở bước sóng 700 nm; độ truyền sáng ở bước sóng 950 nm nhỏ hơn độ truyền sáng ở bước sóng 450 nm, độ truyền sáng ở bước sóng 950 nm nhỏ hơn độ truyền sáng ở bước sóng 500 nm, độ truyền sáng ở bước sóng 950 nm nhỏ hơn độ truyền sáng ở bước sóng 550 nm, độ truyền sáng ở bước sóng 950 nm nhỏ hơn độ truyền sáng ở bước sóng 600 nm, độ truyền sáng ở bước sóng 950 nm nhỏ hơn độ truyền sáng ở bước sóng 650 nm, độ truyền

sáng ở bước sóng 950 nm nhỏ hơn độ truyền sáng ở bước sóng 700 nm; độ truyền sáng ở bước sóng 1.000 nm nhỏ hơn độ truyền sáng ở bước sóng 400 nm, độ truyền sáng ở bước sóng 1.000 nm nhỏ hơn độ truyền sáng ở bước sóng 450 nm, độ truyền sáng ở bước sóng 1.000 nm nhỏ hơn độ truyền sáng ở bước sóng 500 nm, độ truyền sáng ở bước sóng 1.000 nm nhỏ hơn độ truyền sáng ở bước sóng 550 nm, độ truyền sáng ở bước sóng 1.000 nm nhỏ hơn độ truyền sáng ở bước sóng 600 nm, độ truyền sáng ở bước sóng 1.000 nm nhỏ hơn độ truyền sáng ở bước sóng 650 nm, độ truyền sáng ở bước sóng 1.000 nm nhỏ hơn độ truyền sáng ở bước sóng 700 nm; độ truyền sáng ở bước sóng 1.050 nm nhỏ hơn độ truyền sáng ở bước sóng 400 nm, độ truyền sáng ở bước sóng 1.050 nm nhỏ hơn độ truyền sáng ở bước sóng 450 nm, độ truyền sáng ở bước sóng 1.050 nm nhỏ hơn độ truyền sáng ở bước sóng 500 nm, độ truyền sáng ở bước sóng 1.050 nm nhỏ hơn độ truyền sáng ở bước sóng 550 nm, độ truyền sáng ở bước sóng 1.050 nm nhỏ hơn độ truyền sáng ở bước sóng 600 nm, độ truyền sáng ở bước sóng 1.050 nm nhỏ hơn độ truyền sáng ở bước sóng 650 nm, độ truyền sáng ở bước sóng 1.050 nm nhỏ hơn độ truyền sáng ở bước sóng 700 nm; độ truyền sáng ở bước sóng 1.100 nm nhỏ hơn độ truyền sáng ở bước sóng 400 nm, độ truyền sáng ở bước sóng 1.100 nm nhỏ hơn độ truyền sáng ở bước sóng 450 nm, độ truyền sáng ở bước sóng 1.100 nm nhỏ hơn độ truyền sáng ở bước sóng 500 nm, độ truyền sáng ở bước sóng 1.100 nm nhỏ hơn độ truyền sáng ở bước sóng 550 nm, độ truyền sáng ở bước sóng 1.100 nm nhỏ hơn độ truyền sáng ở bước sóng 600 nm, độ truyền sáng ở bước sóng 1.100 nm nhỏ hơn độ truyền sáng ở bước sóng 650 nm, độ truyền sáng ở bước sóng 1.100 nm nhỏ hơn độ truyền sáng ở bước sóng 700 nm. độ truyền sáng ở bước sóng 1.150 nm nhỏ hơn độ truyền sáng ở bước sóng 600 nm, độ truyền sáng ở bước sóng 1.150 nm nhỏ hơn độ truyền sáng ở bước sóng 650 nm, độ truyền sáng ở bước sóng 1.150 nm nhỏ hơn độ truyền sáng ở bước sóng 700 nm. độ truyền sáng ở bước sóng 1.200 nm nhỏ hơn độ truyền sáng ở bước sóng 500 nm, độ truyền sáng ở bước sóng 1.200 nm nhỏ hơn độ truyền sáng ở bước sóng 550 nm, độ truyền sáng ở bước sóng 1.200 nm nhỏ hơn độ truyền sáng ở bước sóng 600 nm, độ truyền sáng ở bước sóng 1.200 nm nhỏ hơn độ truyền sáng ở bước sóng 650 nm, độ truyền sáng ở bước sóng 1.200 nm nhỏ hơn độ truyền sáng ở bước sóng 700 nm.

Khi độ truyền sáng trung bình giữa bước sóng 400 nm - 700 nm của thấu kính quang học là T4070, thì các điều kiện sau đây có thể được thỏa mãn: $35\% \leq T4070$; $60\% \leq T4070 < 100\%$; $70\% \leq T4070 \leq 99\%$; $75\% \leq T4070 \leq 99\%$; hoặc $80\% \leq T4070 \leq 95\%$.

Khi độ truyền sáng trung bình giữa bước sóng 500 nm - 600 nm của thấu kính quang học là T5060, thì các điều kiện sau đây có thể được thỏa mãn: $35\% \leq T5060$; $60\% \leq T5060 < 100\%$; $70\% \leq T5060 \leq 99\%$; $75\% \leq T5060 \leq 99\%$; hoặc $80\% \leq T5060 \leq 95\%$.

Khi độ truyền sáng trung bình giữa bước sóng 700 nm - 800 nm của thấu kính quang học là T7080, thì các điều kiện sau đây có thể được thỏa mãn: $35\% \leq T7080$; $60\% \leq T7080 < 100\%$; $70\% \leq T7080 \leq 99\%$; $75\% \leq T7080 \leq 99\%$; hoặc $80\% \leq T7080 \leq 95\%$.

Khi độ truyền sáng trung bình giữa bước sóng 900 nm - 1.200 nm của thấu kính quang học là T90120, thì các điều kiện sau đây có thể được thỏa mãn: $0\% \leq T90120 < 100\%$; $0\% \leq T90120 \leq 95\%$; hoặc $5\% \leq T90120 \leq 90\%$.

Khi độ truyền sáng trung bình giữa bước sóng 950 nm - 1.100 nm của thấu kính quang học là T95110, thì các điều kiện sau đây có thể được thỏa mãn: $0\% \leq T95110 < 100\%$; $0\% \leq T95110 \leq 95\%$; hoặc $5\% \leq T95110 \leq 90\%$.

Khi độ truyền sáng trung bình giữa bước sóng 1.000 nm - 1.100 nm của thấu kính quang học là T100110, thì các điều kiện sau đây có thể được thỏa mãn: $0\% \leq T100110 < 100\%$; $0\% \leq T100110 \leq 95\%$; hoặc $5\% \leq T100110 \leq 90\%$.

Khi độ truyền sáng ở bước sóng 400 nm của thấu kính quang học là T40, thì các điều kiện sau đây có thể được thỏa mãn: $10\% \leq T40 < 100\%$; $70\% \leq T40 \leq 99\%$; $75\% \leq T40 \leq 99\%$; hoặc $80\% \leq T40 \leq 95\%$.

Khi độ truyền sáng ở bước sóng 450 nm của thấu kính quang học là T45, thì các điều kiện sau đây có thể được thỏa mãn: $40\% \leq T45 < 100\%$; $70\% \leq T45 \leq 99\%$; $75\% \leq T45 \leq 99\%$; hoặc $80\% \leq T45 \leq 95\%$.

Khi độ truyền sáng ở bước sóng 500 nm của thấu kính quang học là T50, thì các điều kiện sau đây có thể được thỏa mãn: $20\% \leq T50 < 100\%$; $70\% \leq T50 \leq 99\%$; $75\% \leq T50 \leq 99\%$; hoặc $80\% \leq T50 \leq 95\%$.

Khi độ truyền sáng ở bước sóng 550 nm của thấu kính quang học là T55, thì các điều kiện sau đây có thể được thỏa mãn: $30\% \leq T55 < 100\%$; $70\% \leq T55 \leq 99\%$; $75\% \leq T55 \leq 99\%$; hoặc $80\% \leq T55 \leq 95\%$.

Khi độ truyền sáng ở bước sóng 600 nm của thấu kính quang học là T60, thì các điều kiện sau đây có thể được thỏa mãn: $40\% \leq T60 < 100\%$; $70\% \leq T60 \leq 99\%$; $75\% \leq T60 \leq 99\%$; hoặc $80\% \leq T60 \leq 95\%$.

Khi độ truyền sáng ở bước sóng 650 nm của thấu kính quang học là T65, thì các điều kiện sau đây có thể được thỏa mãn: $40\% \leq T65 < 100\%$; $70\% \leq T65 \leq 99\%$; $75\% \leq T65 \leq 99\%$; hoặc $80\% \leq T65 \leq 95\%$.

Khi độ truyền sáng ở bước sóng 700 nm của thấu kính quang học là T70, thì các điều kiện sau đây có thể được thỏa mãn: $40\% \leq T70 < 100\%$; $70\% \leq T70 \leq 99\%$; $75\% \leq T70 \leq 99\%$; hoặc $80\% \leq T70 \leq 95\%$.

Khi độ truyền sáng ở bước sóng 800 nm của thấu kính quang học là T80, thì các điều kiện sau đây có thể được thỏa mãn: $0\% \leq T80 < 100\%$; $0\% \leq T80 \leq 95\%$; hoặc $5\% \leq T80 \leq 90\%$.

Khi độ truyền sáng ở bước sóng 850 nm của thấu kính quang học là T85, thì các điều kiện sau đây có thể được thỏa mãn: $0\% \leq T85 < 100\%$; $0\% \leq T85 \leq 95\%$; hoặc $5\% \leq T85 \leq 90\%$.

Khi độ truyền sáng ở bước sóng 900 nm của thấu kính quang học là T90, thì các điều kiện sau đây có thể được thỏa mãn: $0\% \leq T90 < 100\%$; $0\% \leq T90 \leq 95\%$; hoặc $5\% \leq T90 \leq 90\%$.

Khi độ truyền sáng ở bước sóng 950 nm của thấu kính quang học là T95, thì các điều kiện sau đây có thể được thỏa mãn: $0\% \leq T95 < 100\%$; $0\% \leq T95 \leq 95\%$; hoặc $5\% \leq T95 \leq 90\%$.

Khi độ truyền sáng ở bước sóng 1.000 nm của thấu kính quang học là T100, thì các điều kiện sau đây có thể được thỏa mãn: $0\% \leq T100 < 100\%$; $0\% \leq T100 \leq 95\%$; hoặc $5\% \leq T100 \leq 90\%$.

Khi độ truyền sáng ở bước sóng 1.050 nm của thấu kính quang học là T105, thì các điều kiện sau đây có thể được thỏa mãn: $0\% \leq T105 < 100\%$; $0\% \leq T105 \leq 95\%$; hoặc $5\% \leq T105 \leq 90\%$.

Khi độ truyền sáng ở bước sóng 1.100 nm của thấu kính quang học là T110, thì các điều kiện sau đây có thể được thỏa mãn: $0\% \leq T110 < 100\%$; $0\% \leq T110 \leq 95\%$; hoặc $5\% \leq T110 \leq 90\%$.

Khi độ truyền sáng ở bước sóng 1.150 nm của thấu kính quang học là T115, thì các điều kiện sau đây có thể được thỏa mãn: $0\% \leq T115 < 100\%$; $0\% \leq T115 \leq 95\%$; hoặc $5\% \leq T115 \leq 90\%$.

Khi độ truyền sáng ở bước sóng 1.200 nm của thấu kính quang học là T120, thì các điều kiện sau đây có thể được thỏa mãn: $0\% \leq T120 < 100\%$; $0\% \leq T120 \leq 95\%$; hoặc $5\% \leq T120 \leq 90\%$.

Độ truyền sáng ở bước sóng 600 nm - 1.200 nm của phần tử thấu kính quang học bao gồm lớp phủ lọc tia hồng ngoại và cụm thấu kính quang học bao gồm phần tử thấu kính quang học có lớp phủ lọc tia hồng ngoại và phần tử thấu kính quang học bao gồm lớp vật liệu hấp thụ bước sóng dài được thể hiện trong Bảng 28 dưới đây.

Bảng 28				
	Phần tử thấu kính quang học có lớp phủ lọc tia hồng ngoại		Cụm thấu kính quang học bao gồm phần tử thấu kính quang học có lớp phủ lọc tia hồng ngoại và phần tử thấu kính quang học có lớp vật liệu hấp thụ bước sóng dài	
Bước sóng (nm)	Độ truyền sáng (% , 0 độ)	Độ truyền sáng (% , 30 độ)	Độ truyền sáng (% , 0 độ)	Độ truyền sáng (% , 30 độ)
600	84,52	78,71	73,73	47,56
605	84,62	78,92	74,33	48,53
610	84,70	79,48	74,71	49,67
615	84,87	79,88	75,22	50,90
620	85,01	80,10	75,56	51,72
625	84,94	80,29	75,61	52,41
630	84,98	80,18	75,54	52,01
635	84,96	79,94	75,02	51,12
640	84,77	79,53	74,76	49,73
645	84,50	79,16	73,86	48,22
650	84,01	78,22	72,94	46,21
655	83,63	77,69	72,34	45,10
660	83,59	77,27	71,64	43,48
665	83,34	76,74	71,15	42,74
670	83,25	76,60	71,08	42,12
675	83,05	76,87	71,01	42,28
680	83,44	77,28	70,99	42,83

685	83,43	77,67	71,55	43,50
690	83,47	78,00	71,70	44,22
695	83,41	77,99	71,91	44,44
700	83,36	78,04	71,93	44,46
705	83,36	78,06	71,84	44,18
710	83,59	78,28	71,51	43,50
715	83,84	78,56	71,43	43,38
720	84,13	78,93	71,18	42,95
725	84,40	79,11	71,03	42,53
730	84,65	79,19	70,99	42,70
735	84,71	79,36	70,96	42,19
740	84,81	79,62	71,08	42,19
745	85,01	79,83	70,99	42,39
750	85,15	80,08	71,12	42,30
755	85,41	80,11	71,31	43,37
760	85,41	80,24	71,65	43,57
765	85,51	80,44	71,91	44,88
770	85,61	80,61	72,33	45,17
775	85,76	80,63	72,72	45,80
780	85,70	80,75	73,02	47,17
785	85,72	80,77	73,39	47,77
790	85,55	80,70	73,52	48,13
795	85,48	80,58	73,77	49,11
800	85,37	80,40	74,20	49,29
805	84,99	79,94	73,97	48,53
810	84,94	79,83	73,84	48,57
815	84,64	79,22	74,00	48,26
820	84,34	78,68	73,60	46,80
825	84,06	77,87	72,64	46,62
830	83,89	77,02	72,16	44,56
835	83,38	76,10	71,60	43,12
840	83,15	74,93	71,15	41,97
845	82,67	73,72	69,88	40,05

850	82,40	72,58	67,64	34,98
855	81,67	70,94	64,62	31,03
860	81,20	69,65	63,90	29,17
865	80,47	68,14	61,80	27,13
870	79,68	66,49	60,56	24,60
875	78,91	64,67	59,10	22,47
880	78,01	63,00	57,44	20,84
885	77,19	61,37	55,46	18,51
890	76,15	59,64	54,26	16,98
895	75,25	57,95	51,83	14,94
900	74,46	56,44	50,28	13,46
905	73,75	55,13	48,21	11,60
910	73,02	53,80	46,28	10,68
915	72,49	52,67	44,30	9,07
920	71,85	51,64	42,41	7,81
925	71,36	50,56	40,72	6,71
930	70,79	49,34	38,87	5,74
935	69,90	47,85	36,32	4,77
940	68,94	46,00	33,94	3,71
945	67,54	43,66	31,36	2,87
950	65,87	40,90	28,68	2,44
955	63,62	37,49	25,30	1,69
960	61,04	33,80	22,23	1,12
965	58,10	29,97	19,02	0,79
970	54,91	26,06	16,11	0,50
975	51,16	21,96	13,07	0,30
980	47,31	18,13	10,16	0,16
985	43,26	14,65	7,74	0
990	38,91	11,40	5,78	0,05
995	34,35	8,45	4,15	0,01
1.000	30,16	6,12	2,46	0,03
1.005	26,52	4,39	1,66	0
1.010	23,28	3,17	1,04	0

1.015	20,35	2,29	0,71	0
1.020	17,78	1,70	0,48	0
1.025	15,36	1,25	0,28	0
1.030	13,01	0,87	0,14	0,17
1.035	10,88	0,63	0,05	0,03
1.040	9,34	0,53	0,22	0
1.045	8,67	0,41	0	0
1.050	8,89	0,46	0	0
1.055	10,35	0,59	0,07	0,29
1.060	13,08	1,00	0	0
1.065	16,89	1,83	0	0
1.070	21,82	3,23	0,04	0,03
1.075	27,80	5,50	0	0
1.080	34,20	8,68	0,26	0,19
1.085	40,56	12,82	0,85	0
1.090	46,85	17,80	1,10	0
1.095	53,00	23,80	1,77	0,14
1.100	58,36	30,13	3,30	0,10
1.105	63,12	36,38	4,74	0,22
1.110	67,42	42,93	6,99	0
1.115	71,36	49,34	10,17	0,44
1.120	74,55	55,11	13,14	0,44
1.125	77,11	60,08	16,73	0,79
1.130	79,02	64,44	21,21	1,21
1.135	80,61	68,12	25,71	1,75
1.140	81,63	71,06	30,36	3,36
1.145	82,34	73,26	35,21	4,72
1.150	82,89	75,19	40,02	6,80
1.155	83,16	76,58	45,03	9,60
1.160	83,08	77,39	49,12	12,69
1.165	82,36	77,46	52,84	16,03
1.170	81,10	76,79	56,54	19,96
1.175	79,31	75,70	59,83	24,20

1.180	77,79	74,59	62,76	28,39
1.185	76,85	74,06	65,09	32,42
1190	76,81	74,19	67,81	36,21
1.195	77,38	75,03	69,98	40,34
1.200	78,21	76,08	71,36	43,74

Độ truyền sáng theo sáng chế là độ truyền sáng của nhóm phần tử thấu kính quang học, hoặc độ truyền sáng của nhóm phần tử thấu kính quang học bao gồm cả phần tử quang học. Lớp phủ chống phản xạ, chẳng hạn như lớp phủ chiết suất cao - thấp, lớp phủ cấu trúc dưới bước sóng hoặc sự kết hợp giữa chúng, có thể còn được bố trí trên bề mặt của phần tử thấu kính quang học.

Theo như được mô tả, với thiết kế tốt nhất để kiểm soát góc tới trong tất cả các trường ở bề mặt của phần tử thấu kính quang học và với việc phân tích góc tới của tia chính trên bề mặt của phần tử thấu kính quang học, lớp phủ lọc bước sóng cụ thể được bố trí trên bề mặt tốt nhất của phần tử thấu kính quang học và vật liệu hấp thụ bước sóng dài được bổ sung vào phần tử thấu kính quang học tốt nhất, điều này thuận lợi để giải quyết vấn đề rò rỉ ánh sáng của phần tử thấu kính quang học thông thường với lớp phủ lọc tia hồng ngoại. Hơn nữa, phần tử tấm kính màu xanh được loại bỏ, giúp thu nhỏ được cụm thấu kính quang học. Nó không chỉ làm giảm chi phí sản xuất cho cụm thấu kính quang học mà còn ngăn ngừa các vấn đề như vỡ hoặc hư hỏng phần tử thủy tinh. Theo sáng chế, có thể quyết định chọn bề mặt nào của các phần tử thấu kính quang học là phù hợp nhất cho kỹ thuật sắp xếp lớp phủ. Kết quả sản xuất tốt nhất lớp phủ lọc tia hồng ngoại có thể đạt được. Có thể đạt được hiệu ứng lọc thích hợp và có thể giảm phản xạ ánh sáng mạnh trong điều kiện lớp phủ đồng nhất trên bề mặt của phần tử thấu kính quang học, điều này có thể cải thiện hiệu quả chất lượng hình ảnh của toàn bộ thấu kính quang học. Theo sáng chế, bằng cách kiểm soát sự thay đổi nhỏ của hình dạng bề mặt của các phần tử thấu kính quang học, sẽ rất thuận lợi để giải quyết khuyết tật của ánh sáng phân tán do phản xạ ánh sáng mạnh gây ra. Theo sáng chế, dữ liệu độ dài quãng đường tốt nhất của từng phần tử thấu kính quang học được phân tích thêm để thu được hệ số sắp xếp vật liệu hấp thụ thuận lợi nhất, giúp giải quyết hiệu quả khuyết tật rò rỉ ánh sáng từ ánh sáng có góc tới lớn.

Lớp phủ lọc tia hồng ngoại theo sáng chế có thể được phủ bổ sung trên bề mặt của các phần tử khác, chẳng hạn như kính che, kính bảo vệ, tấm nhựa, tấm thủy tinh

hoặc phần tử phản xạ. Hiệu ứng lọc hoàn chỉnh thu được sau khi lớp phủ lọc tia hồng ngoại trên bề mặt phần tử khác hoàn thiện vùng bước sóng còn thiếu. Do đó, lớp phủ trên bề mặt của các phần tử thấu kính quang học có thể được sử dụng để lọc ra vùng bước sóng cụ thể nhằm giảm số lượng và độ dày lớp phủ. Sau khi sắp xếp các phần tử thấu kính quang học với các vật liệu hấp thụ, hiệu ứng lọc mong muốn hoàn chỉnh sẽ đạt được bằng cách kết hợp các hiệu ứng lọc tương ứng của các phần tử.

Theo sáng chế, phần tử thấu kính quang học có thể được sản xuất bằng cách sử dụng kính che phủ trên bề mặt của cảm biến hình ảnh (bề mặt hình ảnh của phần tử thấu kính quang học), với sự kết hợp của phần tử thấu kính quang học bao gồm vật liệu hấp thụ bước sóng dài và lớp phủ bộ lọc tia hồng ngoại được thực hiện trên bề mặt của phần tử thấu kính quang học. Điều này thuận lợi cho cụm thấu kính quang học để giảm góc của tia chính trong tất cả các trường có chiều cao hình ảnh tối đa tới cảm biến hình ảnh, việc này đạt được hiệu quả giảm tiêu cự phía sau và tổng chiều dài. Để có được các chiết suất tương tự hoặc giống nhau của kính che và bề mặt của cảm biến hình ảnh, một lớp polyme có thể được bố trí giữa cảm biến hình ảnh và kính che để làm cho chiết suất của chúng gần bằng hoặc bằng với chiết suất của kính che. Do đó, ánh sáng có thể truyền trực tiếp qua mặt phân cách giữa kính che và cảm biến hình ảnh mà không bị khúc xạ, để tránh hiện tượng khúc xạ lần hai làm tăng góc tới.

Theo sáng chế, có thể có lớp không khí hoặc không có lớp không khí giữa kính che và cảm biến hình ảnh của cụm thấu kính quang học. Khi cụm thấu kính quang học theo sáng chế được thiết kế như một hệ thống quang học với lớp không khí ở giữa kính che và cảm biến hình ảnh, thì lớp phủ chống phản xạ có thể được sản xuất trên ít nhất một hoặc cả hai bề mặt của bề mặt phía vật và bề mặt phía ảnh của tấm kính che. Khi cụm thấu kính quang học theo sáng chế được thiết kế như một hệ thống quang học không có lớp không khí ở giữa kính che và cảm biến hình ảnh, thì lớp phủ chống phản xạ có thể được sản xuất trên bề mặt phía vật của kính che.

Trong phần tử thấu kính quang học hoặc phần tử quang học của cụm thấu kính quang học theo sáng chế, phần tử quang học có thể là một phần tử mà ánh sáng nhìn thấy có thể xuyên qua, chẳng hạn như kính che, vi thấu kính, thủy tinh màu xanh, bộ lọc và bộ lọc màu. Bề mặt phía vật hoặc bề mặt phía ảnh của phần tử quang học có thể bao gồm lớp phủ chống phản xạ. Lớp phủ chống phản xạ bao gồm ít nhất một lớp phủ, có thể là sự kết hợp của lớp phủ chiết suất cao và lớp phủ chiết suất thấp được

sắp xếp xen kẽ, cấu trúc dưới bước sóng, sự kết hợp của lớp phủ chiết suất cao và cấu trúc dưới bước sóng, sự kết hợp của lớp phủ chiết suất thấp và cấu trúc dưới bước sóng, hoặc sự kết hợp của lớp phủ chiết suất cao, lớp phủ chiết suất thấp và cấu trúc dưới bước sóng.

Theo sáng chế, lớp phủ chống phản xạ của cụm thấu kính quang học có thể bao gồm cấu trúc dưới bước sóng ở bên ngoài (tiếp giáp với không khí) và vật liệu của nó có thể là ôxít kim loại như ôxít nhôm (Al_2O_3). Cấu trúc dưới bước sóng của lớp phủ chống phản xạ bao gồm các lỗ. Kích thước của các lỗ tiếp giáp bên ngoài lớp phủ chống phản xạ lớn hơn kích thước của các lỗ tiếp giáp bên trong lớp phủ chống phản xạ. Lớp phủ chống phản xạ trong cụm thấu kính quang học theo sáng chế có thể bao gồm các lớp phủ khác ở bên trong (tiếp giáp với lớp nền), chẳng hạn như lớp phủ chiết suất cao và lớp phủ chiết suất thấp.

Theo sáng chế, bề mặt phía vật hoặc bề mặt phía ảnh của phần tử thấu kính quang học hoặc phần tử quang học, chẳng hạn như kính che, vi thấu kính, kính màu xanh và phần tử lọc, của cụm thấu kính quang học có thể bao gồm lớp phủ lọc tia hồng ngoại. Lớp phủ lọc tia hồng ngoại bao gồm ít nhất một lớp phủ, có thể là sự kết hợp của lớp phủ chiết suất cao và lớp phủ chiết suất thấp được sắp xếp xen kẽ.

Với lớp phủ chiết suất cao và lớp phủ chiết suất thấp theo sáng chế, chiết suất của vật liệu thuộc lớp phủ chiết suất cao có thể lớn hơn 1,8 và chiết suất của vật liệu lớp phủ chiết suất thấp có thể nhỏ hơn 1,8. Ví dụ, vật liệu của lớp phủ chống phản xạ (chiết suất ở bước sóng 587,6 nm) có thể là: MgF_2 (1,37), SiO_2 (1,45), Al_2O_3 (1,76), HfO_2 (1,89), ZnO (1,92), Sc_2O_3 (1,98), AlN (2,02), Si_3N_4 (2,03), Ta_2O_5 (2,13), ZrO_2 (2,15), ZnS (2,27), Nb_2O_5 (2,34), TiO_2 (2,61) hoặc TiN (3,13).

Theo sáng chế, phần tử thấu kính quang học của cụm thấu kính quang học có thể bao gồm vật liệu hấp thụ bước sóng dài. Lớp phủ lọc tia hồng ngoại có thể được sản xuất trên ít nhất một hoặc cả hai bề mặt của bề mặt phía vật và bề mặt phía ảnh của phần tử thấu kính quang học.

Theo sáng chế, phần tử thấu kính quang học của cụm thấu kính quang học có thể bao gồm vật liệu hấp thụ bước sóng dài. Lớp phủ lọc tia hồng ngoại có thể được sản xuất trên ít nhất một hoặc cả hai bề mặt của bề mặt phía vật và bề mặt phía ảnh của phần tử thấu kính quang học. Có thể được thiết kế thêm tấm kính màu xanh được bố trí ở phía vật của cảm biến hình ảnh.

Theo sáng chế, phần tử thấu kính quang học của cụm thấu kính quang học có thể bao gồm vật liệu hấp thụ bước sóng dài. Lớp phủ lọc tia hồng ngoại có thể được sản xuất trên ít nhất một hoặc cả hai bề mặt của bề mặt phía vật và bề mặt phía ảnh của phần tử thấu kính quang học. Có thể thiết kế thêm để kính che được bố trí ở phía vật của cảm biến hình ảnh. Lớp phủ chống phản xạ có thể được sản xuất trên ít nhất một hoặc cả hai bề mặt của bề mặt phía vật và bề mặt phía ảnh của kính che.

Với cụm thấu kính quang học theo sáng chế, vật liệu hấp thụ bước sóng dài có thể được bố trí trên ít nhất một hoặc cả hai bề mặt của bề mặt phía vật và bề mặt phía ảnh của tấm kính che. Vật liệu hấp thụ bước sóng dài được trộn với polyme, và polyme được sắp xếp trên bề mặt của tấm kính che. Lớp phủ lọc tia hồng ngoại có thể được sản xuất trên ít nhất một hoặc cả hai bề mặt của bề mặt phía vật và bề mặt phía ảnh của phần tử thấu kính quang học. Hơn nữa, kính che nhiều lớp có thể được thiết kế để bao gồm vật liệu hấp thụ bước sóng dài và bề mặt của kính che có thể được thiết kế thêm để bao gồm lớp phủ chống phản xạ. Có thể có một lớp không khí hoặc không có lớp không khí ở giữa kính che và cảm biến hình ảnh. Khi cụm thấu kính quang học theo sáng chế được thiết kế như một hệ thống quang học với lớp không khí ở giữa kính che và cảm biến hình ảnh, thì một lớp phủ vật liệu hấp thụ bước sóng dài có thể được thiết kế trên ít nhất một hoặc cả hai bề mặt là bề mặt phía vật và bề mặt phía ảnh của kính che. Bề mặt của kính che còn có thể được thiết kế để bao gồm lớp phủ chống phản xạ. Khi cụm thấu kính quang học theo sáng chế được thiết kế như một hệ thống quang học không có lớp không khí ở giữa kính che và cảm biến hình ảnh, thì lớp phủ vật liệu hấp thụ bước sóng dài có thể được thiết kế trên bề mặt phía vật của kính. Bề mặt của kính che có thể được thiết kế thêm để bao gồm lớp phủ chống phản xạ.

Với cụm thấu kính quang học theo sáng chế, vật liệu hấp thụ bước sóng dài được trộn với polyme và hỗn hợp polyme được sắp xếp trên ít nhất một hoặc cả hai bề mặt của bề mặt phía vật và bề mặt phía ảnh của thấu kính quang học. Kỹ thuật phủ hỗn hợp polyme lên bề mặt của phần tử thấu kính quang học có thể là các quy trình phủ vật lý, phun hoặc các quy trình phủ khác. Ví dụ, các quá trình phủ khác có thể là phủ quay, phủ nhúng, phun sơn, phun nhiệt, in phun, phương pháp Langmuir-Blodgett, v.v. Lớp phủ lọc tia hồng ngoại bao gồm ít nhất một lớp phủ, có thể là màng phủ lọc tia hồng ngoại của hỗn hợp polyme. Hơn nữa, cụm thấu kính quang học còn được thiết kế có kính che được bố trí ở phía vật của cảm biến hình ảnh. Lớp

phủ chống phản xạ có thể được sản xuất trên ít nhất một hoặc cả hai bề mặt của bề mặt phía vật và bề mặt phía ảnh của kính che.

Với cụm thấu kính quang học theo sáng chế, vật liệu hấp thụ bước sóng dài có thể được bố trí trên bề mặt của vi thấu kính. Ví dụ, vật liệu hấp thụ bước sóng dài được trộn với polyme, và polyme được sắp xếp trên bề mặt của vi thấu kính. Lớp phủ lọc tia hồng ngoại có thể được sản xuất trên ít nhất một hoặc cả hai bề mặt của bề mặt phía vật và bề mặt phía ảnh của phần tử thấu kính quang học. Có thể thiết kế thêm để kính che được bố trí trên bề mặt của cảm biến hình ảnh, nhằm bảo vệ hiệu quả cảm biến hình ảnh.

Với cụm thấu kính quang học theo sáng chế, vật liệu hấp thụ bước sóng dài có thể được bố trí ở bề mặt phía vật của vi thấu kính. Vật liệu hấp thụ bước sóng dài được trộn với polyme, và polyme được sắp xếp ở giữa vi thấu kính và bộ lọc màu như một lớp kết nối. Vật liệu hấp thụ bước sóng dài cũng có thể được trộn và sắp xếp trong bộ lọc màu, và có thể được chọn để sắp xếp vật liệu hấp thụ bước sóng dài trong một phần của bộ lọc màu đỏ, màu lục và màu lam, hoặc chỉ trong một phần của bộ lọc màu đỏ.

Theo sáng chế, phần tử lọc là phần tử quang học có thể lọc ra ánh sáng có dải bước sóng cụ thể, chẳng hạn như bộ lọc màu như một phần của cảm biến hình ảnh, phần tử lọc tia hồng ngoại, tấm kính màu xanh, phần tử lọc bước sóng hẹp, phần tử lọc bước sóng ngắn hoặc phần tử lọc bước sóng dài.

Với những mô tả ở trên, với mục đích giải thích, phần mô tả được tham chiếu đến các phương án cụ thể. Cần lưu ý rằng các bảng thể hiện dữ liệu khác nhau của các phương án khác nhau, tuy nhiên, dữ liệu của các phương án khác nhau thu được từ các thí nghiệm. Các phương án được lựa chọn và mô tả để giải thích tốt nhất bản chất của sáng chế và các ứng dụng thực tế của sáng chế, do đó những người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực có thể sử dụng tốt nhất sáng chế và các phương án khác nhau với các sửa đổi khác nhau phù hợp với mục đích sử dụng cụ thể. Các phương án được mô tả ở trên và các hình vẽ đi kèm chỉ là ví dụ và không nhằm mục đích mở rộng hoặc giới hạn phạm vi của sáng chế đối với những gì được bộc lộ chính xác. Những sửa đổi, biến thể, kết hợp và hoán vị có thể được thực hiện theo quan điểm đã đề cập ở trên.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Cụm thấu kính quang học bao gồm:

ít nhất ba phần tử thấu kính quang học;

trong đó ít nhất một trong số các phần tử thấu kính quang học bao gồm lớp phủ lọc tia hồng ngoại, phần tử thấu kính quang học có lớp phủ lọc tia hồng ngoại được làm bằng vật liệu nhựa, lớp phủ lọc tia hồng ngoại được bố trí trên bề mặt phía vật hoặc bề mặt phía ảnh của phần tử thấu kính quang học, bề mặt của phần tử thấu kính quang học bao gồm lớp phủ lọc tia hồng ngoại là phi cầu và lớp phủ lọc tia hồng ngoại bao gồm ít nhất hai chiết suất khác nhau;

trong đó ít nhất một trong số các phần tử thấu kính quang học bao gồm vật liệu hấp thụ bước sóng dài, và phần tử thấu kính quang học bao gồm vật liệu hấp thụ bước sóng dài được làm bằng vật liệu nhựa;

trong đó góc tới tối đa của tia chính trong tất cả các trường trên bề mặt của phần tử thấu kính quang học bao gồm lớp phủ lọc tia hồng ngoại là AICmax, độ truyền sáng trung bình giữa bước sóng 500 nm - 600 nm của cụm thấu kính quang học là T5060, độ truyền sáng trung bình giữa bước sóng 700 nm - 1.000 nm của cụm thấu kính quang học là T70100, và các điều kiện sau được thỏa mãn:

$$AIC_{max} \leq 40 \text{ độ};$$

$$80\% \leq T5060; \text{ và}$$

$$T70100 \leq 10\%;$$

trong đó hệ số sắp xếp lớp phủ chính của mỗi bề mặt của các phần tử thấu kính quang học là FC, hệ số sắp xếp lớp phủ thứ nhất của mỗi bề mặt của các phần tử thấu kính quang học là Fc1, hệ số sắp xếp lớp phủ thứ hai của mỗi bề mặt của các phần tử thấu kính quang học là Fc2, $FC = \text{LOG}(Fc1 \times Fc2)$, độ dày tâm của mỗi phần tử thấu kính quang học là CT, độ dịch chuyển ngang tối đa giữa các giao điểm của mỗi bề mặt của các phần tử thấu kính quang học và trục quang học là SAGmax, $Fc1 = CT/|SAG_{max}|$, độ dốc tiếp tuyến trung bình trong vùng đường kính hiệu dụng quang học của mỗi bề mặt của các phần tử thấu kính quang học là SPavg, độ dốc tiếp tuyến nhỏ nhất trong vùng đường kính hiệu dụng quang học của mỗi bề mặt của các phần tử thấu kính quang học là SPmin, $Fc2 = |SP_{avg}| \times |SP_{min}|$, và ít nhất một trong số các bề mặt của các phần tử thấu kính quang học bao gồm lớp phủ lọc tia hồng ngoại thỏa mãn điều kiện sau:

$$0,96 \leq FC.$$

2. Cụm thấu kính quang học theo điểm 1, trong đó hệ số sắp xếp lớp phủ chính của mỗi bề mặt của các phần tử thấu kính quang học là FC, hệ số sắp xếp lớp phủ thứ nhất của mỗi bề mặt của các phần tử thấu kính quang học là Fc1, hệ số sắp xếp lớp phủ thứ hai của mỗi bề mặt của các phần tử thấu kính quang học là Fc2, $FC = \text{LOG}(Fc1 \times Fc2)$, độ dày tâm của mỗi phần tử thấu kính quang học là CT, độ dịch chuyển ngang tối đa giữa các giao điểm của mỗi bề mặt của các phần tử thấu kính quang học và trục quang học là SAGmax, $Fc1 = CT/|SAGmax|$, độ dốc tiếp tuyến trung bình trong vùng đường kính hiệu dụng quang học của mỗi bề mặt của các phần tử thấu kính quang học là SPavg, độ dốc tiếp tuyến nhỏ nhất trong vùng đường kính hiệu dụng quang học của mỗi bề mặt của các phần tử thấu kính quang học là SPmin, $Fc2 = |SPavg| \times |SPmin|$, và ít nhất một trong số các bề mặt của các phần tử thấu kính quang học bao gồm lớp phủ lọc tia hồng ngoại thỏa mãn điều kiện sau:

$$1 \leq FC \leq 100.$$

3. Cụm thấu kính quang học theo điểm 2, trong đó hệ số sắp xếp lớp phủ thứ nhất của mỗi bề mặt của các phần tử thấu kính quang học là Fc1, độ dày tâm của mỗi phần tử thấu kính quang học là CT, độ dịch chuyển ngang tối đa giữa các giao điểm của mỗi bề mặt của các phần tử thấu kính quang học và trục quang học là SAGmax, $Fc1 = CT/|SAGmax|$, và ít nhất một trong các bề mặt của các phần tử thấu kính quang học bao gồm lớp phủ lọc tia hồng ngoại thỏa mãn điều kiện sau:

$$1,82 \leq Fc1.$$

4. Cụm thấu kính quang học theo điểm 3, trong đó hệ số sắp xếp lớp phủ thứ hai của mỗi bề mặt của phần tử thấu kính quang học là Fc2, độ dốc tiếp tuyến trung bình trong vùng đường kính hiệu dụng quang học của mỗi bề mặt của các phần tử thấu kính quang học là SPavg, độ dốc tiếp tuyến nhỏ nhất trong vùng đường kính hiệu dụng quang học của mỗi bề mặt của các phần tử thấu kính quang học là SPmin, $Fc2 = |SPavg| \times |SPmin|$, và ít nhất một trong các bề mặt của các phần tử thấu kính quang học bao gồm lớp phủ lọc tia hồng ngoại thỏa mãn điều kiện sau:

$$4,98 \leq Fc2.$$

5. Cụm thấu kính quang học theo điểm 2, trong đó bề mặt của phần tử thấu kính quang học bao gồm lớp phủ lọc tia hồng ngoại không có điểm uốn hoặc điểm tới hạn trong vùng ngoài trục của thấu kính.

6. Cụm thấu kính quang học theo điểm 2, trong đó tổng số lớp phủ của các lớp phủ lọc tia hồng ngoại là tLs và thỏa mãn điều kiện sau:

$$40 < tLs \leq 80.$$

7. Cụm thấu kính quang học theo điểm 2, trong đó tổng độ dày các lớp phủ của lớp phủ lọc tia hồng ngoại là tTk và thỏa mãn điều kiện sau:

$$4.000 \text{ nm} < tTk \leq 10.000 \text{ nm}.$$

8. Cụm thấu kính quang học theo điểm 2, trong đó phần tử thấu kính quang học bao gồm lớp phủ lọc tia hồng ngoại là phần tử thấu kính hiệu chỉnh.

9. Cụm thấu kính quang học theo điểm 2, trong đó trường nhìn của cụm thấu kính quang học là FOV và thỏa mãn điều kiện sau:

$$60^\circ \leq FOV \leq 200^\circ.$$

10. Cụm thấu kính quang học theo điểm 1, trong đó hệ số sắp xếp vật liệu hấp thụ chính của mỗi trong số các phần tử thấu kính quang học là FA, tỷ lệ chiều dài quãng đường trung bình của tia chính trong tất cả các trường của mỗi phần tử trong số các phần tử thấu kính quang học là CPavg, độ lệch chuẩn của tỷ lệ chiều dài quãng đường của tia chính trong tất cả các trường của mỗi phần tử trong số các phần tử thấu kính quang học là CPst, $FA = \text{LOG}(1/((CPavg-1) \times CPst))$, và phần tử thấu kính quang học bao gồm vật liệu hấp thụ bước sóng dài thỏa mãn điều kiện sau:

$$2,31 \leq FA.$$

11. Cụm thấu kính quang học theo điểm 10, trong đó tỷ lệ chiều dài quãng đường trung bình của tia chính trong tất cả các trường của mỗi phần tử trong số các phần tử thấu kính quang học là Cpavg, và phần tử thấu kính quang học bao gồm vật liệu hấp thụ bước sóng dài thỏa mãn điều kiện sau:

$$0,9 \leq CPavg \leq 1,1.$$

12. Cụm thấu kính quang học theo điểm 10, trong đó bước sóng với 50% độ truyền sáng của vật liệu hấp thụ bước sóng dài ngắn hơn bước sóng với 50% độ truyền sáng của lớp phủ lọc tia hồng ngoại, và chênh lệch giữa bước sóng với 50% độ truyền sáng

của vật liệu hấp thụ bước sóng dài và bước sóng với 50% độ truyền sáng của lớp phủ lọc tia hồng ngoại lớn hơn 20 nm.

13. Cụm thấu kính quang học theo điểm 10, trong đó phần tử thấu kính quang học bao gồm vật liệu hấp thụ bước sóng dài gần với bề mặt phía vật của cụm thấu kính quang học hơn bề mặt của phần tử thấu kính quang học bao gồm lớp phủ lọc tia hồng ngoại.

14. Cụm thấu kính quang học theo điểm 10, trong đó bước sóng với 50% độ truyền sáng của cụm thấu kính quang học trong vùng bước sóng dài mà bước sóng và độ truyền sáng có tương quan nghịch là LWdT5, và thỏa mãn điều kiện sau:

$$600 \text{ nm} \leq \text{LWdT5} \leq 700 \text{ nm}.$$

15. Cụm thấu kính quang học theo điểm 10, trong đó ít nhất một trong số các phần tử thấu kính quang học bao gồm vật liệu hấp thụ bước sóng ngắn.

16. Cụm thấu kính quang học theo điểm 1, trong đó độ truyền sáng ở bước sóng 1.050 nm của phần tử thấu kính quang học bao gồm vật liệu hấp thụ bước sóng dài của cụm thấu kính quang học nhỏ hơn độ truyền sáng ở bước sóng 500 nm của phần tử thấu kính quang học, và cụm thấu kính quang học còn bao gồm:

cảm biến hình ảnh được bố trí trên bề mặt hình ảnh của cụm thấu kính quang học.

17. Cụm thấu kính quang học theo điểm 1 còn bao gồm:

cảm biến hình ảnh được bố trí trên bề mặt hình ảnh của cụm thấu kính quang học; và

kính che được bố trí trên bề mặt của cảm biến hình ảnh.

18. Cụm thấu kính quang học theo điểm 17, trong đó góc của tia chính trong trường có chiều cao hình ảnh tối đa của cụm thấu kính quang học tới bề mặt của kính che là CRAg, và thỏa mãn điều kiện sau:

$$40^\circ \leq \text{CRAg}.$$

19. Cụm thấu kính quang học theo điểm 17, trong đó bề mặt phía vật của kính che bao gồm vật liệu hấp thụ bước sóng dài.

20. Cụm thấu kính quang học theo điểm 17, trong đó ít nhất một bề mặt của kính che bao gồm lớp phủ chống phản xạ, và lớp phủ chống phản xạ bao gồm cấu trúc dưới bước sóng.

21. Cụm thấu kính quang học theo điểm 17, trong đó bề mặt phía ảnh của kính che bao gồm vật liệu hấp thụ bước sóng dài.

22. Thiết bị điện tử, là thiết bị di động, và thiết bị điện tử này bao gồm:

cụm thấu kính quang học theo điểm 16.

23. Thiết bị điện tử, là thiết bị di động, và thiết bị điện tử này bao gồm:

cụm thấu kính quang học theo điểm 17.

24. Thiết bị hình ảnh, bao gồm:

cụm thấu kính quang học theo điểm 1; và

cảm biến hình ảnh được bố trí trên bề mặt của cụm thấu kính quang học.

25. Thiết bị điện tử, là thiết bị di động, và thiết bị điện tử này bao gồm:

thiết bị hình ảnh theo điểm 24.

26. Cụm thấu kính quang học bao gồm:

ít nhất một phần tử thấu kính quang học; và

ít nhất một phần tử quang học;

trong đó ít nhất một trong số các phần tử thấu kính quang học có lớp phủ lọc tia hồng ngoại, phần tử thấu kính quang học bao gồm lớp phủ lọc tia hồng ngoại được làm bằng vật liệu nhựa, lớp phủ lọc tia hồng ngoại được bố trí trên bề mặt phía vật hoặc bề mặt phía ảnh của phần tử thấu kính quang học, bề mặt của phần tử thấu kính quang học bao gồm lớp phủ lọc tia hồng ngoại là phi cầu và lớp phủ lọc tia hồng ngoại bao gồm ít nhất hai chiết suất khác nhau;

trong đó phần tử quang học được bố trí ở phía ảnh của phần tử thấu kính quang học, và ít nhất một trong số các phần tử quang học bao gồm vật liệu hấp thụ bước sóng dài;

trong đó góc tới tối đa của tia chính trong tất cả các trường trên bề mặt của phần tử thấu kính quang học bao gồm lớp phủ lọc tia hồng ngoại là AICmax, độ truyền sáng trung bình giữa bước sóng 500 nm - 600 nm của cụm thấu kính quang học là T5060, độ truyền sáng trung bình giữa bước sóng 700 nm - 1.000 nm của cụm thấu kính quang học là T70100 và thỏa mãn các điều kiện sau:

$$AIC_{max} \leq 40 \text{ độ};$$

$$80\% \leq T5060; \text{ và}$$

$$T70100 \leq 10\%;$$

trong đó hệ số sắp xếp lớp phủ chính của mỗi bề mặt của các phần tử thấu kính quang học là FC, hệ số sắp xếp lớp phủ thứ nhất của mỗi bề mặt của các phần tử thấu kính quang học là Fc1, hệ số sắp xếp lớp phủ thứ hai của mỗi bề mặt của các phần tử thấu kính quang học là Fc2, $FC = \text{LOG}(Fc1 \times Fc2)$, độ dày tâm của mỗi phần tử thấu kính quang học là CT, độ dịch chuyển ngang tối đa giữa các giao điểm của mỗi bề mặt của các phần tử thấu kính quang học và trục quang học là SAGmax, $Fc1 = CT/|SAGmax|$, độ dốc tiếp tuyến trung bình trong vùng đường kính hiệu dụng quang học của mỗi bề mặt của các phần tử thấu kính quang học là SPavg, độ dốc tiếp tuyến nhỏ nhất trong vùng đường kính hiệu dụng quang học của mỗi bề mặt của các phần tử thấu kính quang học là SPmin, $Fc2 = |SPavg| \times |SPmin|$, và ít nhất một trong số các bề mặt của các phần tử thấu kính quang học bao gồm lớp phủ lọc tia hồng ngoại thỏa mãn điều kiện sau:

$$0,96 \leq FC.$$

27. Cụm thấu kính quang học theo điểm 26, trong đó phần tử quang học bao gồm vật liệu hấp thụ bước sóng dài là vi thấu kính (micro lens), và bề mặt của vi thấu kính bao gồm vật liệu hấp thụ bước sóng dài.

28. Cụm thấu kính quang học theo điểm 26, trong đó phần tử quang học bao gồm vật liệu hấp thụ bước sóng dài là bộ lọc màu, và bộ lọc màu bao gồm vật liệu hấp thụ bước sóng dài.

29. Cụm thấu kính quang học theo điểm 26, trong đó ít nhất một trong số các phần tử thấu kính quang học bao gồm vật liệu hấp thụ bước sóng dài.

30. Cụm thấu kính quang học theo điểm 26, trong đó phần tử quang học bao gồm vật liệu hấp thụ bước sóng dài là kính che, và ít nhất một bề mặt của kính che chứa vật liệu hấp thụ bước sóng dài.

31. Thiết bị điện tử, là thiết bị di động, thiết bị điện tử này bao gồm:

cụm thấu kính quang học theo điểm 26.

32. Cụm thấu kính quang học bao gồm:

ít nhất một phần tử thấu kính quang học; và

ít nhất một phần tử quang học, trong đó phần tử quang học bao gồm lớp phủ chống phản xạ, và lớp phủ chống phản xạ được bố trí trên bề mặt phía vật hoặc bề mặt phía ảnh của phần tử quang học;

trong đó ít nhất một trong số các phần tử thấu kính quang học bao gồm lớp phủ lọc tia hồng ngoại, phần tử thấu kính quang học bao gồm lớp phủ lọc tia hồng ngoại được làm bằng vật liệu nhựa, lớp phủ lọc tia hồng ngoại được bố trí trên bề mặt phía vật hoặc bề mặt phía ảnh của phần tử thấu kính quang học, bề mặt của phần tử thấu kính quang học bao gồm lớp phủ lọc tia hồng ngoại là phi cầu;

trong đó độ truyền sáng trung bình giữa bước sóng 500 nm - 600 nm của cụm thấu kính quang học là T5060, độ truyền sáng trung bình giữa bước sóng 700 nm - 1.000 nm của cụm thấu kính quang học là T70100, góc tới lớn nhất của tia chính trong tất cả các trường trên bề mặt của phần tử thấu kính quang học bao gồm lớp phủ lọc tia hồng ngoại là AICmax, và thỏa mãn các điều kiện sau:

$$80\% \leq T5060;$$

$$T70100 \leq 10\%; \text{ và}$$

$$AICmax \leq 40 \text{ độ};$$

trong đó hệ số sắp xếp lớp phủ chính của mỗi bề mặt của các phần tử thấu kính quang học là FC, hệ số sắp xếp lớp phủ thứ nhất của mỗi bề mặt của các phần tử thấu kính quang học là Fc1, hệ số sắp xếp lớp phủ thứ hai của mỗi bề mặt của các phần tử thấu kính quang học là Fc2, $FC = \text{LOG}(Fc1 \times Fc2)$, độ dày tâm của mỗi phần tử thấu kính quang học là CT, độ dịch chuyển ngang tối đa giữa các giao điểm của mỗi bề mặt của các phần tử thấu kính quang học và trục quang học là SAGmax, $Fc1 = CT/|SAGmax|$, độ dốc tiếp tuyến trung bình trong vùng đường kính hiệu dụng quang học của mỗi bề mặt của các phần tử thấu kính quang học là SPavg, độ dốc tiếp tuyến nhỏ nhất trong vùng đường kính hiệu dụng quang học của mỗi bề mặt của các phần tử thấu kính quang học là SPmin, $Fc2 = |SPavg| \times |SPmin|$, và ít nhất một trong số các bề mặt của các phần tử thấu kính quang học bao gồm lớp phủ lọc tia hồng ngoại thỏa mãn điều kiện sau:

$$0,96 \leq FC.$$

33. Cụm thấu kính quang học theo điểm 32, trong đó lớp phủ chống phản xạ bao gồm ít nhất một lớp phủ chiết suất cao và ít nhất một lớp phủ chiết suất thấp được sắp xếp xen kẽ.

34. Cụm thấu kính quang học theo điểm 33, trong đó lớp phủ chống phản xạ còn bao gồm cấu trúc dưới bước sóng.

35. Cụm thấu kính quang học theo điểm 32, trong đó lớp phủ chống phản xạ bao gồm cấu trúc dưới bước sóng, cấu trúc dưới bước sóng bao gồm các lỗ, và kích thước của các lỗ tiếp giáp với bên ngoài của lớp phủ chống phản xạ lớn hơn kích thước của các lỗ tiếp giáp với bên trong của lớp phủ chống phản xạ.

36. Cụm thấu kính quang học theo điểm 32, trong đó phần tử quang học được bố trí ở phía ảnh của phần tử thấu kính quang học, và ít nhất một trong số phần tử quang học bao gồm vật liệu hấp thụ bước sóng dài.

37. Cụm thấu kính quang học theo điểm 32, trong đó ít nhất một trong số các phần tử thấu kính quang học bao gồm vật liệu hấp thụ bước sóng dài.

38. Cụm thấu kính quang học theo điểm 32, trong đó góc tới lớn nhất của tia chính trong tất cả các trường trên bề mặt của phần tử thấu kính quang học bao gồm lớp phủ lọc tia hồng ngoại là AICmax, và thỏa mãn điều kiện sau:

$$AIC_{\max} \leq 35 \text{ độ.}$$

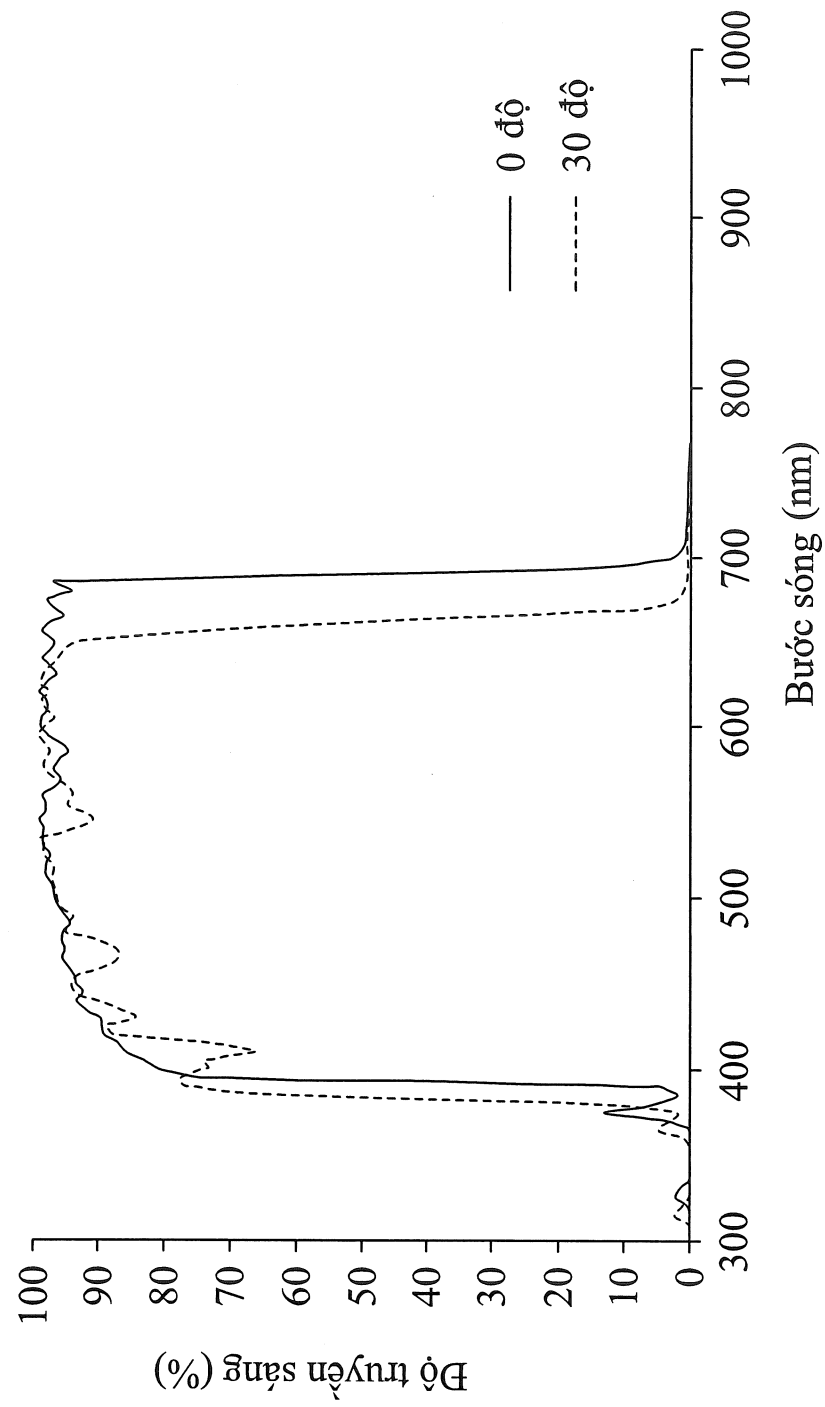


Fig. 1

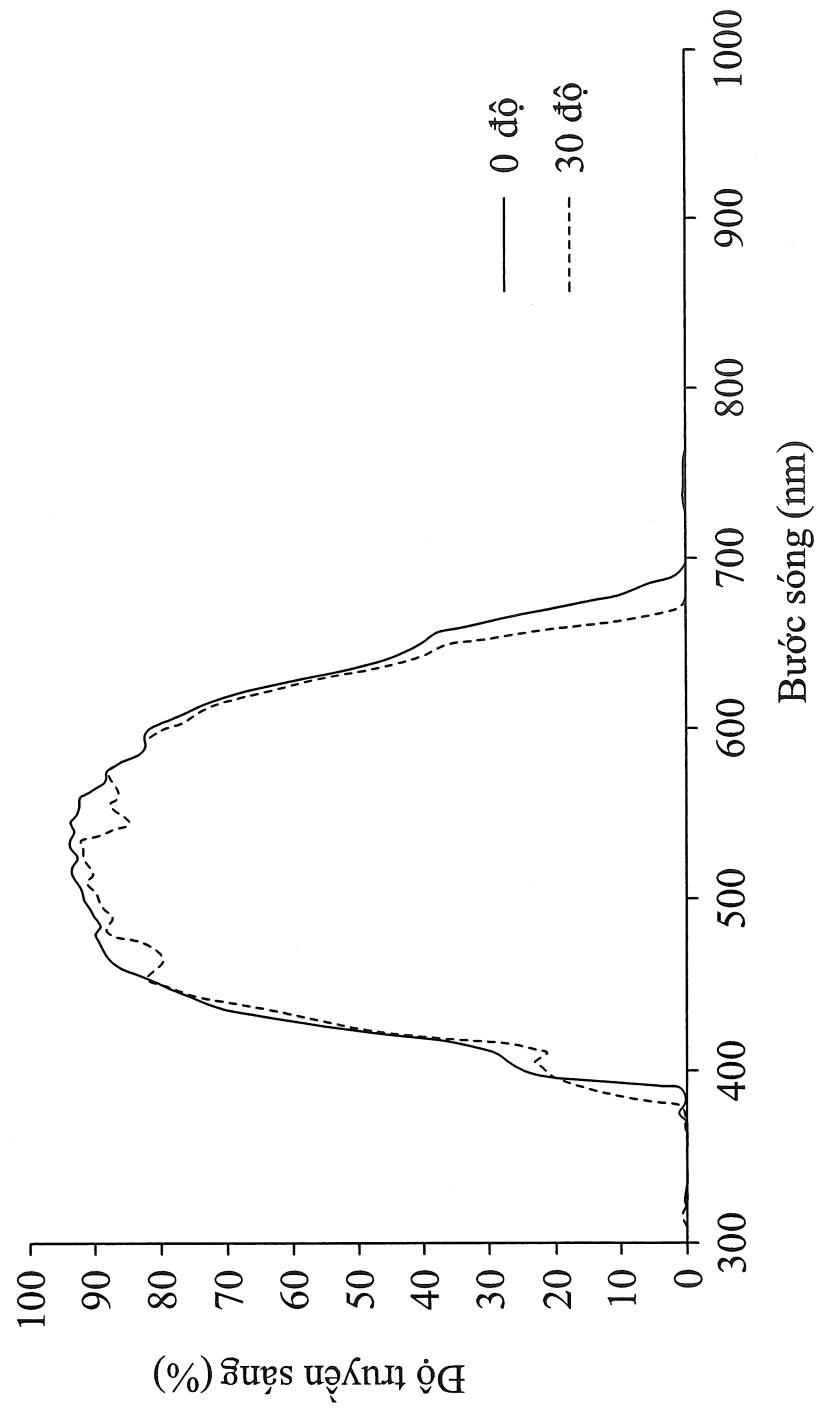


Fig. 2



Fig. 3B

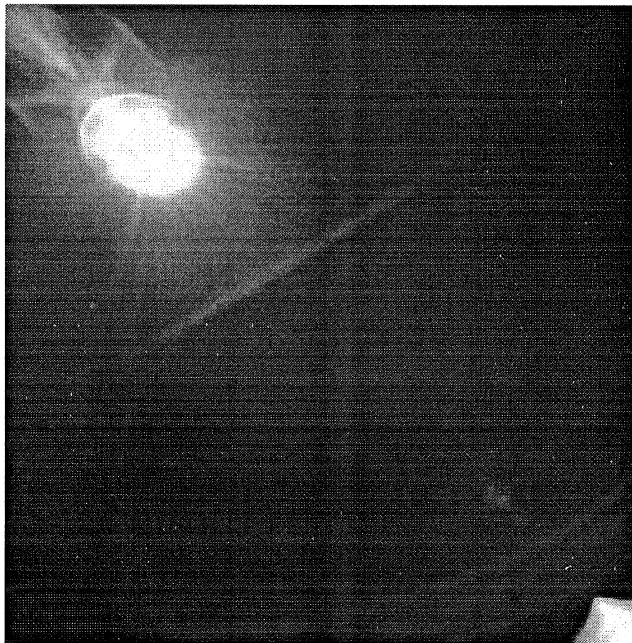


Fig. 3A

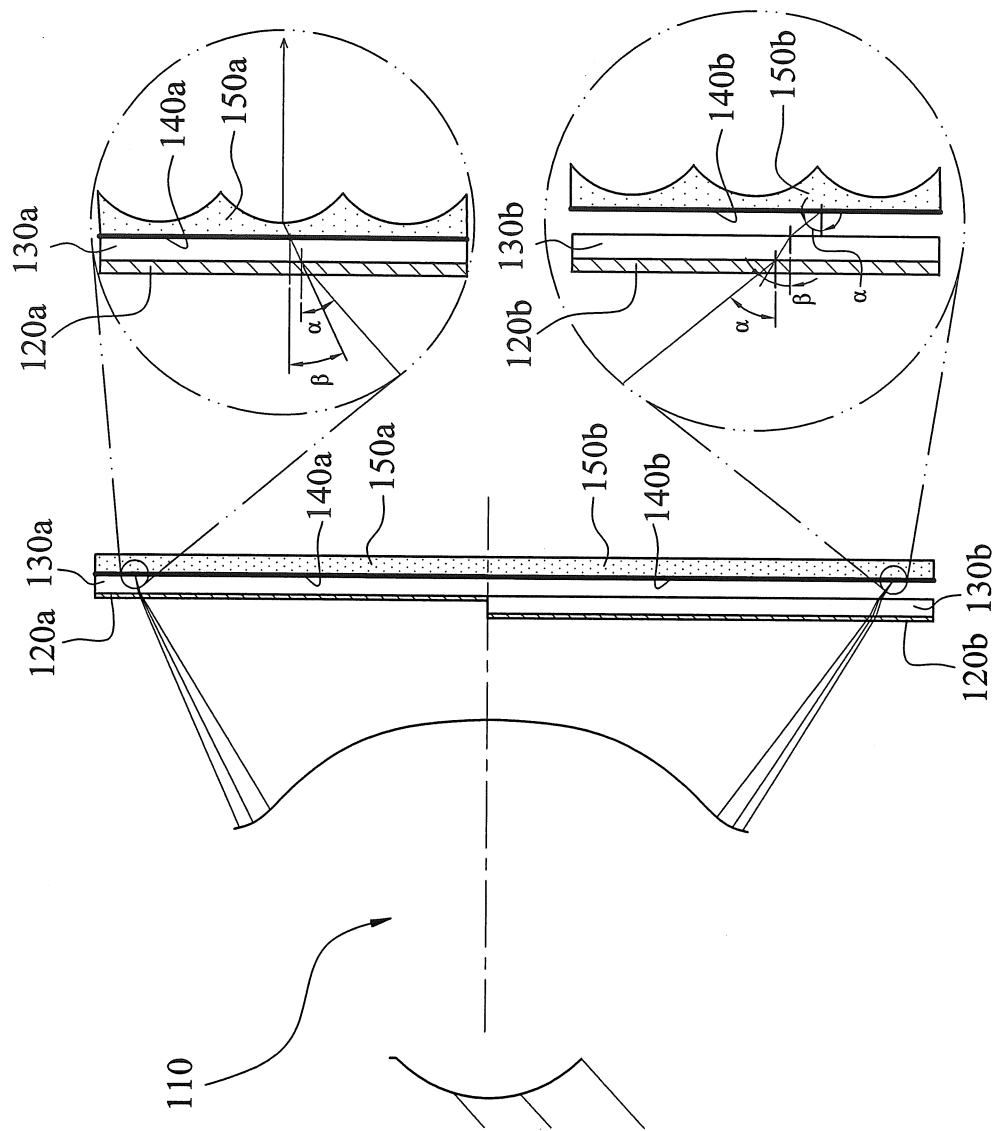


Fig. 4

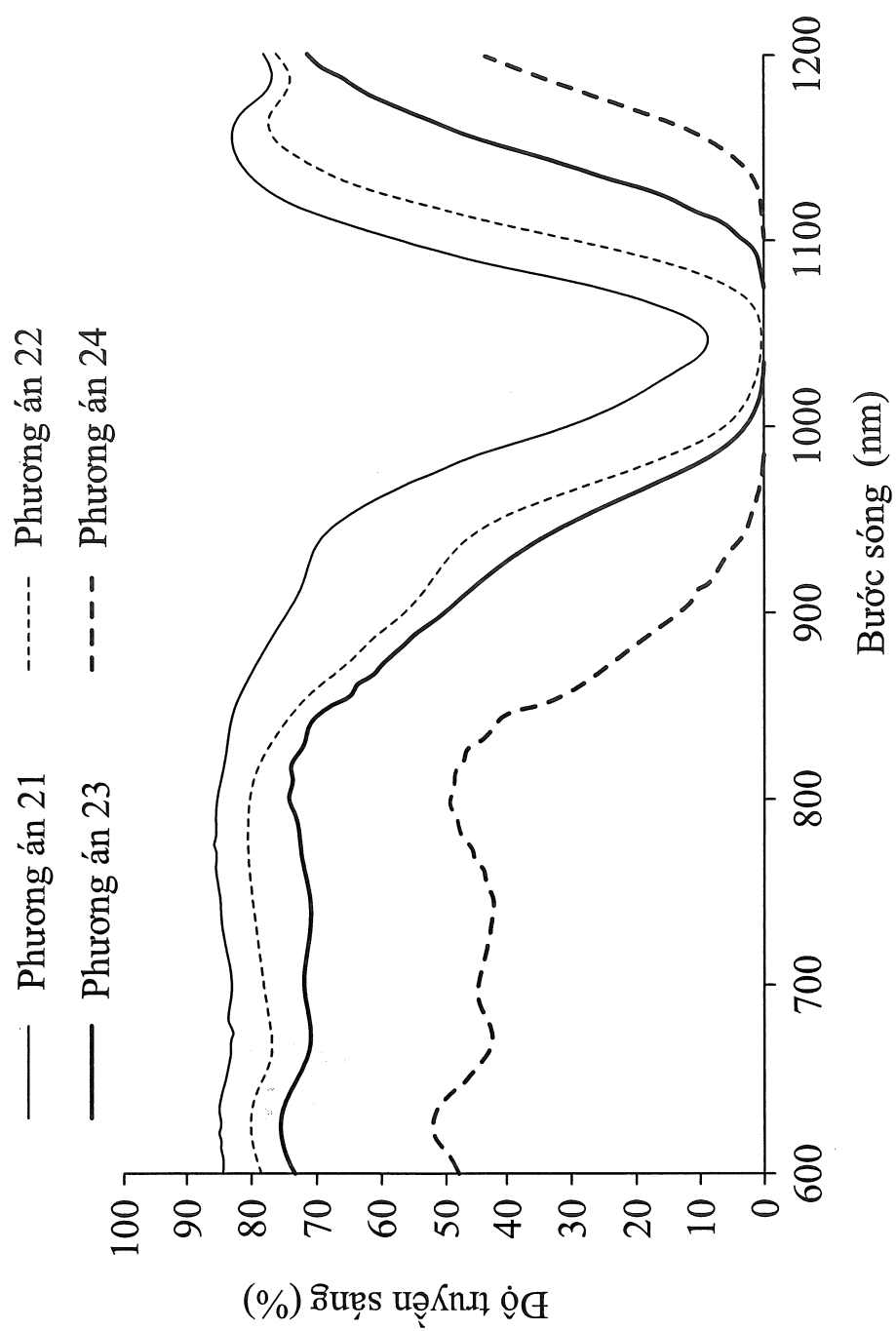


Fig. 5