



(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)



1-0043340

(51)^{2020.01} G02B 1/11

(13) B

(21) 1-2020-06601

(22) 13/11/2020

(30) 108145258 11/12/2019 TW

(45) 25/02/2025 443

(43) 25/06/2021 399

(73) NEWMAX TECHNOLOGY CO., LTD. (TW)

NO. 37, JIA DONG RD., WAIPU DIST., TAICHUNG CITY 438, TAIWAN

(72) Ching-Yun HUANG (TW).

(74) Công ty TNHH Trường Xuân (AGELESS CO.,LTD.)

(54) HỆ THỐNG THẤU KÍNH QUANG HỌC THU NHỎ BA MẢNH

(21) 1-2020-06601

(57) Sáng chế đề cập đến hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh bao gồm, theo thứ tự từ phía vật thể đến phía hình ảnh: tấm phẳng, chi tiết thấu kính thứ nhất; điểm dừng khẩu độ; chi tiết thấu kính thứ hai; và chi tiết thấu kính thứ ba. Trong đó khoảng cách từ vật thể trên bề mặt phía vật thể của tấm phẳng đến mặt phẳng hình ảnh dọc theo trục quang là OTL, khoảng cách từ bề mặt phía hình ảnh của tấm phẳng đến mặt phẳng hình ảnh dọc theo trục quang là PTL, chiều cao hình ảnh của mặt phẳng hình ảnh là Y, chiều cao vật thể của ánh sáng chính của chiều cao hình ảnh của mặt phẳng hình ảnh mà tương ứng với bề mặt phía hình ảnh của tấm phẳng là P, và chúng thỏa mãn điều kiện: $2,5 \text{ mm} < \text{PTL} < 4,5 \text{ mm}$; $2,2 < P/Y < 7,0$; $4 < \text{OTL}/Y < 12$.

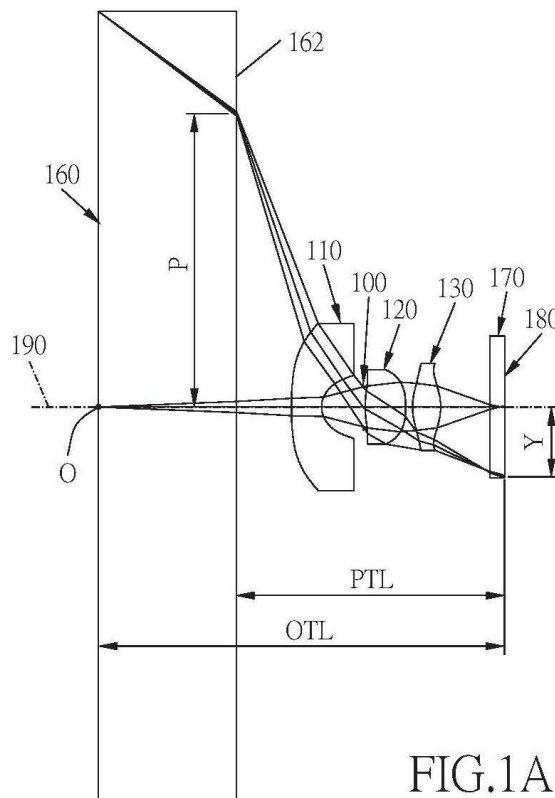


FIG.1A

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến hệ thống thấu kính, và cụ thể hơn là đề cập đến hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh có khả năng ứng dụng trong sản phẩm điện tử.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Hệ thống nhận dạng sinh trắc học (sinh trắc học) dựa trên các đặc điểm sinh trắc học duy nhất của mỗi sinh vật, do tính duy nhất, tính phổ biến, tính không đổi, khả năng kiểm tra, tính tiện lợi, khả năng chấp nhận và không thể cấp phép, nên nó thường được sử dụng trong các thiết bị di động hiện có trên thị trường hiện nay, hoặc thậm chí cả trong các thiết bị điện tử trong tương lai. Tuy nhiên, hiện nay, hệ thống nhận dạng sinh trắc học được sử dụng trong các thiết bị di động dựa trên nguyên tắc điện dung. Mặc dù nó có thể làm giảm kích thước cần thiết của hệ thống nhận dạng sinh trắc học, nhưng cấu trúc mạch quá phức tạp, khiến chi phí chế tạo quá cao và đơn giá tương đối của sản phẩm cũng cao hơn.

Mặc dù có các hệ thống nhận dạng sinh trắc học truyền thống sử dụng các nguyên tắc hình ảnh quang học, chẳng hạn như nhận dạng vân tay, nhận dạng tĩnh mạch, v.v., nhưng các hệ thống nhận dạng sinh trắc học truyền thống có vấn đề về kích thước quá lớn, gây khó khăn cho việc thu nhỏ các thiết bị điện tử được trang bị nhận dạng sinh trắc học, và nó cũng khó mang theo hơn.

Sáng chế nhằm giảm thiểu và/hoặc loại bỏ những nhược điểm nói trên.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích chính của sáng chế là đề xuất hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh mà có thể giảm khoảng cách giữa vật thể và hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh, giảm kích thước hiệu quả và duy trì tính nhỏ gọn của nó.

Mục đích khác của sáng chế là đề xuất hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh mà có thể thu ánh sáng hiệu quả trên một góc rộng, nhận phạm vi hình ảnh rộng hơn và đạt được hiệu quả nhận dạng trong khoảng cách rất ngắn.

Do đó, hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh theo sáng chế bao gồm, theo thứ tự từ phía vật thể đến phía hình ảnh: tấm phẳng làm bằng thủy tinh; chi tiết thấu kính thứ nhất có độ khúc xạ âm, ít nhất một trong bề mặt phía vật thể và bề mặt phía hình ảnh của chi tiết thấu kính thứ nhất là phi cầu; điểm dừng khẩu độ; chi tiết thấu kính thứ hai có độ khúc xạ dương có bề mặt phía vật thể lồi gần trục quang, ít nhất một trong bề mặt phía vật thể và bề mặt phía hình ảnh của chi tiết thấu kính thứ hai là phi cầu; và chi tiết thấu kính thứ ba có độ khúc xạ, ít nhất một trong bề mặt phía vật thể và bề mặt phía hình ảnh của chi tiết thấu kính thứ ba là phi cầu.

Trong đó hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh có tổng cộng ba chi tiết thấu kính có độ khúc xạ, khoảng cách từ vật thể trên bề mặt phía vật thể của tấm phẳng đến mặt phẳng hình ảnh dọc theo trục quang là OTL, khoảng cách từ bề mặt phía hình ảnh của tấm phẳng đến mặt phẳng hình ảnh dọc theo trục quang là PTL, chiều cao hình ảnh của mặt phẳng hình ảnh là Y, chiều cao vật thể của ánh sáng chính của chiều cao hình ảnh của mặt phẳng hình ảnh mà tương ứng với bề mặt phía hình ảnh của tấm phẳng là P, và chúng thỏa mãn các điều kiện: $2,5 \text{ mm} < \text{PTL} < 4,5 \text{ mm}$; $2,2 < \text{P/Y} < 7,0$; $4 < \text{OTL/Y} < 12$.

Tốt hơn là, độ dài tiêu cự của hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh là f, độ dài tiêu cự của chi tiết thấu kính thứ nhất là f_1 , và chúng thỏa mãn điều kiện: $-0,86 < f/f_1 < -0,22$, sao cho độ khúc xạ của hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh có thể cân bằng được, để hiệu chỉnh quang sai của hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh hiệu quả và giảm độ nhạy của hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ

ba mảnh.

Tốt hơn là, độ dài tiêu cự của hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh là f , độ dài tiêu cự của chi tiết thấu kính thứ hai là f_2 , và chúng thỏa mãn điều kiện: $0,05 < f/f_2 < 1,27$, sao cho độ khúc xạ của hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh có thể cân bằng được, để hiệu chỉnh quang sai của hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh hiệu quả và giảm độ nhạy của hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh.

Tốt hơn là, độ dài tiêu cự của hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh là f , độ dài tiêu cự của chi tiết thấu kính thứ ba là f_3 , và chúng thỏa mãn điều kiện: $-0,17 < f/f_3 < 0,82$, sao cho độ khúc xạ của hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh có thể cân bằng được, để hiệu chỉnh quang sai của hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh hiệu quả và giảm độ nhạy của hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh.

Tốt hơn là, độ dài tiêu cự của hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh là f , độ dài tiêu cự của chi tiết thấu kính thứ hai và chi tiết thấu kính thứ ba được tổ hợp là f_{23} , và chúng thỏa mãn điều kiện: $0,45 < f/f_{23} < 1,04$, để rút ngắn tổng chiều dài của hệ thống và hiệu chỉnh quang sai có thể cân bằng được.

Tốt hơn là, độ dài tiêu cự của chi tiết thấu kính thứ nhất là f_1 , độ dài tiêu cự của chi tiết thấu kính thứ hai và chi tiết thấu kính thứ ba được tổ hợp là f_{23} , và chúng thỏa mãn điều kiện: $-3,07 < f_1/f_{23} < -0,63$, sao cho độ phân giải có thể được cải thiện rõ ràng.

Tốt hơn là, độ dài tiêu cự của chi tiết thấu kính thứ nhất là f_1 , bán kính cong của bề mặt phía vật thể của chi tiết thấu kính thứ nhất là R_1 , và chúng thỏa mãn điều kiện: $-0,13 < f_1/R_1 < 4,95$, điều này có thể giúp giảm biến dạng.

Tốt hơn là, độ dài tiêu cự của chi tiết thấu kính thứ nhất là f_1 , bán kính cong của

bề mặt phía hình ảnh của chi tiết thấu kính thứ nhất là R2, và chúng thỏa mãn điều kiện: $-2,41 < f1/R2 < 1,93$, do đó độ cong của bề mặt phía hình ảnh của chi tiết thấu kính thứ nhất sẽ thích hợp, điều đó sẽ thuận lợi để giảm tổng chiều dài của hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh.

Tốt hơn là, độ dài tiêu cự của chi tiết thấu kính thứ hai là f2, bán kính cong của bề mặt phía vật thể của chi tiết thấu kính thứ hai là R3, và chúng thỏa mãn điều kiện: $0,25 < f2/R3 < 5,64$, điều đó sẽ thuận lợi để giảm độ nhạy của hệ thống, cải thiện hiệu quả năng suất sản xuất.

Tốt hơn là, độ dài tiêu cự của chi tiết thấu kính thứ hai là f2, bán kính cong của bề mặt phía hình ảnh của chi tiết thấu kính thứ hai là R4, và chúng thỏa mãn điều kiện: $-2,04 < f2/R4 < 3,87$, do đó có thể giảm thêm độ cong ngoại vi của bề mặt phía hình ảnh của chi tiết thấu kính thứ hai, và đạt được đặc tính giảm thiểu ánh sáng phân tán.

Tốt hơn là, độ dài tiêu cự của chi tiết thấu kính thứ ba là f3, bán kính cong của bề mặt phía vật thể của chi tiết thấu kính thứ ba là R5, và chúng thỏa mãn điều kiện: $-56,34 < f3/R5 < 2,58$, do đó độ phóng đại của hình ảnh được hiệu chỉnh.

Tốt hơn là, độ dài tiêu cự của chi tiết thấu kính thứ ba là f3, bán kính cong của bề mặt phía hình ảnh của chi tiết thấu kính thứ ba là R6, và chúng thỏa mãn điều kiện: $-40,72 < f3/R6 < 0,49$, do đó độ phóng đại của hình ảnh được hiệu chỉnh.

Tốt hơn là, bán kính cong của bề mặt phía vật thể của chi tiết thấu kính thứ nhất là R1, bán kính cong của bề mặt phía hình ảnh của chi tiết thấu kính thứ nhất là R2, và chúng thỏa mãn điều kiện: $-38,2 < R1/R2 < 276,13$, do đó quang sai cầu và tính loạn thị của hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh có thể được giảm.

Tốt hơn là, bán kính cong của bề mặt phía vật thể của chi tiết thấu kính thứ hai là R3, bán kính cong của bề mặt phía hình ảnh của chi tiết thấu kính thứ hai là R4, và

chúng thỏa mãn điều kiện: $-5,91 < R3/R4 < 0,82$, do đó tính loạn thị của hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh có thể được giảm.

Tốt hơn là, bán kính cong của bề mặt phía vật thể của chi tiết thấu kính thứ ba là $R5$, bán kính cong của bề mặt phía hình ảnh của chi tiết thấu kính thứ ba là $R6$, và chúng thỏa mãn điều kiện: $-2,86 < R5/R6 < 22,19$, do đó cấu hình cong của các bề mặt của chi tiết thấu kính thứ ba có thể cân bằng được hiệu quả, để cân bằng trường nhìn với tổng chiều dài quang đường.

Tốt hơn là, độ dài tiêu cự của hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh là f , khoảng cách từ vật thể trên bề mặt phía vật thể của tấm phẳng đến mặt phẳng hình ảnh dọc theo trục quang là OTL, và chúng thỏa mãn điều kiện: $7,71 < OTL/f < 17,62$, điều đó sẽ thuận lợi để duy trì mục tiêu thu nhỏ và tiêu cự dài của hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh, mà có thể được sử dụng trong các sản phẩm điện tử mỏng.

Tốt hơn là, độ dài tiêu cự của chi tiết thấu kính thứ nhất là $f1$, độ dài tiêu cự của chi tiết thấu kính thứ hai là $f2$, độ dài tiêu cự của chi tiết thấu kính thứ ba là $f3$, và chúng thỏa mãn điều kiện: $-4,56\text{mm}^{-2} < (f1+f2+f3)/(f1*f2*f3) < -0,53\text{mm}^{-2}$, do đó vật thể có thể được chụp ảnh tốt trên mặt phẳng hình ảnh với quang sai nhỏ và độ chiếu sáng tương đối cao ở khoảng cách vật thể ngắn.

Tốt hơn là, bề mặt phía vật thể của chi tiết thấu kính thứ nhất lõm gần trục quang, điều này có thể thu hiệu quả ánh sáng trên một góc rộng và nhận được phạm vi hình ảnh rộng hơn trong các khoảng cách rất ngắn.

Tốt hơn là, bề mặt phía hình ảnh của chi tiết thấu kính thứ hai lồi gần trục quang, điều này có thể cải thiện độ phân giải hình ảnh của hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh.

Tốt hơn là, bề mặt phía hình ảnh của chi tiết thấu kính thứ ba là lồi gần trục

quang, điều này có thể hiệu chỉnh quang sai từ góc nhìn bù lớn.

Sáng chế sẽ được trình bày chi tiết hơn từ phần mô tả sau đây cùng với các hình vẽ đi kèm, mà chỉ nhằm mục đích minh họa để thể hiện các phương án ưu tiên của sáng chế.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig. 1A thể hiện hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh theo phương án thứ nhất của sáng chế;

Fig. 1B là hình chiếu phóng to một phần của Fig. 1A;

Fig. 1C thể hiện đường cong mặt phẳng hình ảnh và đường cong biến dạng của phương án thứ nhất của sáng chế;

Fig. 2A thể hiện hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh theo phương án thứ hai của sáng chế;

Fig. 2B là hình chiếu phóng to một phần của Fig. 2A;

Fig. 2C thể hiện đường cong mặt phẳng hình ảnh và đường cong biến dạng của phương án thứ hai của sáng chế;

Fig. 3A thể hiện hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh theo phương án thứ ba của sáng chế;

Fig. 3B là hình chiếu phóng to một phần của Fig. 3A;

Fig. 3C thể hiện đường cong mặt phẳng hình ảnh và đường cong biến dạng của phương án thứ ba của sáng chế;

Fig. 4A thể hiện hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh theo phương án thứ tư của sáng chế;

Fig. 4B là hình chiếu phóng to một phần của Fig. 4A;

Fig. 4C thể hiện đường cong mặt phẳng hình ảnh và đường cong biến dạng của

phương án thứ tư của sáng chế;

Fig. 5A thể hiện hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh theo phương án thứ năm của sáng chế;

Fig. 5B là hình chiếu phóng to một phần của Fig. 5A;

Fig. 5C thể hiện đường cong mặt phẳng hình ảnh và đường cong biến dạng của phương án thứ năm của sáng chế;

Fig. 6A thể hiện hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh theo phương án thứ sáu của sáng chế;

Fig. 6B là hình chiếu phóng to một phần của Fig. 6A;

Fig. 6C thể hiện đường cong mặt phẳng hình ảnh và đường cong biến dạng của phương án thứ sáu của sáng chế;

Fig. 7A thể hiện hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh theo phương án thứ bảy của sáng chế;

Fig. 7B là hình chiếu phóng to một phần của Fig. 7A;

Fig. 7C thể hiện đường cong mặt phẳng hình ảnh và đường cong biến dạng của phương án thứ bảy của sáng chế;

Fig. 8A thể hiện hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh theo phương án thứ tám của sáng chế;

Fig. 8B là hình chiếu phóng to một phần của Fig. 8A;

Fig. 8C thể hiện đường cong mặt phẳng hình ảnh và đường cong biến dạng của phương án thứ tám của sáng chế;

Fig. 9A thể hiện hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh theo phương án thứ chín của sáng chế;

Fig. 9B là hình chiếu phóng to một phần của Fig. 9A;

Fig. 9C thể hiện đường cong mặt phẳng hình ảnh và đường cong biến dạng của phương án thứ chín của sáng chế;

Fig. 10A thể hiện hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh theo phương án thứ mười của sáng chế;

Fig. 10B là hình chiếu phóng to một phần của Fig. 10A;

Fig. 10C thể hiện đường cong mặt phẳng hình ảnh và đường cong biến dạng của phương án thứ mười của sáng chế;

Fig. 11A thể hiện hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh theo phương án thứ mười một của sáng chế;

Fig. 11B là hình chiếu phóng to một phần của Fig. 11A;

Fig. 11C thể hiện đường cong mặt phẳng hình ảnh và đường cong biến dạng của phương án thứ mười một của sáng chế;

Fig. 12A thể hiện hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh theo phương án thứ mười hai của sáng chế;

Fig. 12B là hình chiếu phóng to một phần của Fig. 12A;

Fig. 12C thể hiện đường cong mặt phẳng hình ảnh và đường cong biến dạng của phương án thứ mười hai của sáng chế;

Fig. 13A thể hiện hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh theo phương án thứ mười ba của sáng chế;

Fig. 13B là hình chiếu phóng to một phần của Fig. 13A;

Fig. 13C thể hiện đường cong mặt phẳng hình ảnh và đường cong biến dạng của phương án thứ mười ba của sáng chế;

Fig. 14A thể hiện hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh theo phương án thứ mười bốn của sáng chế;

Fig. 14B là hình chiếu phóng to một phần của Fig. 14A; và

Fig. 14C thể hiện đường cong mặt phẳng hình ảnh và đường cong biến dạng của phương án thứ mười bốn của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Tham chiếu đến Fig. 1A, 1B và Fig. 1C, Fig. 1A thể hiện hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh theo phương án thứ nhất của sáng chế, Fig. 1B là hình chiếu phóng to một phần của Fig. 1A, và Fig. 1C thể hiện, theo thứ tự từ trái sang phải, đường cong mặt phẳng hình ảnh và đường cong biến dạng của phương án thứ nhất của sáng chế. Hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh theo phương án thứ nhất của sáng chế bao gồm, theo thứ tự từ phía vật thể đến phía hình ảnh: tấm phẳng 160, chi tiết thấu kính thứ nhất 110, điểm dừng khẩu độ 100, chi tiết thấu kính thứ hai 120, chi tiết thấu kính thứ ba 130, bộ lọc cắt IR 170, và mặt phẳng hình ảnh 180, trong đó hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh có tổng cộng ba chi tiết thấu kính có độ khúc xạ. Điểm dừng khẩu độ 100 được bố trí giữa chi tiết thấu kính thứ nhất 110 và chi tiết thấu kính thứ hai 120.

Tấm phẳng 160 làm bằng thủy tinh được đặt giữa vật thể O và chi tiết thấu kính thứ nhất 110 và không ảnh hưởng đến độ dài tiêu cự của hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh.

Chi tiết thấu kính thứ nhất 110 có độ khúc xạ âm có bề mặt phía vật thể 111 lồi gần trục quang 190 và bề mặt phía hình ảnh 112 lõm gần trục quang 190, bề mặt phía vật thể 111 và bề mặt phía hình ảnh 112 là phi cầu, và chi tiết thấu kính thứ nhất 110 được làm từ vật liệu nhựa dẻo.

Chi tiết thấu kính thứ hai 120 có độ khúc xạ dương có bề mặt phía vật thể 121 lồi gần trục quang 190 và bề mặt phía hình ảnh 122 lồi gần trục quang 190, bề mặt phía

vật thể 121 và bề mặt phía hình ảnh 122 là phi cầu, và chi tiết thấu kính thứ hai 120 được làm từ vật liệu nhựa dẻo.

Chi tiết thấu kính thứ ba 130 có độ khúc xạ dương có bề mặt phía vật thể 131 lồi gần trục quang 190 và bề mặt phía hình ảnh 132 lồi gần trục quang 190, bề mặt phía vật thể 131 và bề mặt phía hình ảnh 132 là phi cầu, và chi tiết thấu kính thứ ba 130 được làm từ vật liệu nhựa dẻo.

Bộ lọc cắt IR 170 làm bằng thủy tinh được đặt giữa chi tiết thấu kính thứ ba 130 và mặt phẳng hình ảnh 180 và không ảnh hưởng đến độ dài tiêu cự của hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh.

Phương trình cho các biên dạng bề mặt phi cầu của chi tiết thấu kính tương ứng của phương án thứ nhất được biểu diễn như sau:

$$z = \frac{ch^2}{1 + [1 - (k+1)c^2h^2]^{0.5}} + Ah^4 + Bh^6 + Ch^8 + Dh^{10} + Eh^{12} + Fh^{14} + Gh^{16}.....$$

trong đó:

z thể hiện giá trị vị trí tham chiếu tương ứng với đỉnh của bề mặt thấu kính và vị trí có chiều cao h dọc theo trục quang 190;

c thể hiện độ cong bằng trục bằng $1/R$ (R: bán kính cong bằng trục);

h thể hiện khoảng cách thẳng đứng từ một điểm trên đường cong của bề mặt phi cầu đến trục quang 190;

k thể hiện hằng số nón (conic);

A, B, C, D, E, F, G,.....: thể hiện hệ số phi cầu bậc cao.

Theo phương án thứ nhất của hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh, độ dài tiêu cự của hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh là f, số f của hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh là Fno, hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh có góc nhìn FOV (trường nhìn: Field Of View - FOV) lớn nhất, và chúng thỏa

mãn điều kiện: $f=0,47$ mm; $Fno=1,34$; và $FOV=145,8$ độ.

Trong phương án thứ nhất của hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh, khoảng cách từ vật thể O trên bề mặt phía vật thể 161 của tấm phẳng 160 đến mặt phẳng hình ảnh 180 dọc theo trục quang 190 là OTL, khoảng cách từ bề mặt phía hình ảnh 162 của tấm phẳng 160 đến mặt phẳng hình ảnh 180 dọc theo trục quang 190 là PTL, chiều cao hình ảnh của mặt phẳng hình ảnh 180 là Y, chiều cao vật thể của ánh sáng chính của chiều cao hình ảnh của mặt phẳng hình ảnh 180 mà tương ứng với bề mặt phía hình ảnh 162 của tấm phẳng 160 là P, và chúng thỏa mãn điều kiện: $PTL = 3,71$ mm; $P/Y = 4,21$; $OTL/Y = 5,29$.

Trong phương án thứ nhất của hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh, độ dài tiêu cự của hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh là f, độ dài tiêu cự của chi tiết thấu kính thứ nhất 110 là f_1 , và chúng thỏa mãn điều kiện: $f/f_1 = -0,55$.

Trong phương án thứ nhất của hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh, độ dài tiêu cự của hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh là f, độ dài tiêu cự của chi tiết thấu kính thứ hai 120 là f_2 , và chúng thỏa mãn điều kiện: $f/f_2 = 0,27$.

Trong phương án thứ nhất của hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh, độ dài tiêu cự của hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh là f, độ dài tiêu cự của chi tiết thấu kính thứ ba 130 là f_3 , và chúng thỏa mãn điều kiện: $f/f_3 = 0,55$.

Trong phương án thứ nhất của hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh, độ dài tiêu cự của hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh là f, độ dài tiêu cự của chi tiết thấu kính thứ hai 120 và chi tiết thấu kính thứ ba 130 được tổ hợp là f_{23} , và chúng thỏa mãn điều kiện: $f/f_{23} = 0,67$.

Trong phương án thứ nhất của hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh, độ dài tiêu cự của chi tiết thấu kính thứ nhất 110 là f_1 , độ dài tiêu cự của chi tiết thấu kính

thứ hai 120 và chi tiết thấu kính thứ ba 130 được tổ hợp là f_{23} , và chúng thỏa mãn điều kiện: $f_1/f_{23} = -1,21$.

Trong phương án thứ nhất của hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh, độ dài tiêu cự của chi tiết thấu kính thứ nhất 110 là f_1 , bán kính cong của bề mặt phía vật thể 111 của chi tiết thấu kính thứ nhất 110 là R_1 , và chúng thỏa mãn điều kiện: $f_1/R_1 = -0,11$.

Trong phương án thứ nhất của hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh, độ dài tiêu cự của chi tiết thấu kính thứ nhất 110 là f_1 , bán kính cong của bề mặt phía hình ảnh 112 của chi tiết thấu kính thứ nhất 110 là R_2 , và chúng thỏa mãn điều kiện: $f_1/R_2 = -2,01$.

Trong phương án thứ nhất của hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh, độ dài tiêu cự của chi tiết thấu kính thứ hai 120 là f_2 , bán kính cong của bề mặt phía vật thể 121 của chi tiết thấu kính thứ hai 120 là R_3 , và chúng thỏa mãn điều kiện: $f_2/R_3 = 1,24$.

Trong phương án thứ nhất của hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh, độ dài tiêu cự của chi tiết thấu kính thứ hai 120 là f_2 , bán kính cong của bề mặt phía hình ảnh 122 của chi tiết thấu kính thứ hai 120 là R_4 , và chúng thỏa mãn điều kiện: $f_2/R_4 = -0,73$.

Trong phương án thứ nhất của hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh, độ dài tiêu cự của chi tiết thấu kính thứ ba 130 là f_3 , bán kính cong của bề mặt phía vật thể 131 của chi tiết thấu kính thứ ba 130 là R_5 , và chúng thỏa mãn điều kiện: $f_3/R_5 = 1,10$.

Trong phương án thứ nhất của hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh, độ dài tiêu cự của chi tiết thấu kính thứ ba 130 là f_3 , bán kính cong của bề mặt phía hình

ảnh 132 của chi tiết thấu kính thứ hai 130 là R6, và chúng thỏa mãn điều kiện: $f3/R6 = -0,93$.

Trong phương án thứ nhất của hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh, bán kính cong của bề mặt phía vật thể 111 của chi tiết thấu kính thứ nhất 110 là R1, bán kính cong của bề mặt phía hình ảnh 112 của chi tiết thấu kính thứ nhất 110 là R2, và chúng thỏa mãn điều kiện: $R1/R2 = 18,66$.

Trong phương án thứ nhất của hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh, bán kính cong của bề mặt phía vật thể 121 của chi tiết thấu kính thứ hai 120 là R3, bán kính cong của bề mặt phía hình ảnh 122 của chi tiết thấu kính thứ hai 120 là R4, và chúng thỏa mãn điều kiện: $R3/R4 = -0,59$.

Trong phương án thứ nhất của hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh, bán kính cong của bề mặt phía vật thể 131 của chi tiết thấu kính thứ ba 130 là R5, bán kính cong của bề mặt phía hình ảnh 132 của chi tiết thấu kính thứ ba 130 là R6, và chúng thỏa mãn điều kiện: $R5/R6 = -0,84$.

Dữ liệu quang học chi tiết của phương án thứ nhất được thể hiện trong bảng 1, và dữ liệu bề mặt phi cầu được thể hiện trong bảng 2.

Bảng 1								
Phương án 1								
f(độ dài tiêu cự) =0,47 mm, Fno= 1,34, FOV = 145,8 độ								
Bề mặt		Bán kính cong		Độ dày	Vật liệu	Chỉ số	Abbe #	Độ dài tiêu cự
0	vật thể	vô cực		0				
1	tấm phẳng	vô cực		1,920	Kính	1,52	64,2	
2		vô cực		0,759				
3	Thấu kính 1	7,812	(ASP)	0,418	Nhựa dẻo	1,54	56	-0,843
4		0,419	(ASP)	0,578				
5	Điểm dừng khẩu độ	vô cực		0,023				

6	Thấu kính 2	1,369	(ASP)	0,562	Nhựa dẻo	1,54	56	1,697
7		-2,318	(ASP)	0,095				
8	Thấu kính 3	0,775	(ASP)	0,392	Nhựa dẻo	1,54	56	0,854
9		-0,920	(ASP)	0,678				
10	Bộ lọc hồng ngoại	vô cực		0,210	Nhựa dẻo	1,52	54,5	
11		vô cực		vô cực				
12	Mặt phẳng hình ảnh	vô cực		0,000				

Bảng 2						
Hệ số phi cầu						
Bề mặt	3	4	6	7	8	9
K:	-5,7472E+01	-8,9357E-01	-7,4166E+00	1,4621E+01	-1,4072E+01	-1,6742E+00
A:	1,6242E-01	1,4532E+00	-3,2397E-01	-2,4548E+00	-1,5571E-01	4,2135E-01
B:	-6,7207E-02	6,6913E+00	3,9740E-01	5,4445E+00	5,3286E-01	6,9299E-01
C:	3,2976E-02	-8,7955E+01	-3,9338E+01	-1,3772E+00	2,7696E-01	1,2074E-01
D:	-9,7415E-05	1,0373E+02	1,0799E+02	-2,7269E+01	-4,1137E+00	-8,8446E-01
E:	-5,7296E-03	4,3165E+03	1,2027E+03	-3,3511E+01	-5,1119E+00	-1,3276E+00
F:	6,9249E-04	-1,3837E+04	-5,3627E+03	1,6058E+02	-7,4096E+04	7,9142E+00
G:	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	2,9197E+05	0,0000E+00

Đơn vị của bán kính cong, độ dày và độ dài tiêu cự trong bảng 1 được thể hiện là mm, số bề mặt 0-12 thể hiện các bề mặt được sắp xếp theo thứ tự từ phía vật thể đến phía hình ảnh dọc theo trục quang. Trong bảng 2, k thể hiện hệ số nón của phương trình của các biên dạng bề mặt phi cầu, và A, B, C, D, E, F, G, v.v.: thể hiện các hệ số phi cầu bậc cao. Các bảng được thể hiện dưới đây cho mỗi phương án là các thông số sơ đồ tương ứng, các đường cong mặt phẳng hình ảnh và đường cong biến dạng, và các định nghĩa trong các bảng này giống với bảng 1 và bảng 2 của phương án thứ nhất. Do đó, việc giải thích liên quan sẽ không được nêu lại.

Tham chiếu đến Fig. 2A, 2B và Fig. 2C, Fig. 2A thể hiện hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh theo phương án thứ hai của sáng chế, Fig. 2B là hình chiếu

phóng to một phần của Fig. 2A, và Fig. 2C thể hiện, theo thứ tự từ trái sang phải, đường cong mặt phẳng hình ảnh và đường cong biến dạng của phương án thứ hai của sáng chế. Hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh theo phương án thứ hai của sáng chế bao gồm, theo thứ tự từ phía vật thể đến phía hình ảnh: tấm phẳng 260, chi tiết thấu kính thứ nhất 210, điểm dừng khẩu độ 200, chi tiết thấu kính thứ hai 220, chi tiết thấu kính thứ ba 230, bộ lọc cắt IR 270, và mặt phẳng hình ảnh 280, trong đó hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh có tổng cộng ba chi tiết thấu kính có độ khúc xạ. Điểm dừng khẩu độ 200 được bố trí giữa chi tiết thấu kính thứ nhất 210 và chi tiết thấu kính thứ hai 220.

Tấm phẳng 260 làm bằng thủy tinh được đặt giữa vật thể O và chi tiết thấu kính thứ nhất 210 và không ảnh hưởng đến độ dài tiêu cự của hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh.

Chi tiết thấu kính thứ nhất 210 có độ khúc xạ âm có bề mặt phía vật thể 211 lõm gần trục quang 290 và bề mặt phía hình ảnh 212 lõm gần trục quang 290, bề mặt phía vật thể 211 và bề mặt phía hình ảnh 212 là phi cầu, và chi tiết thấu kính thứ nhất 210 được làm từ vật liệu nhựa dẻo.

Chi tiết thấu kính thứ hai 220 có độ khúc xạ dương có bề mặt phía vật thể 221 lồi gần trục quang 290 và bề mặt phía hình ảnh 222 lồi gần trục quang 290, bề mặt phía vật thể 221 và bề mặt phía hình ảnh 222 là phi cầu, và chi tiết thấu kính thứ hai 220 được làm từ vật liệu nhựa dẻo.

Chi tiết thấu kính thứ ba 230 có độ khúc xạ dương có bề mặt phía vật thể 231 lồi gần trục quang 290 và bề mặt phía hình ảnh 232 lồi gần trục quang 290, bề mặt phía vật thể 231 và bề mặt phía hình ảnh 232 là phi cầu, và chi tiết thấu kính thứ ba 230 được làm từ vật liệu nhựa dẻo.

Bộ lọc cắt IR 270 làm bằng thủy tinh được đặt giữa chi tiết thấu kính thứ ba 230 và mặt phẳng hình ảnh 280 và không ảnh hưởng đến độ dài tiêu cự của hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh.

Dữ liệu quang chi tiết của phương án thứ hai được thể hiện trong bảng 3, và dữ liệu bề mặt phi cầu được thể hiện trong bảng 4.

Bảng 3								
Phương án 2								
f(độ dài tiêu cự) =0,51 mm, Fno= 1,35, FOV = 131,8 độ								
Bề mặt		Bán kính cong		Độ dày	Vật liệu	Chỉ số	Abbe #	Độ dài tiêu cự
0	vật thể	vô cực		0				
1	tấm phẳng	vô cực		1,920	Thủy tinh	1,52	64,2	
2		vô cực		0,826				
3	Thấu kính 1	-0,844	(ASP)	0,349	Nhựa dẻo	1,54	56	-0,901
4		1,289	(ASP)	0,306				
5	điểm dừng khẩu độ	vô cực		0,025				
6	Thấu kính 2	1,322	(ASP)	0,542	Nhựa dẻo	1,54	56	2,301
7		-15,601	(ASP)	0,069				
8	Thấu kính 3	0,641	(ASP)	0,489	Nhựa dẻo	1,64	22,5	0,750
9		-0,790	(ASP)	0,700				
10	Bộ lọc IR	vô cực		0,210	Thủy tinh	1,52	54,5	
11		vô cực		vô cực				
12	Mặt phẳng hình ảnh	vô cực		0,000				

Bảng 4						
Hệ số phi cầu						
Bề mặt	3	4	6	7	8	9
K:	-2,3442E+01	-4,9844E+01	2,8490E+00	9,9001E+01	-7,6416E+00	-7,7619E-01
A:	1,0765E+00	7,5873E+00	-1,5036E+00	-6,6820E+00	-1,4350E+00	6,2334E-01
B:	-2,1726E+00	2,0950E+01	4,6266E+00	5,4069E+01	7,9387E+00	1,7980E+00
C:	3,0355E+00	-4,9614E+02	1,8684E+01	-2,9229E+02	-3,0382E+01	-1,6452E+01
D:	-1,9456E+00	2,4255E+03	-1,3363E+02	6,4603E+02	4,1754E+01	4,6006E+01
E:	-2,4161E-01	-5,7838E+03	-1,8030E+03	4,4773E+02	5,5685E+01	-7,0441E+01
F:	1,1009E+00	1,4339E+05	1,5015E+04	-4,3322E+03	-4,7327E+02	3,7539E+01

G	-4,5514E-01	-6,5383E+05	-3,0287E+04	5,1888E+03	6,7829E+02	1,5713E+01
---	-------------	-------------	-------------	------------	------------	------------

Theo phương án thứ hai, phương trình của các biên dạng bề mặt phi cầu của các chi tiết thấu kính nêu trên giống phương trình của phương án thứ nhất. Ngoài ra, định nghĩa về các thông số này được thể trong bảng sau giống với các thông số được nêu trong phương án thứ nhất với các giá trị tương ứng đối đối phương án thứ hai, nên việc giải thích không được nêu lại.

Ngoài ra, các thông số này có thể được tính từ bảng 3 và bảng 4 như các giá trị sau và thỏa mãn điều kiện sau:

Phương án 2			
f[mm]	0,51	f2/R3	1,74
Fno	1,35	f2/R4	-0,15
FOV[độ]	131,8	f3/R5	1,17
OTL[mm]	5,44	f3/R6	-0,95
PTL[mm]	3,52	R1/R2	-0,65
$ f/(f1*f2*f3) $ [mm-2]	0,33	R3/R4	-0,08
f/f1	-0,57	R5/R6	-0,81
f/f2	0,22	OTL/f	10,58
f/f3	0,69	PTL/f	6,84
f/f23	0,74	$(f1+f2+f3)/(f1*f2*f3)$ [mm-2]	-1,38
f1/f23	-1,30	P/Y	3,13
f1/R1	1,07	OTL/Y	6,10
f1/R2	-0,70		

Tham chiếu đến các Fig. 3A, 3B và Fig. 3C, Fig. 3A thể hiện hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh theo phương án thứ ba của sáng chế, Fig. 3B là hình chiếu phóng to một phần của Fig. 3A, và Fig. 3C thể hiện, theo thứ tự từ trái sang phải, đường cong mặt phẳng hình ảnh và đường cong biến dạng của phương án thứ ba của sáng chế. Hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh theo phương án thứ ba của sáng chế bao gồm, theo thứ tự từ phía vật thể đến phía hình ảnh: tấm phẳng 360, chi tiết thấu kính thứ nhất 310, điểm dừng khẩu độ 300, chi tiết thấu kính thứ hai 320, chi tiết thấu kính thứ ba 330, bộ lọc cắt IR 370, và mặt phẳng hình ảnh 380, trong đó hệ

thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh có tổng cộng ba chi tiết thấu kính có độ khúc xạ. Điểm dừng khẩu độ 300 được bố trí giữa chi tiết thấu kính thứ nhất 310 và chi tiết thấu kính thứ hai 320.

Tấm phẳng 360 làm bằng thủy tinh được đặt giữa vật thể O và chi tiết thấu kính thứ nhất 310 và không ảnh hưởng đến độ dài tiêu cự của hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh.

Chi tiết thấu kính thứ nhất 310 có độ khúc xạ âm có bề mặt phía vật thể 311 lõm gần trục quang 390 và bề mặt phía hình ảnh 312 lõm gần trục quang 390, bề mặt phía vật thể 311 và bề mặt phía hình ảnh 312 là phi cầu, và chi tiết thấu kính thứ nhất 310 được làm từ vật liệu nhựa dẻo.

Chi tiết thấu kính thứ hai 320 có độ khúc xạ dương có bề mặt phía vật thể 321 lồi gần trục quang 390 và bề mặt phía hình ảnh 322 lồi gần trục quang 390, bề mặt phía vật thể 321 và bề mặt phía hình ảnh 322 là phi cầu, và chi tiết thấu kính thứ hai 320 được làm từ vật liệu nhựa dẻo.

Chi tiết thấu kính thứ ba 330 có độ khúc xạ dương có bề mặt phía vật thể 331 lồi gần trục quang 390 và bề mặt phía hình ảnh 332 lồi gần trục quang 390, bề mặt phía vật thể 331 và bề mặt phía hình ảnh 332 là phi cầu, và chi tiết thấu kính thứ ba 330 được làm từ vật liệu nhựa dẻo.

Bộ lọc cắt IR 370 làm bằng thủy tinh được đặt giữa chi tiết thấu kính thứ ba 330 và mặt phẳng hình ảnh 380 và không ảnh hưởng đến độ dài tiêu cự của hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh.

Dữ liệu quang học chi tiết của phương án thứ ba được thể hiện trong bảng 5, và dữ liệu bề mặt phi cầu được thể hiện trong bảng 6.

Bảng 5								
Phương án 3								
f(độ dài tiêu cự) =0,37 mm, Fno= 1,50, FOV = 116,5 độ								
Bề mặt		Bán kính cong		Độ dày	Vật liệu	Chỉ số	Abbe #	Độ dài tiêu cự
0	vật thể	vô cực		0,000				
1	tấm phẳng	vô cực		1,454	thủy tinh	1,52	64,2	
2		vô cực		1,350				
3	Thấu kính 1	-11,787	(ASP)	0,236	nhựa dẻo	1,54	56	-0,651
4		0,370	(ASP)	0,735				
5	điểm dừng khẩu độ	vô cực		-0,031				
6	Thấu kính 2	0,592	(ASP)	0,349	nhựa dẻo	1,54	56	0,764
7		-1,130	(ASP)	0,104				
8	Thấu kính 3	2,336	(ASP)	0,246	nhựa dẻo	1,54	56	1,294
9		-0,979	(ASP)	0,497				
10	Bộ lọc IR	vô cực		0,210	thủy tinh	1,52	54,5	
11		vô cực		vô cực				
12	Mặt phẳng hình ảnh	vô cực		0,000				

Bảng 6						
Hệ số phi cầu						
Bề mặt	3	4	6	7	8	9
K:	1,6058E+02	-7,5575E-01	-9,7799E+00	2,4875E+00	3,8881E+01	-1,0594E+01
A:	6,8820E-01	3,9330E+00	4,6571E+00	4,4428E+00	4,8606E+00	4,8716E+00
B:	-8,9595E-01	-7,0708E+01	-3,8797E+01	-4,6195E+01	-4,5841E+01	-3,1721E+01
C:	3,3376E-01	1,2979E+03	7,3248E+02	1,9297E+02	6,4849E+02	7,4309E+02
D:	4,7435E-01	-7,2135E+03	-6,7705E+03	2,1227E+03	-7,4531E+03	-3,2461E+03
E:	-6,2462E-02	-2,4953E+04	-4,7525E+04	-3,9583E+04	3,1545E+04	-3,5772E+04
F:	-8,1138E-01	4,2635E+05	9,9861E+05	1,5541E+05	1,6968E+04	3,0349E+05
G:	4,9047E-01	-1,2109E+06	-3,7410E+06	5,4541E+04	-6,4405E+05	-6,1228E+05

Trong phương án thứ ba, phương trình của các biên dạng bề mặt phi cầu của chi tiết thấu kính nêu trên giống với phương trình của phương án thứ nhất. Ngoài ra, định nghĩa về các thông số này được thể hiện trong các bảng sau giống với phương án thứ nhất với các giá trị tương ứng của phương án thứ ba, nên việc giải thích sẽ không được

nêu lại.

Ngoài ra, các thông số này có thể được tính từ bảng 5 và bảng 6 là các giá trị sau và đáp ứng các điều kiện sau:

Phương án 3			
$f[\text{mm}]$	0,37	f_2/R_3	1,29
F_{no}	1,50	f_2/R_4	-0,68
$FOV[\text{độ}]$	116,5	f_3/R_5	0,55
$OTL[\text{mm}]$	5,15	f_3/R_6	-1,32
$PTL[\text{mm}]$	3,70	R_1/R_2	-31,83
$ f/(f_1*f_2*f_3) [\text{mm}^{-2}]$	0,58	R_3/R_4	-0,52
f/f_1	-0,57	R_5/R_6	-2,39
f/f_2	0,49	OTL/f	13,78
f/f_3	0,29	PTL/f	9,89
f/f_{23}	0,63	$(f_1+f_2+f_3)/(f_1*f_2*f_3)[\text{mm}^{-2}]$	-2,18
f_1/f_{23}	-1,11	P/Y	5,50
f_1/R_1	0,06	OTL/Y	9,70
f_1/R_2	-1,76		

Tham chiếu đến các Fig. 4A, 4B và Fig. 4C, Fig. 4A thể hiện hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh theo phương án thứ tư của sáng chế, Fig. 4B là hình chiếu phóng to một phần của Fig. 4A, và Fig. 4C thể hiện, theo thứ tự từ trái sang phải, đường cong mặt phẳng hình ảnh và đường cong biến dạng của phương án thứ tư của sáng chế. Hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh theo phương án thứ tư của sáng chế bao gồm, theo thứ tự từ phía vật thể đến phía hình ảnh: tấm phẳng 460, chi tiết thấu kính thứ nhất 410, điểm dừng khẩu độ 400, chi tiết thấu kính thứ hai 420, chi tiết thấu kính thứ ba 430, bộ lọc cắt IR 470, và mặt phẳng hình ảnh 480, trong đó hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh có tổng cộng ba chi tiết thấu kính có độ khúc xạ. Điểm dừng khẩu độ 400 được bố trí giữa chi tiết thấu kính thứ nhất 410 và chi tiết thấu kính thứ hai 420.

Tấm phẳng 460 làm bằng thủy tinh được đặt giữa vật thể O và chi tiết thấu kính thứ nhất 410 và không ảnh hưởng đến độ dài tiêu cự của hệ thống thấu kính quang học

thu nhỏ ba mảnh.

Chi tiết thấu kính thứ nhất 410 có độ khúc xạ âm có bề mặt phía vật thể 411 lõm gần trục quang 490 và bề mặt phía hình ảnh 412 lõm gần trục quang 490, bề mặt phía vật thể 411 và bề mặt phía hình ảnh 412 là phi cầu, và chi tiết thấu kính thứ nhất 410 được làm từ vật liệu nhựa dẻo.

Chi tiết thấu kính thứ hai 420 có độ khúc xạ dương có bề mặt phía vật thể 421 lồi gần trục quang 490 và bề mặt phía hình ảnh 422 lõm gần trục quang 490, bề mặt phía vật thể 421 và bề mặt phía hình ảnh 422 là phi cầu, và chi tiết thấu kính thứ hai 420 được làm từ vật liệu nhựa dẻo.

Chi tiết thấu kính thứ ba 430 có độ khúc xạ dương có bề mặt phía vật thể 431 lồi gần trục quang 490 và bề mặt phía hình ảnh 432 lồi gần trục quang 490, bề mặt phía vật thể 431 và bề mặt phía hình ảnh 432 là phi cầu, và chi tiết thấu kính thứ ba 430 được làm từ vật liệu nhựa dẻo.

Bộ lọc cắt IR 470 làm bằng thủy tinh được đặt giữa chi tiết thấu kính thứ ba 430 và mặt phẳng hình ảnh 480 và không ảnh hưởng đến độ dài tiêu cự của hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh.

Dữ liệu quang học chi tiết của phương án thứ tư được thể hiện trong bảng 7, và dữ liệu bề mặt phi cầu được thể hiện trong bảng 8.

Bảng 7							
Phương án 4							
$f(\text{độ dài tiêu cự}) = 0,32 \text{ mm}$, $Fno = 1,43$, $FOV = 132,8 \text{ độ}$							
Bề mặt		Bán kính cong		Độ dày	Vật liệu	Chỉ số	Abbe #
0	vật thể	vô cực		0,000			
1	tấm phẳng	vô cực		1,500	thủy tinh	1,52	64,2
2		vô cực		0,968			
3	Thấu kính 1	-4,399	(ASP)	0,371	nhựa dẻo	1,54	56
							-0,598

4		0,364	(ASP)	0,451				
5	điểm dừng khẩu độ	vô cực		0,014				
6	Thấu kính 2	0,945	(ASP)	0,420	nhựa đẻo	1,54	56	1,876
7		9,994	(ASP)	0,032				
8	Thấu kính 3	0,350	(ASP)	0,266	nhựa đẻo	1,54	56	0,527
9		-1,199	(ASP)	0,407				
10	Bộ lọc IR	vô cực		0,210	thủy tinh	1,52	54,5	
11		vô cực		vô cực				
12	Mặt phẳng hình ảnh	vô cực		0,000				

Bảng 8						
Hệ số phi cầu						
Bề mặt	3	4	6	7	8	9
K:	-1,3502E+01	-6,3226E+00	1,0069E+00	9,8306E+01	-7,0878E+00	-4,6025E-01
A:	8,6682E-01	1,8851E+01	-5,7046E+00	-2,0423E+01	-1,0076E+00	5,4831E+00
B:	-1,0817E+00	-4,1614E+02	1,6357E+02	2,1326E+02	1,1690E+01	-2,1803E+01
C:	8,0105E-01	8,6679E+03	-5,9160E+03	-1,6773E+03	-6,6140E+01	5,7126E+01
D:	3,2876E-01	-8,0793E+04	6,4621E+04	5,8970E+03	-6,4111E+02	-6,7776E+02
E:	-1,1007E+00	1,4657E+05	7,4830E+05	2,1931E+03	1,6039E+03	3,6461E+03
F:	8,2550E-01	2,7509E+06	-2,1714E+07	-6,5741E+04	2,3407E+04	-2,0109E+03
G:	-2,3988E-01	-1,3395E+07	1,2934E+08	4,9916E+04	-7,3613E+04	-1,1711E+04

Theo phương án thứ tư, phương trình của các biên dạng bề mặt phi cầu của các chi tiết thấu kính nêu trên giống với phương trình của phương án thứ nhất. Ngoài ra, định nghĩa của các thông số này được thể hiện trong bảng sau là giống với các thông số nêu trong phương án thứ nhất với các giá trị tương ứng cho phương án thứ tư, nên việc giải thích liên quan sẽ không được nêu lại.

Ngoài ra, các thông số này có thể được tính từ bảng 7 và bảng 8 như các giá trị sau và đáp ứng các điều kiện sau:

Phương án 4			
f[mm]	0,32	f2/R3	1,99
Fno	1,43	f2/R4	0,19
FOV[độ]	132,8	f3/R5	1,51
OTL[mm]	4,64	f3/R6	-0,44

PTL[mm]	3,14	R1/R2	-12,08
$ f/(f_1*f_2*f_3) $ [mm-2]	0,54	R3/R4	0,09
f/f1	-0,54	R5/R6	-0,29
f/f2	0,17	OTL/f	14,49
f/f3	0,61	PTL/f	9,80
f/f23	0,66	$(f_1+f_2+f_3)/(f_1*f_2*f_3)$ [mm-2]	-3,05
f1/f23	-1,23	P/Y	5,55
f1/R1	0,14	OTL/Y	7,22
f1/R2	-1,64		

Tham chiếu đến Fig. 5A, 5B và Fig. 5C, Fig. 5A thể hiện hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh theo phương án thứ năm của sáng chế, Fig. 5B là hình chiếu phóng to một phần của Fig. 5A, và Fig. 5C thể hiện, theo thứ tự từ trái sang phải, đường cong mặt phẳng hình ảnh và đường cong biến dạng của phương án thứ năm của sáng chế. Hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh theo phương án thứ năm của sáng chế bao gồm, theo thứ tự từ phía vật thể đến phía hình ảnh: tấm phẳng 560, chi tiết thấu kính thứ nhất 510, điểm dừng khẩu độ 500, chi tiết thấu kính thứ hai 520, chi tiết thấu kính thứ ba 530, bộ lọc cắt IR 570, và mặt phẳng hình ảnh 580, trong đó hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh có tổng cộng ba chi tiết thấu kính có độ khúc xạ. Điểm dừng khẩu độ 500 được bố trí giữa chi tiết thấu kính thứ nhất 510 và chi tiết thấu kính thứ hai 520.

Tấm phẳng 560 làm bằng thủy tinh được đặt giữa vật thể O và chi tiết thấu kính thứ nhất 510 và không ảnh hưởng đến độ dài tiêu cự của hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh.

Chi tiết thấu kính thứ nhất 510 có độ khúc xạ âm có bề mặt phía vật thể 511 lõm gần trục quang 590 và bề mặt phía hình ảnh 512 lồi gần trục quang 590, bề mặt phía vật thể 511 và bề mặt phía hình ảnh 512 là phi cầu, và chi tiết thấu kính thứ nhất 510 được làm từ vật liệu nhựa dẻo.

Chi tiết thấu kính thứ hai 520 có độ khúc xạ dương có bề mặt phía vật thể 521 lồi

gần trục quang 590 và bề mặt phía hình ảnh 522 lỗi gần trục quang 590, bề mặt phía vật thể 521 và bề mặt phía hình ảnh 522 là phi cầu, và chi tiết thấu kính thứ hai 520 được làm từ vật liệu nhựa dẻo.

Chi tiết thấu kính thứ ba 530 có độ khúc xạ âm có bề mặt phía vật thể 531 lỗi gần trục quang 590 và bề mặt phía hình ảnh 532 lõm gần trục quang 590, bề mặt phía vật thể 531 và bề mặt phía hình ảnh 532 là phi cầu, và chi tiết thấu kính thứ ba 530 được làm từ vật liệu nhựa dẻo.

Bộ lọc cắt IR 570 làm bằng thủy tinh được đặt giữa chi tiết thấu kính thứ ba 530 và mặt phẳng hình ảnh 580 và không ảnh hưởng đến độ dài tiêu cự của hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh.

Dữ liệu quang học chi tiết của phương án thứ năm được thể hiện trong bảng 9, và dữ liệu bề mặt phi cầu được thể hiện trong bảng 10.

Ví dụ 9								
Phương án 5								
f(độ dài tiêu cự) =0,60 mm, Fno= 1,52, FOV = 121,2 độ								
bề mặt		Bán kính cong		Độ dày	Vật liệu	Chỉ số	Abbe #	Độ dài tiêu cự
0	vật thể	vô cực		0,000				
1	tấm phẳng	vô cực		2,260	thủy tinh	1,52	64,2	
2		vô cực		0,981				
3	Thấu kính 1	-0,691	(ASP)	0,309	nhựa dẻo	1,54	56	-1.773
4		-2,936	(ASP)	0,350				
5	điểm dừng khẩu độ	vô cực		0,014				
6	Thấu kính 2	1,236	(ASP)	0,807	nhựa dẻo	1,54	56	0.712
7		-0,426	(ASP)	0,039				
8	Thấu kính 3	1,282	(ASP)	0,320	nhựa dẻo	1,64	22,5	-4.196
9		0,745	(ASP)	0,473				
10	Bộ lọc IR	vô cực		0,210	thủy tinh	1,52	54,5	
11		vô cực		vô cực				
12	Mặt phẳng	vô cực		0,000				

	hình ảnh						
--	----------	--	--	--	--	--	--

Bảng 10						
Hệ số phi cầu						
bề mặt	3	4	6	7	8	9
K:	-1,2094E+01	3,0053E+01	-1,6743E+00	-1,1223E+00	1,8899E+00	-4,3747E+00
A:	1,3867E+00	7,3115E+00	-6,6893E-01	7,7324E-01	4,5374E-01	-4,3095E-01
B:	-3,5613E+00	-2,9315E+01	-3,9965E+00	-8,1071E+00	-1,2455E+01	6,5785E-01
C:	6,5337E+00	-3,7539E+00	-5,1474E+01	1,0379E+01	5,7602E+01	-1,8934E+00
D:	-6,8298E+00	1,2101E+03	1,1777E+03	1,1280E+02	-1,5416E+02	2,5978E-01
E:	3,9194E+00	-5,6257E+03	-4,6955E+01	-4,9159E+02	2,1158E+02	6,0530E-01
F:	-1,2748E+00	5,9725E+03	-9,2723E+04	6,2647E+02	-1,8130E+02	4,7961E+00
G:	3,4509E-01	1,0201E+04	3,9507E+05	-3,1061E+02	8,2690E+01	-5,8551E+00

Trong phương án thứ năm, phương trình của các biên dạng bề mặt phi cầu của các chi tiết thấu kính nêu trên giống với phương trình của phương án thứ nhất. Ngoài ra, định nghĩa của các thông số này được thể hiện trong bảng sau là giống với các thông số nêu trong phương án thứ nhất với các giá trị tương ứng đối với phương án thứ năm, nên việc giải thích liên quan sẽ không được nêu lại.

Ngoài ra, các thông số này có thể được tính từ bảng 9 và bảng 10 như các giá trị sau và đáp ứng các điều kiện sau:

Phương án 5			
f[mm]	0,60	f2/R3	0,58
Fno	1,52	f2/R4	-1,67
FOV[độ]	121,2	f3/R5	-3,27
OTL[mm]	5,76	f3/R6	-5,63
PTL[mm]	3,50	R1/R2	0,24
$ f/(f1*f2*f3) $ [mm-2]	0,11	R3/R4	-2,90
f/f1	-0,34	R5/R6	1,72
f/f2	0,84	OTL/f	9,64
f/f3	-0,14	PTL/f	5,86
f/f23	0,86	$(f1+f2+f3)/(f1*f2*f3)$ [mm-2]	-0,99
f1/f23	-2,56	P/Y	2,85
f1/R1	2,56	OTL/Y	6,20
f1/R2	0,60		

Tham chiếu đến Fig. 6A, 6B và Fig. 6C, Fig. 6A thể hiện hệ thống thấu kính

quang học thu nhỏ ba mảnh theo phương án thứ sáu của sáng chế, Fig. 6B là hình chiếu phóng to một phần của Fig. 6A, và Fig. 6C thể hiện, theo thứ tự từ trái sang phải, đường cong mặt phẳng hình ảnh và đường cong biến dạng của phương án thứ sáu của sáng chế. Hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh theo phương án thứ sáu của sáng chế bao gồm, theo thứ tự từ phía vật thể đến phía hình ảnh: tấm phẳng 660, chi tiết thấu kính thứ nhất 610, điểm dừng khẩu độ 600, chi tiết thấu kính thứ hai 620, chi tiết thấu kính thứ ba 630, bộ lọc cắt IR 670, và mặt phẳng hình ảnh 680, trong đó hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh có tổng cộng ba chi tiết thấu kính có độ khúc xạ. Điểm dừng khẩu độ 600 được bố trí giữa chi tiết thấu kính thứ nhất 610 và chi tiết thấu kính thứ hai 620.

Tấm phẳng 660 làm bằng thủy tinh được đặt giữa vật thể O và chi tiết thấu kính thứ nhất 610 và không ảnh hưởng đến độ dài tiêu cự của hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh.

Chi tiết thấu kính thứ nhất 610 có độ khúc xạ âm có bề mặt phía vật thể 611 lõm gần trục quang 690 và bề mặt phía hình ảnh 612 lõm gần trục quang 690, bề mặt phía vật thể 611 và bề mặt phía hình ảnh 612 là phi cầu, và chi tiết thấu kính thứ nhất 610 được làm từ vật liệu nhựa dẻo.

Chi tiết thấu kính thứ hai 620 có độ khúc xạ dương có bề mặt phía vật thể 621 lồi gần trục quang 690 và bề mặt phía hình ảnh 622 lồi gần trục quang 690, bề mặt phía vật thể 621 và bề mặt phía hình ảnh 622 là phi cầu, và chi tiết thấu kính thứ hai 620 được làm từ vật liệu nhựa dẻo.

Chi tiết thấu kính thứ ba 630 có độ khúc xạ dương có bề mặt phía vật thể 631 lồi gần trục quang 690 và bề mặt phía hình ảnh 632 lồi gần trục quang 690, bề mặt phía vật thể 631 và bề mặt phía hình ảnh 632 là phi cầu, và chi tiết thấu kính thứ ba 630

được làm từ vật liệu nhựa dẻo.

Bộ lọc cắt IR 670 làm bằng thủy tinh được đặt giữa chi tiết thấu kính thứ ba 630 và mặt phẳng hình ảnh 680 và không ảnh hưởng đến độ dài tiêu cự của hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh.

Dữ liệu quang học chi tiết của phương án thứ sáu được thể hiện trong bảng 11, và dữ liệu bề mặt phi cầu được thể hiện trong bảng 12.

Bảng 11								
Phương án 6								
f(độ dài tiêu cự) =0,34 mm, Fno= 1,54, FOV = 144,1 độ								
bề mặt		Bán kính cong		Độ dày	Vật liệu	Chỉ số	Abbe #	Độ dài tiêu cự
0	vật thể	vô cực		0,000				
1	tấm phẳng	vô cực		1,465	thủy tinh	1,52	64,2	
2		vô cực		0,904				
3	Thấu kính 1	-4,777	(ASP)	0,258	nhựa dẻo	1,54	56	-0,780
4		0,479	(ASP)	0,620				
5	điểm dừng khẩu độ	vô cực		0,052				
6	Thấu kính 2	8,705	(ASP)	0,490	nhựa dẻo	1,54	56	2,725
7		-1,767	(ASP)	0,062				
8	Thấu kính 3	0,504	(ASP)	0,411	nhựa dẻo	1,54	56	0,677
9		-1,003	(ASP)	0,481				
10	Bộ lọc IR	vô cực		0,210	thủy tinh	1,52	54,5	
11		vô cực		vô cực				
12	Mặt phẳng hình ảnh	vô cực		0,000				

Bảng 12						
Hệ số phi cầu						
Bề mặt	3	4	6	7	8	9
K:	8,7750E+00	-1,0309E+00	-9,6544E+01	6,2676E+00	-7,4155E+00	-7,5721E+00
A:	5,1825E-01	1,3020E+00	-3,0430E+00	-6,0750E+00	2,3787E-01	1,3569E+00
B:	-4,0829E-01	-1,8485E+01	5,2169E+01	2,2468E+01	5,9802E-01	-9,1346E-01
C:	2,1105E-01	2,4922E+02	-8,2728E+02	-4,0137E+01	-3,2724E+00	-2,4076E+00
D:	-1,3298E-03	-1,3290E+03	1,6029E+03	-1,9584E+02	-3,5876E+00	-2,4424E+00

E:	-2,0375E-02	3,3857E+03	5,5624E+04	5,8140E+02	7,7841E+00	4,8086E+00
F	-1,3470E-02	-1,9412E+03	3,5813E+04	5,7035E+02	3,4626E+01	3,5942E+01
G	1,0457E-02	-4,0621E+03	-3,2585E+06	-4,3923E+03	-5,2590E+01	-5,0802E+01

Theo phương án sáu, phương trình của các biên dạng bề mặt phi cầu của các chi tiết thấu kính nêu trên giống với phương trình của phương án thứ nhất. Ngoài ra, định nghĩa của các thông số này được thể hiện trong bảng sau là giống với các thông số nêu trong phương án thứ nhất với các giá trị tương ứng đối với phương án thứ sáu, nên việc giải thích liên quan sẽ không được nêu lại.

Ngoài ra, các thông số này có thể được tính từ bảng 11 và bảng 12 như các giá trị sau và đáp ứng các điều kiện sau:

Phương án 6			
f[mm]	0.34	f2/R3	0.31
Fno	1.54	f2/R4	-1.54
FOV[độ]	144.1	f3/R5	1.34
OTL[mm]	4.95	f3/R6	-0.68
PTL[mm]	3.49	R1/R2	-9.98
$ f/(f1*f2*f3) $ [mm-2]	0.23	R3/R4	-4.92
f/f1	-0.43	R5/R6	-0.50
f/f2	0.12	OTL/f	14.68
f/f3	0.50	PTL/f	10.34
f/f23	0.58	$(f1+f2+f3)/(f1*f2*f3)$ [mm-2]	-1.82
f1/f23	-1.35	P/Y	5.70
f1/R1	0.16	OTL/Y	5.51
f1/R2	-1.63		

Tham chiếu đến Fig. 7A, 7B và Fig. 7C, Fig. 7A thể hiện hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh theo phương án thứ bảy của sáng chế, Fig. 7B là hình chiếu phóng to một phần của Fig. 7A, và Fig. 7C thể hiện, theo thứ tự từ trái sang phải, đường cong mặt phẳng hình ảnh và đường cong biên dạng của phương án thứ bảy của sáng chế. Hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh theo phương án thứ bảy của sáng chế bao gồm, theo thứ tự từ phía vật thể đến phía hình ảnh: tấm phẳng 760, chi tiết thấu kính thứ nhất 710, điểm dừng khẩu độ 700, chi tiết thấu kính thứ hai 720, chi

tiết thấu kính thứ ba 730, bộ lọc cắt IR 770, và mặt phẳng hình ảnh 780, trong đó hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh có tổng cộng ba chi tiết thấu kính có độ khúc xạ. Điểm dừng khẩu độ 700 được bố trí giữa chi tiết thấu kính thứ nhất 710 và chi tiết thấu kính thứ hai 720.

Tấm phẳng 760 làm bằng thủy tinh được đặt giữa vật thể O và chi tiết thấu kính thứ nhất 710 và không ảnh hưởng đến độ dài tiêu cự của hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh.

Chi tiết thấu kính thứ nhất 710 có độ khúc xạ âm có bề mặt phía vật thể 711 lõm gần trục quang 790 và bề mặt phía hình ảnh 712 lõm gần trục quang 790, bề mặt phía vật thể 711 và bề mặt phía hình ảnh 712 là phi cầu, và chi tiết thấu kính thứ nhất 710 được làm từ vật liệu nhựa dẻo.

Chi tiết thấu kính thứ hai 720 có độ khúc xạ dương có bề mặt phía vật thể 721 lồi gần trục quang 790 và bề mặt phía hình ảnh 722 lồi gần trục quang 790, bề mặt phía vật thể 721 và bề mặt phía hình ảnh 722 là phi cầu, và chi tiết thấu kính thứ hai 720 được làm từ vật liệu nhựa dẻo.

Chi tiết thấu kính thứ ba 730 có độ khúc xạ dương có bề mặt phía vật thể 731 lồi gần trục quang 790 và bề mặt phía hình ảnh 732 lõm gần trục quang 790, bề mặt phía vật thể 731 và bề mặt phía hình ảnh 732 là phi cầu, và chi tiết thấu kính thứ ba 730 được làm từ vật liệu nhựa dẻo.

Bộ lọc cắt IR 770 làm bằng thủy tinh được đặt giữa chi tiết thấu kính thứ ba 730 và mặt phẳng hình ảnh 780 và không ảnh hưởng đến độ dài tiêu cự của hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh.

Dữ liệu quang học chi tiết của phương án thứ bảy được thể hiện trong bảng 13, và dữ liệu bề mặt phi cầu được thể hiện trong bảng 14.

Bảng 13								
Phương án 7								
f(độ dài tiêu cự) =0,47 mm, Fno= 1,55, FOV = 124,9 độ								
bề mặt		Bán kính cong		Độ dày	Vật liệu	Chỉ số	Abbe #	Độ dài tiêu cự
0	vật thể	vô cực		0,000				
1	tấm phẳng	vô cực		1,465	thủy tinh	1,52	64,2	
2		vô cực		1,050				
3	Thấu kính 1	-0,646	(ASP)	0,399	nhựa dẻo	1,54	56	-1,132
4		19,566	(ASP)	0,382				
5	điểm dừng khẩu độ	vô cực		0,010				
6	Thấu kính 2	1,243	(ASP)	0,621	nhựa dẻo	1,54	56	1,300
7		-1,374	(ASP)	0,035				
8	Thấu kính 3	0,462	(ASP)	0,274	nhựa dẻo	1,54	56	0,993
9		2,414	(ASP)	0,564				
10	Bộ lọc IR	vô cực		0,145	thủy tinh	1,52	54,5	
11		vô cực		vô cực				
12	Mặt phẳng hình ảnh	vô cực		0,000				

Bảng 14						
Hệ số phi cầu						
bề mặt	3	4	6	7	8	9
K:	-1,0131E+01	9,3999E+01	-1,8956E+00	-2,0153E+01	-3,7845E-01	1,0879E+01
A:	8,2565E-01	1,1484E+01	5,9964E-02	8,5446E+00	-6,1522E+00	3,4686E+00
B:	-1,2733E+00	-1,9221E+02	-3,4103E+01	4,0273E+01	3,4635E+01	-3,1901E+01
C:	1,4818E+00	2,7726E+03	-7,8485E+01	-1,1434E+02	-3,0137E+02	1,1949E+02
D:	-1,0100E+00	-2,2083E+04	9,3597E+03	1,4073E+02	1,4052E+03	-2,6847E+02
E:	3,0120E-01	9,1086E+04	-1,0926E+05	-1,3810E+02	-3,5767E+03	3,2170E+02
F:	-6,1680E-02	-1,4695E+05	4,0793E+05	-2,3842E+02	3,4314E+03	-1,5645E+02
G:	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00

Trong phương án thứ bảy, phương trình của các biên dạng bề mặt phi cầu của các chi tiết thấu kính nêu trên giống với phương trình của phương án thứ nhất. Ngoài ra, định nghĩa của các thông số này được thể hiện trong bảng sau là giống với các thông số nêu trong phương án thứ nhất với các giá trị tương ứng đối với phương án thứ bảy,

nên việc giải thích liên quan sẽ không được nêu lại.

Ngoài ra, các thông số này có thể được tính từ bảng 13 và bảng 14 như các giá trị sau và đáp ứng các điều kiện sau:

Phương án 7			
f[mm]	0,47	f2/R3	1,05
Fno	1,55	f2/R4	-0,95
FOV[độ]	124,9	f3/R5	2,15
OTL[mm]	4,95	f3/R6	0,41
PTL[mm]	3,48	R1/R2	-0,03
$ f/(f1*f2*f3) $ [mm-2]	0,32	R3/R4	-0,91
f/f1	-0,42	R5/R6	0,19
f/f2	0,36	OTL/f	10,48
f/f3	0,48	PTL/f	7,38
f/f23	0,76	$(f1+f2+f3)/(f1*f2*f3)$ [mm-2]	-0,79
f1/f23	-1,81	P/Y	3,81
f1/R1	1,75	OTL/Y	5,71
f1/R2	-0,06		

Tham chiếu đến Fig. 8A, 8B và Fig. 8C, Fig. 8A thể hiện hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh theo phương án thứ tám của sáng chế, Fig. 8B là hình chiếu phóng to một phần của Fig. 8A, và Fig. 8C thể hiện, theo thứ tự từ trái sang phải, đường cong mặt phẳng hình ảnh và đường cong biến dạng của phương án thứ tám của sáng chế. Hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh theo phương án thứ tám của sáng chế bao gồm, theo thứ tự từ phía vật thể đến phía hình ảnh: tấm phẳng 860, chi tiết thấu kính thứ nhất 810, điểm dừng khẩu độ 800, chi tiết thấu kính thứ hai 820, chi tiết thấu kính thứ ba 830, bộ lọc cắt IR 870, và mặt phẳng hình ảnh 880, trong đó hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh có tổng cộng ba chi tiết thấu kính có độ khúc xạ. Điểm dừng khẩu độ 800 được bố trí giữa chi tiết thấu kính thứ nhất 810 và chi tiết thấu kính thứ hai 820.

Tấm phẳng 860 làm bằng thủy tinh được đặt giữa vật thể O và chi tiết thấu kính thứ nhất 810 và không ảnh hưởng đến độ dài tiêu cự của hệ thống thấu kính quang học

thu nhỏ ba mảnh.

Chi tiết thấu kính thứ nhất 810 có độ khúc xạ âm có bề mặt phía vật thể 811 lõm gần trục quang 890 và bề mặt phía hình ảnh 812 lõm gần trục quang 890, bề mặt phía vật thể 811 và bề mặt phía hình ảnh 812 là phi cầu, và chi tiết thấu kính thứ nhất 810 được làm từ vật liệu nhựa dẻo.

Chi tiết thấu kính thứ hai 820 có độ khúc xạ dương có bề mặt phía vật thể 821 lồi gần trục quang 890 và bề mặt phía hình ảnh 822 lồi gần trục quang 890, bề mặt phía vật thể 821 và bề mặt phía hình ảnh 822 là phi cầu, và chi tiết thấu kính thứ hai 820 được làm từ vật liệu nhựa dẻo.

Chi tiết thấu kính thứ ba 830 có độ khúc xạ dương có bề mặt phía vật thể 831 lõm gần trục quang 890 và bề mặt phía hình ảnh 832 lồi gần trục quang 890, bề mặt phía vật thể 831 và bề mặt phía hình ảnh 832 là phi cầu, và chi tiết thấu kính thứ ba 830 được làm từ vật liệu nhựa dẻo.

Bộ lọc cắt IR 870 làm bằng thủy tinh được đặt giữa chi tiết thấu kính thứ ba 830 và mặt phẳng hình ảnh 880 và không ảnh hưởng đến độ dài tiêu cự của hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh.

Dữ liệu quang học chi tiết của phương án thứ tám được thể hiện trong bảng 15, và dữ liệu bề mặt phi cầu được thể hiện trong bảng 16.

Bảng 15								
Phương án 8								
f(độ dài tiêu cự) =0,44 mm, Fno= 1,50, FOV = 132,3 độ								
bề mặt		Bán kính cong		Độ dày	Vật liệu	Chỉ số	Abbe #	Độ dài tiêu cự
0	vật thể	vô cực		0,000				
1	tấm phẳng	vô cực		1,479	thủy tinh	1,52	64,2	
2		vô cực		1,417				
3	Thấu kính 1	-0,632	(ASP)	0,312	nhựa dẻo	1,54	56	-0,851

4		2,101	(ASP)	0,245				
5	điểm dừng khẩu độ	vô cực		0,042				
6	Thấu kính 2	1,225	(ASP)	0,425	nhựa đẻo	1,54	56	0,771
7		-0,566	(ASP)	0,125				
8	Thấu kính 3	-10,208	(ASP)	0,383	nhựa đẻo	1,54	56	1,050
9		-0,552	(ASP)	0,524				
10	Bộ lọc IR	vô cực		0,210	thủy tinh	1,52	54,5	
11		vô cực		vô cực				
12	Mặt phẳng hình ảnh	vô cực		0,000				

Bảng 16						
Hệ số phi cầu						
bề mặt	3	4	6	7	8	9
K:	2,1456E+01	-9,9429E+01	-1,8573E+01	3,0003E-01	5,2564E+01	-5,7592E-01
A:	1,3518E+00	1,1184E+01	-6,5504E-01	2,0075E+00	5,7561E-01	2,8745E-01
B:	-2,8741E+00	-9,9210E+01	7,4499E+00	9,1538E+00	1,1120E+00	9,4536E+00
C:	4,3199E+00	1,0259E+03	8,1575E+00	-2,0725E+02	-3,4213E+00	-2,2519E+01
D:	-3,2447E+00	-6,1578E+03	3,6632E+01	6,6121E+02	-1,1599E+02	7,4517E+00
E:	8,7751E-01	2,3017E+04	-1,2165E+03	1,5422E+03	3,4881E+02	1,8979E+01
F:	1,4317E-01	6,7277E+04	2,1879E+03	-4,5804E+03	-1,5870E+02	-1,1563E+00
G:	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00

Trong phương án thứ tám, phương trình của các biên dạng bề mặt phi cầu của các chi tiết thấu kính nêu trên giống với phương trình của phương án thứ nhất. Ngoài ra, định nghĩa của các thông số này được thể hiện trong bảng sau là giống với các thông số nêu trong phương án thứ nhất với các giá trị tương ứng đối với phương án thứ tám, nên việc giải thích liên quan sẽ không được nêu lại.

Ngoài ra, các thông số này có thể được tính từ bảng 15 và bảng 16 như các giá trị sau và đáp ứng các điều kiện sau:

Phương án 8			
f[mm]	0,44	f2/R3	0,63
Fno	1,50	f2/R4	-1,36
FOV[độ]	132,3	f3/R5	-0,10
OTL[mm]	5,16	f3/R6	-1,90

PTL[mm]	3,68	R1/R2	-0,30
$ f/(f1*f2*f3) $ [mm-2]	0,64	R3/R4	-2,17
f/f1	-0,52	R5/R6	18,49
f/f2	0,57	OTL/f	11,71
f/f3	0,42	PTL/f	8,36
f/f23	0,73	$(f1+f2+f3)/(f1*f2*f3)$ [mm-2]	-1,41
f1/f23	-1,41	P/Y	4,69
f1/R1	1,35	OTL/Y	6,08
f1/R2	-0,41		

Tham chiếu đến Fig. 9A, 9B và Fig. 9C, Fig. 9A thể hiện hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh theo phương án thứ chín của sáng chế, Fig. 9B là hình chiếu phóng to một phần của Fig. 9A, và Fig. 9C thể hiện, theo thứ tự từ trái sang phải, đường cong mặt phẳng hình ảnh và đường cong biến dạng của phương án thứ chín của sáng chế. Hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh theo phương án thứ chín của sáng chế bao gồm, theo thứ tự từ phía vật thể đến phía hình ảnh: tấm phẳng 960, chi tiết thấu kính thứ nhất 910, điểm dừng khẩu độ 900, chi tiết thấu kính thứ hai 920, chi tiết thấu kính thứ ba 930, bộ lọc cắt IR 970, và mặt phẳng hình ảnh 980, trong đó hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh có tổng cộng ba chi tiết thấu kính có độ khúc xạ. Điểm dừng khẩu độ 900 được bố trí giữa chi tiết thấu kính thứ nhất 910 và chi tiết thấu kính thứ hai 920.

Tấm phẳng 960 làm bằng thủy tinh được đặt giữa vật thể O và chi tiết thấu kính thứ nhất 910 và không ảnh hưởng đến độ dài tiêu cự của hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh.

Chi tiết thấu kính thứ nhất 910 có độ khúc xạ âm có bề mặt phía vật thể 911 lõm gần trục quang 990 và bề mặt phía hình ảnh 912 lõm gần trục quang 990, bề mặt phía vật thể 911 và bề mặt phía hình ảnh 912 là phi cầu, và chi tiết thấu kính thứ nhất 910 được làm từ vật liệu nhựa dẻo.

Chi tiết thấu kính thứ hai 920 có độ khúc xạ dương có bề mặt phía vật thể 921 lồi

gần trục quang 990 và bề mặt phía hình ảnh 922 lõi gần trục quang 990, bề mặt phía vật thể 921 và bề mặt phía hình ảnh 922 là phi cầu, và chi tiết thấu kính thứ hai 920 được làm từ vật liệu nhựa dẻo.

Chi tiết thấu kính thứ ba 930 có độ khúc xạ dương có bề mặt phía vật thể 931 lõm gần trục quang 990 và bề mặt phía hình ảnh 932 lõi gần trục quang 990, bề mặt phía vật thể 931 và bề mặt phía hình ảnh 932 là phi cầu, và chi tiết thấu kính thứ ba 930 được làm từ vật liệu nhựa dẻo.

Bộ lọc cắt IR 970 làm bằng thủy tinh được đặt giữa chi tiết thấu kính thứ ba 930 và mặt phẳng hình ảnh 980 và không ảnh hưởng đến độ dài tiêu cự của hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh.

Dữ liệu quang học chi tiết phương án thứ chín được thể hiện trong bảng 17, và dữ liệu bề mặt phi cầu được thể hiện trong bảng 18.

Bảng 17								
Phương án 9								
f(độ dài tiêu cự) =0,46 mm, Fno= 1,51, FOV = 131,7 độ								
bề mặt		Bán kính cong		Độ dày	Vật liệu	Chỉ số	Abbe #	Độ dài tiêu cự
0	vật thể	vô cực		0,000				
1	tấm phẳng	vô cực		1,454	thủy tinh	1,52	64,2	
2		vô cực		1,447				
3	Thấu kính 1	-0,622	(ASP)	0,316	nhựa dẻo	1,54	56	-1,046
4		8,570	(ASP)	0,237				
5	điểm dừng khẩu độ	vô cực		0,033				
6	Thấu kính 2	1,075	(ASP)	0,495	nhựa dẻo	1,54	56	0,430
7		-0,253	(ASP)	0,056				
8	Thấu kính 3	-0,255	(ASP)	0,315	nhựa dẻo	1,54	56	11,985
9		-0,353	(ASP)	0,530				
10	Bộ lọc IR	vô cực		0,210	thủy tinh	1,52	54,5	
11		vô cực		vô cực				
12	Mặt phẳng	vô cực		0,000				

	hình ảnh						
--	----------	--	--	--	--	--	--

Bảng 18						
Hệ số phi cầu						
bề mặt	3	4	6	7	8	9
K:	2,0598E+01	-2,7024E+01	-2,4769E+01	-1,2897E+00	-4,3761E+00	-3,2130E+00
A:	1,4581E+00	1,7017E+01	3,0414E-01	6,8054E+00	1,8468E+00	-2,4111E+00
B:	-3,7909E+00	-2,5524E+01	1,3398E+01	3,7485E+01	1,7333E+01	9,9442E+00
C:	7,7446E+00	3,1343E+03	-1,7080E+02	-8,9799E+02	-1,9885E+02	-1,0084E+01
D:	-8,5792E+00	-1,1246E+04	-9,1901E+01	3,5279E+03	9,7016E+01	-7,3492E+00
E:	2,5714E+00	-1,0981E+05	2,0763E+04	5,3996E+02	2,2474E+03	8,4010E+01
F:	4,2954E+00	1,1915E+06	-1,6135E+05	-6,2853E+04	-1,7275E+03	-1,2637E+02
G:	-3,1744E+00	-2,6098E+06	3,8305E+05	1,1988E+05	-6,9527E+03	-1,0230E+02

Trong phương án thứ chín, phương trình của các biên dạng bề mặt phi cầu của các chi tiết thấu kính nêu trên giống với phương trình của phương án thứ nhất. Ngoài ra, định nghĩa của các thông số này được thể hiện trong bảng sau là giống với các thông số nêu trong phương án thứ nhất với các giá trị tương ứng đối với phương án thứ chín, nên việc giải thích liên quan sẽ không được nêu lại.

Ngoài ra, các thông số này có thể được tính từ bảng 17 và bảng 18 như các giá trị sau và đáp ứng các điều kiện sau:

Phương án 9			
f[mm]	0,46	f2/R3	0,40
Fno	1,51	f2/R4	-1,70
FOV[độ]	131,7	f3/R5	-46,95
OTL[mm]	5,09	f3/R6	-33,93
PTL[mm]	3,64	R1/R2	-0,07
$ f/(f1*f2*f3) $ [mm-2]	0,08	R3/R4	-4,25
f/f1	-0,44	R5/R6	0,72
f/f2	1,06	OTL/f	11,19
f/f3	0,04	PTL/f	8,00
f/f23	0,75	$(f1+f2+f3)/(f1*f2*f3)$ [mm-2]	-2,11
f1/f23	-1,72	P/Y	4,65
f1/R1	1,68	OTL/Y	5,77
f1/R2	-0,12		

Tham chiếu đến Fig. 10A, 10B và Fig. 10C, Fig. 10A thể hiện hệ thống thấu kính

quang học thu nhỏ ba mảnh theo phương án thứ mười của sáng chế, Fig. 10B là hình chiếu phóng to một phần của Fig. 10A, và Fig. 10C thể hiện, theo thứ tự từ trái sang phải, đường cong mặt phẳng hình ảnh và đường cong biến dạng của phương án thứ mười của sáng chế. Hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh theo phương án thứ mười của sáng chế bao gồm, theo thứ tự từ phía vật thể đến phía hình ảnh: tấm phẳng 1060, chi tiết thấu kính thứ nhất 1010, điểm dừng khẩu độ 1000, chi tiết thấu kính thứ hai 1020, chi tiết thấu kính thứ ba 1030, bộ lọc cắt IR 1070, và mặt phẳng hình ảnh 1080, trong đó hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh có tổng cộng ba chi tiết thấu kính có độ khúc xạ. Điểm dừng khẩu độ 1000 được bố trí giữa chi tiết thấu kính thứ nhất 1010 và chi tiết thấu kính thứ hai 1020.

Tấm phẳng 1060 làm bằng thủy tinh được đặt giữa vật thể O và chi tiết thấu kính thứ nhất 1010 và không ảnh hưởng đến độ dài tiêu cự của hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh.

Chi tiết thấu kính thứ nhất 1010 có độ khúc xạ âm có bề mặt phía vật thể 1011 lõm gần trục quang 1090 và bề mặt phía hình ảnh 1012 lõm gần trục quang 1090, bề mặt phía vật thể 1011 và bề mặt phía hình ảnh 1012 là phi cầu, và chi tiết thấu kính thứ nhất 1010 được làm từ vật liệu nhựa dẻo.

Chi tiết thấu kính thứ hai 1020 có độ khúc xạ dương có bề mặt phía vật thể 1021 lồi gần trục quang 1090 và bề mặt phía hình ảnh 1022 lồi gần trục quang 1090, bề mặt phía vật thể 1021 và bề mặt phía hình ảnh 1022 là phi cầu, và chi tiết thấu kính thứ hai 1020 được làm từ vật liệu nhựa dẻo.

Chi tiết thấu kính thứ ba 1030 có độ khúc xạ dương có bề mặt phía vật thể 1031 lồi gần trục quang 1090 và bề mặt phía hình ảnh 1032 lồi gần trục quang 1090, bề mặt phía vật thể 1031 và bề mặt phía hình ảnh 1032 là phi cầu, và chi tiết thấu kính thứ ba

1030 được làm từ vật liệu nhựa dẻo.

Bộ lọc cắt IR 1070 làm bằng thủy tinh được đặt giữa chi tiết thấu kính thứ ba 1030 và mặt phẳng hình ảnh 1080 và không ảnh hưởng đến độ dài tiêu cự của hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh.

Dữ liệu quang học chi tiết của phương án thứ mười được thể hiện trong bảng 19, và dữ liệu bề mặt phi cầu được thể hiện trong bảng 20.

Bảng 19								
Phương án 10								
f(độ dài tiêu cự) =0,34 mm, Fno= 1,60, FOV = 124,3 độ								
bề mặt		Bán kính cong		Độ dày	Vật liệu	Chỉ số	Abbe #	Độ dài tiêu cự
0	vật thể	vô cực		0,000				
1	tấm phẳng	vô cực		1,479	thủy tinh	1,52	64,2	
2		vô cực		1,417				
3	Thấu kính 1	-0,632	(ASP)	0,312	nhựa dẻo	1,54	56	-0,851
4		2,101	(ASP)	0,245				
5	điểm dừng khẩu độ	vô cực		0,042				
6	Thấu kính 2	1,225	(ASP)	0,425	nhựa dẻo	1,54	56	0,771
7		-0,566	(ASP)	0,125				
8	Thấu kính 3	-10,208	(ASP)	0,383	nhựa dẻo	1,54	56	1,050
9		-0,552	(ASP)	0,524				
10	Bộ lọc IR	vô cực		0,210	thủy tinh	1,52	54,5	
11		vô cực		vô cực				
12	Mặt phẳng hình ảnh	vô cực		0,000				

Bảng 20						
Hệ số phi cầu						
bề mặt	3	4	6	7	8	9
K:	-2,6065E+01	5,8549E-01	2,7878E+00	4,6178E+00	-3,0175E+01	-7,5712E-01
A:	7,4486E-01	8,1879E+00	-2,4360E-01	-2,8707E+00	-9,3887E-01	2,6110E-01
B:	-1,5134E+00	-3,5185E+01	1,0421E+01	9,1894E+01	-1,0260E+00	1,1059E+01
C:	3,1437E+00	1,7477E+03	-1,8408E+00	-1,2552E+03	3,3138E+01	-1,1815E+02
D:	-1,7502E+00	7,2185E+04	-2,0495E+03	1,0269E+04	-3,5042E+02	5,1799E+02

E:	5,7980E-01	-8,6904E+05	2,2580E+04	3,4097E+03	3,0236E+03	4,5624E+00
F	1,1620E+00	3,0905E+06	-9,9103E+04	-5,0903E+05	-6,6360E+03	-6,9057E+03
G	-1,3238E-01	1,3408E+07	3,0405E+03	2,3975E+06	-2,8664E+03	1,6537E+04

Trong phương án thứ mười, phương trình của các biên dạng bề mặt phi cầu của các chi tiết thấu kính nêu trên giống với phương trình của phương án thứ nhất. Ngoài ra, định nghĩa của các thông số này được thể hiện trong bảng sau là giống với các thông số nêu trong phương án thứ nhất với các giá trị tương ứng đối với phương án thứ mười, nên việc giải thích liên quan sẽ không được nêu lại.

Ngoài ra, các thông số này có thể được tính từ bảng 19 và bảng 20 như các giá trị sau và đáp ứng các điều kiện sau:

Phương án 10			
$f[\text{mm}]$	0,34	f_2/R_3	1,25
F_{no}	1,60	f_2/R_4	-0,70
FOV[độ]	124,3	f_3/R_5	0,63
OTL[mm]	4,91	f_3/R_6	-1,44
PTL[mm]	3,41	R_1/R_2	-2,01
$ f/(f_1*f_2*f_3) [\text{mm}^{-2}]$	1,13	R_3/R_4	-0,56
f/f_1	-0,72	R_5/R_6	-2,31
f/f_2	0,37	OTL/f	14,53
f/f_3	0,49	PTL/f	10,09
f/f_{23}	0,57	$(f_1+f_2+f_3)/(f_1*f_2*f_3)[\text{mm}^{-2}]$	-3,80
f_1/f_{23}	-0,79	P/Y	4,65
f_1/R_1	0,53	OTL/Y	9,42
f_1/R_2	-1,07		

Tham chiếu đến Fig. 11A, 11B và Fig. 11C, Fig. 11A thể hiện hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh theo phương án thứ mười một của sáng chế, Fig. 11B là hình chiếu phóng to một phần của Fig. 11A, và Fig. 11C thể hiện, theo thứ tự từ trái sang phải, đường cong mặt phẳng hình ảnh và đường cong biến dạng của phương án thứ mười một của sáng chế. Hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh theo phương án thứ mười một của sáng chế bao gồm, theo thứ tự từ phía vật thể đến phía hình ảnh: tấm phẳng 1160, chi tiết thấu kính thứ nhất 1110, điểm dừng khẩu độ 1100,

chi tiết thấu kính thứ hai 1120, chi tiết thấu kính thứ ba 1130, bộ lọc cắt IR 1170, và mặt phẳng hình ảnh 1180, trong đó hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh có tổng cộng ba chi tiết thấu kính có độ khúc xạ. Điểm dừng khẩu độ 1100 được bố trí giữa chi tiết thấu kính thứ nhất 1110 và chi tiết thấu kính thứ hai 1120.

Tấm phẳng 1160 làm bằng thủy tinh được đặt giữa vật thể O và chi tiết thấu kính thứ nhất 1110 và không ảnh hưởng đến độ dài tiêu cự của hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh.

Chi tiết thấu kính thứ nhất 1110 có độ khúc xạ âm có bề mặt phía vật thể 1111 lõm gần trục quang 1190 và bề mặt phía hình ảnh 1112 lồi gần trục quang 1190, bề mặt phía vật thể 1111 và bề mặt phía hình ảnh 1112 là phi cầu, và chi tiết thấu kính thứ nhất 1110 được làm từ vật liệu nhựa dẻo.

Chi tiết thấu kính thứ hai 1120 có độ khúc xạ dương có bề mặt phía vật thể 1121 lồi gần trục quang 1190 và bề mặt phía hình ảnh 1122 lõm gần trục quang 1190, bề mặt phía vật thể 1121 và bề mặt phía hình ảnh 1122 là phi cầu, và chi tiết thấu kính thứ hai 1120 được làm từ vật liệu nhựa dẻo.

Chi tiết thấu kính thứ ba 1130 có độ khúc xạ dương có bề mặt phía vật thể 1131 lồi gần trục quang 1190 và bề mặt phía hình ảnh 1132 lõm gần trục quang 1190, bề mặt phía vật thể 1131 và bề mặt phía hình ảnh 1132 là phi cầu, và chi tiết thấu kính thứ ba 1130 được làm từ vật liệu nhựa dẻo.

Bộ lọc cắt IR 1170 làm bằng thủy tinh được đặt giữa chi tiết thấu kính thứ ba 1130 và mặt phẳng hình ảnh 1180 và không ảnh hưởng đến độ dài tiêu cự của hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh.

Dữ liệu quang học chi tiết của phương án thứ mười một được thể hiện trong bảng 21, và dữ liệu bề mặt phi cầu được thể hiện trong bảng 22.

Bảng 21								
Phương án 11								
f(độ dài tiêu cự) =0,38 mm, Fno= 1,37, FOV = 109,1 độ								
bề mặt		Bán kính cong		Độ dày	Vật liệu	Chỉ số	Abbe #	Độ dài tiêu cự
0	vật thể	vô cực		0,000				
1	tấm phẳng	vô cực		1,500	thủy tinh	1,52	64,2	
2		vô cực		0,901				
3	Thấu kính 1	-0,378	(ASP)	0,457	nhựa dẻo	1,54	56	-1,558
4		-0,969	(ASP)	0,497				
5	điểm dừng khẩu độ	vô cực		0,010				
6	Thấu kính 2	1,348	(ASP)	0,421	nhựa dẻo	1,54	56	6,333
7		1,963	(ASP)	0,044				
8	Thấu kính 3	0,491	(ASP)	0,344	nhựa dẻo	1,54	56	0,654
9		-0,996	(ASP)	0,570				
10	Bộ lọc IR	vô cực		0,210	thủy tinh	1,52	54,5	
11		vô cực		vô cực				
12	Mặt phẳng hình ảnh	vô cực		0,000				

Bảng 22						
Hệ số phi cầu						
bề mặt	3	4	6	7	8	9
K:	-6,2214E+00	-6,2403E-01	-6,7035E+00	1,9920E+01	-1,1433E+01	-1,6950E+00
A:	5,5289E-01	6,1674E+00	2,5480E+00	-1,7030E+01	-8,5605E+00	-3,0978E+00
B:	-8,3998E-01	-2,5654E+01	-4,5061E+02	3,9829E+02	3,1214E+02	1,1603E+02
C:	8,1714E-01	2,1781E+01	-2,3718E+04	-7,6801E+03	-5,5433E+03	-1,3118E+03
D:	-4,8494E-01	4,3860E+02	-6,3239E+05	8,6648E+04	5,2235E+04	7,4996E+03
E:	1,7190E-01	-2,3259E+03	8,9361E+06	-5,7134E+05	-2,8331E+05	-2,4721E+04
F:	-3,3136E-02	4,8651E+03	-6,3837E+07	-2,0276E+06	8,0778E+05	4,4416E+04
G:	2,6973E-03	-3,7398E+03	1,8060E+08	-2,9951E+06	-9,1679E+05	-3,2991E+04

Trong phương án thứ mười một, phương trình của các biên dạng bề mặt phi cầu của các chi tiết thấu kính nêu trên giống với phương trình của phương án thứ nhất. Ngoài ra, định nghĩa của các thông số này được thể hiện trong bảng sau là giống với các thông số nêu trong phương án thứ nhất với các giá trị tương ứng đối với phương án

thứ mười một, nên việc giải thích liên quan sẽ không được nêu lại.

Ngoài ra, các thông số này có thể được tính từ bảng 21 và bảng 22 như các giá trị sau và đáp ứng các điều kiện sau:

Phương án 11			
f[mm]	0,43	f2/R3	4,70
Fno	1,50	f2/R4	3,23
FOV[độ]	126,6	f3/R5	1,33
OTL[mm]	4,95	f3/R6	-0,66
PTL[mm]	3,45	R1/R2	0,39
$ f/(f1*f2*f3) $ [mm-2]	0,07	R3/R4	0,69
f/f1	-0,28	R5/R6	-0,49
f/f2	0,07	OTL/f	11,47
f/f3	0,66	PTL/f	8,00
f/f23	0,64	$(f1+f2+f3)/(f1*f2*f3)$ [mm-2]	-0,84
f1/f23	-2,32	P/Y	3,53
f1/R1	4,12	OTL/Y	7,26
f1/R2	1,61		

Tham chiếu đến Fig. 12A, 12B và Fig. 12C, Fig. 12A thể hiện hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh theo phương án thứ mười hai của sáng chế, Fig. 12B là hình chiếu phóng to một phần của Fig. 12A, và Fig. 12C thể hiện, theo thứ tự từ trái sang phải, đường cong mặt phẳng hình ảnh và đường cong biến dạng của phương án thứ mười hai của sáng chế. Hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh theo phương án thứ mười hai của sáng chế bao gồm, theo thứ tự từ phía vật thể đến phía hình ảnh: tấm phẳng 1260, chi tiết thấu kính thứ nhất 1210, điểm dừng khẩu độ 1200, chi tiết thấu kính thứ hai 1220, chi tiết thấu kính thứ ba 1230, bộ lọc cắt IR 1270, và mặt phẳng hình ảnh 1280, trong đó hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh có tổng cộng ba chi tiết thấu kính có độ khúc xạ. Điểm dừng khẩu độ 1200 được bố trí giữa chi tiết thấu kính thứ nhất 1210 và chi tiết thấu kính thứ hai 1220.

Tấm phẳng 1260 làm bằng thủy tinh được đặt giữa vật thể O và chi tiết thấu kính thứ nhất 1210 và không ảnh hưởng đến độ dài tiêu cự của hệ thống thấu kính quang

học thu nhỏ ba mảnh.

Chi tiết thấu kính thứ nhất 1210 có độ khúc xạ âm có bề mặt phía vật thể 1211 lõm gần trục quang 1290 và bề mặt phía hình ảnh 1212 lồi gần trục quang 1290, bề mặt phía vật thể 1211 và bề mặt phía hình ảnh 1212 là phi cầu, và chi tiết thấu kính thứ nhất 1210 được làm từ vật liệu nhựa dẻo.

Chi tiết thấu kính thứ hai 1220 có độ khúc xạ dương có bề mặt phía vật thể 1221 lồi gần trục quang 1290 và bề mặt phía hình ảnh 1222 lồi gần trục quang 1290, bề mặt phía vật thể 1221 và bề mặt phía hình ảnh 1222 là phi cầu, và chi tiết thấu kính thứ hai 1220 được làm từ vật liệu nhựa dẻo.

Chi tiết thấu kính thứ ba 1230 có độ khúc xạ dương có bề mặt phía vật thể 1231 lồi gần trục quang 1290 và bề mặt phía hình ảnh 1232 lồi gần trục quang 1290, bề mặt phía vật thể 1231 và bề mặt phía hình ảnh 1232 là phi cầu, và chi tiết thấu kính thứ ba 1230 được làm từ vật liệu nhựa dẻo.

Bộ lọc cắt IR 1270 làm bằng thủy tinh được đặt giữa chi tiết thấu kính thứ ba 1230 và mặt phẳng hình ảnh 1280 và không ảnh hưởng đến độ dài tiêu cự của hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh.

Dữ liệu quang học chi tiết của phương án thứ mười một được thể hiện trong bảng 23, và dữ liệu bề mặt phi cầu được thể hiện trong bảng 24.

Bảng 23								
Phương án 12								
$f(\text{độ dài tiêu cự}) = 0,38 \text{ mm}$, $Fno = 1,37$, $FOV = 109,1 \text{ độ}$								
bề mặt		Bán kính cong		Độ dày	Vật liệu	Chỉ số	Abbe #	Độ dài tiêu cự
0	vật thể	vô cực		0,000				
1	tấm phẳng	vô cực		1,500	thủy tinh	1,52	64,2	
2		vô cực		1,547				
3	Thấu kính 1	-0,656	(ASP)	0,401	nhựa dẻo	1,54	56	-1,211

4		-69,712	(ASP)	0,378				
5	điểm dừng khẩu độ	vô cực		0,006				
6	Thấu kính 2	0,851	(ASP)	0,380	nhựa đẻo	1,54	56	0,709
7		-0,601	(ASP)	0,034				
8	Thấu kính 3	1,474	(ASP)	0,245	nhựa đẻo	1,64	22,5	1,178
9		-1,499	(ASP)	0,370				
10	Bộ lọc IR	vô cực		0,210	thủy tinh	1,52	54,5	
11		vô cực		vô cực				
12	Mặt phẳng hình ảnh	vô cực		0,000				

Bảng 24						
Hệ số phi cầu						
bề mặt	3	4	6	7	8	9
K:	-6,9736E+00	-3,9296E+02	-4,7396E+01	9,0679E-01	-2,9032E+01	-7,4791E+01
A:	2,0784E+00	6,7934E+00	4,6843E+00	-5,6507E-02	1,0874E+00	2,0901E+00
B:	-6,5561E+00	-3,5290E-01	-6,7783E+01	-3,9015E+01	-4,9116E+01	-2,9440E+01
C:	1,4843E+01	2,7348E+02	-4,1059E+02	3,2753E+02	1,3496E+02	1,5265E+01
D:	-1,8684E+01	-2,5856E+03	1,0551E+04	7,1057E+02	1,1134E+03	4,9651E+02
E:	8,7396E+00	-1,2814E+04	8,4599E+04	9,9465E+01	-3,6762E+02	4,0724E+03
F:	8,9833E+00	2,5022E+05	-1,9475E+06	-6,1082E+04	-7,6825E+04	-4,8500E+04
G:	-5,0812E+00	-1,5286E+05	6,3524E+06	1,8552E+05	2,8670E+05	1,1350E+05

Trong phương án thứ mười hai, phương trình của các biên dạng bề mặt phi cầu của các chi tiết thấu kính nêu trên giống với phương trình của phương án thứ nhất. Ngoài ra, định nghĩa của các thông số này được thể hiện trong bảng sau là giống với các thông số nêu trong phương án thứ nhất với các giá trị tương ứng đối với phương án thứ mười hai, nên việc giải thích liên quan sẽ không được nêu lại.

Ngoài ra, các thông số này có thể được tính từ bảng 23 và bảng 24 như các giá trị sau và đáp ứng các điều kiện sau:

Phương án 12			
f[mm]	0,38	f2/R3	0,83
Fno	1,37	f2/R4	-1,18
FOV[độ]	109,1	f3/R5	0,80
OTL[mm]	5,07	f3/R6	-0,79

PTL[mm]	3,57	R1/R2	0,01
$ f/(f1*f2*f3) $ [mm-2]	0,37	R3/R4	-1,42
f/f1	-0,31	R5/R6	-0,98
f/f2	0,53	OTL/f	13,43
f/f3	0,32	PTL/f	9,46
f/f23	0,75	$(f1+f2+f3)/(f1*f2*f3)$ [mm-2]	-0,67
f1/f23	-2,41	P/Y	5,82
f1/R1	1,85	OTL/Y	9,68
f1/R2	0,02		

Tham chiếu đến Fig. 13A, 13B và Fig. 13C, Fig. 13A thể hiện hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh theo phương án thứ mười ba của sáng chế, Fig. 13B là hình chiếu phóng to một phần của Fig. 13A, và Fig. 13C thể hiện, theo thứ tự từ trái sang phải, đường cong mặt phẳng hình ảnh và đường cong biến dạng của phương án thứ mười ba của sáng chế. Hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh theo phương án thứ mười ba của sáng chế bao gồm, theo thứ tự từ phía vật thể đến phía hình ảnh: tấm phẳng 1360, chi tiết thấu kính thứ nhất 1310, điểm dừng khẩu độ 1300, chi tiết thấu kính thứ hai 1320, chi tiết thấu kính thứ ba 1330, bộ lọc cắt IR 1370, và mặt phẳng hình ảnh 1380, trong đó hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh có tổng cộng ba chi tiết thấu kính có độ khúc xạ. Điểm dừng khẩu độ 1300 được bố trí giữa chi tiết thấu kính thứ nhất 1310 và chi tiết thấu kính thứ hai 1320.

Tấm phẳng 1360 làm bằng thủy tinh được đặt giữa vật thể O và chi tiết thấu kính thứ nhất 1310 và không ảnh hưởng đến độ dài tiêu cự của hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh.

Chi tiết thấu kính thứ nhất 1310 có độ khúc xạ âm có bề mặt phía vật thể 1311 lõm gần trục quang 1390 và bề mặt phía hình ảnh 1312 lõm gần trục quang 1390, bề mặt phía vật thể 1311 và bề mặt phía hình ảnh 1312 là phi cầu, và chi tiết thấu kính thứ nhất 1310 được làm từ vật liệu nhựa dẻo.

Chi tiết thấu kính thứ hai 1320 có độ khúc xạ dương có bề mặt phía vật thể 1321

lồi gần trục quang 1390 và bề mặt phía hình ảnh 1322 lồi gần trục quang 1390, bề mặt phía vật thể 1321 và bề mặt phía hình ảnh 1322 là phi cầu, và chi tiết thấu kính thứ hai 1320 được làm từ vật liệu nhựa dẻo.

Chi tiết thấu kính thứ ba 1330 có độ khúc xạ dương có bề mặt phía vật thể 1331 lõm gần trục quang 1390 và bề mặt phía hình ảnh 1332 lồi gần trục quang 1390, bề mặt phía vật thể 1331 và bề mặt phía hình ảnh 1332 là phi cầu, và chi tiết thấu kính thứ ba 1330 được làm từ vật liệu nhựa dẻo.

Bộ lọc cắt IR 1370 làm bằng thủy tinh được đặt giữa chi tiết thấu kính thứ ba 1330 và mặt phẳng hình ảnh 1380 và không ảnh hưởng đến độ dài tiêu cự của hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh.

Dữ liệu quang học chi tiết của phương án thứ mười ba được thể hiện trong bảng 25, và dữ liệu bề mặt phi cầu được thể hiện trong bảng 26.

Bảng 25								
Phương án 13								
f(độ dài tiêu cự) =0,41 mm, Fno= 1,47, FOV = 108,1 độ								
bề mặt		Bán kính cong		Độ dày	Vật liệu	Chỉ số	Abbe #	Độ dài tiêu cự
0	vật thể	vô cực		0,000				
1	tấm phẳng	vô cực		1,500	thủy tinh	1,52	64,2	
2		vô cực		1,331				
3	Thấu kính 1	-0,843	(ASP)	0,378	nhựa dẻo	1,54	56	-1,027
4		1,928	(ASP)	0,378				
5	điểm dừng khẩu độ	vô cực		0,009				
6	Thấu kính 2	0,972	(ASP)	0,296	nhựa dẻo	1,64	22,5	0,709
7		-0,756	(ASP)	0,030				
8	Thấu kính 3	-3,514	(ASP)	0,244	nhựa dẻo	1,64	22,5	1,113
9		-0,610	(ASP)	0,455				
10	Bộ lọc IR	vô cực		0,210	thủy tinh	1,52	54,5	
11		vô cực		vô cực				
12	Mặt phẳng	vô cực		0,000				

	hình ảnh						
--	----------	--	--	--	--	--	--

Bảng 26						
Hệ số phi cầu						
bề mặt	3	4	6	7	8	9
K:	-2,2362E+00	-3,3745E+02	-1,0571E+02	2,8497E-01	-2,1565E+01	-2,1919E+00
A:	2,9700E+00	5,4168E+00	7,4607E+00	1,5634E+00	2,3501E+00	2,3346E+00
B:	-1,1069E+01	9,0972E+00	-1,0751E+02	-7,1435E+01	-5,7065E+01	-2,7162E+01
C:	3,5276E+01	5,5538E+02	-9,4256E+02	5,5088E+02	3,4026E+02	1,1783E+02
D:	-5,0177E+01	-6,4540E+03	2,5280E+04	2,3453E+03	2,9163E+03	1,2740E+03
E:	2,8972E+01	-3,6209E+04	2,6569E+05	-3,4098E+03	2,3166E+03	1,0112E+04
F:	2,0766E+01	9,3658E+05	-7,3232E+06	-3,1066E+05	-3,4197E+05	-2,1800E+05
G:	-2,5109E+01	-3,5226E+06	3,5207E+07	9,5880E+05	1,0964E+06	6,7802E+05

Trong phương án thứ mười ba, phương trình của các biên dạng bề mặt phi cầu của các chi tiết thấu kính nêu trên giống với phương trình của phương án thứ nhất. Ngoài ra, định nghĩa của các thông số này được thể hiện trong bảng sau là giống với các thông số nêu trong phương án thứ nhất với các giá trị tương ứng đối với phương án thứ mười ba, nên việc giải thích liên quan sẽ không được nêu lại.

Ngoài ra, các thông số này có thể được tính từ bảng 25 và bảng 26 như các giá trị sau và đáp ứng các điều kiện sau:

Phương án 13			
f[mm]	0,41	f2/R3	0,73
Fno	1,47	f2/R4	-0,94
FOV[độ]	108,1	f3/R5	-0,32
OTL[mm]	4,83	f3/R6	-1,82
PTL[mm]	3,33	R1/R2	-0,44
$ f/(f1*f2*f3) $ [mm-2]	0,50	R3/R4	-1,29
f/f1	-0,39	R5/R6	5,76
f/f2	0,57	OTL/f	11,92
f/f3	0,36	PTL/f	8,22
f/f23	0,79	$(f1+f2+f3)/(f1*f2*f3)$ [mm-2]	-0,98
f1/f23	-2,00	P/Y	4,91
f1/R1	1,22	OTL/Y	9,30
f1/R2	-0,53		

Tham chiếu đến Fig. 14A, 14B và Fig. 14C, Fig. 14A thể hiện hệ thống thấu kính

quang học thu nhỏ ba mảnh theo phương án thứ mười bốn của sáng chế, Fig. 14B là hình chiếu phóng to một phần của Fig. 14A, và Fig. 14C thể hiện, theo thứ tự từ trái sang phải, đường cong mặt phẳng hình ảnh và đường cong biến dạng của phương án thứ mười bốn của sáng chế. Hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh theo phương án thứ mười bốn của sáng chế bao gồm, theo thứ tự từ phía vật thể đến phía hình ảnh: tấm phẳng 1460, chi tiết thấu kính thứ nhất 1410, điểm dừng khẩu độ 1400, chi tiết thấu kính thứ hai 1420, chi tiết thấu kính thứ ba 1430, bộ lọc cắt IR 1470, và mặt phẳng hình ảnh 1480, trong đó hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh có tổng cộng ba chi tiết thấu kính có độ khúc xạ. Điểm dừng khẩu độ 1400 được bố trí giữa chi tiết thấu kính thứ nhất 1410 và chi tiết thấu kính thứ hai 1420.

Tấm phẳng 1460 làm bằng thủy tinh được đặt giữa vật thể O và chi tiết thấu kính thứ nhất 1410 và không ảnh hưởng đến độ dài tiêu cự của hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh.

Chi tiết thấu kính thứ nhất 1410 có độ khúc xạ âm có bề mặt phía vật thể 1411 lồi gần trục quang 1490 và bề mặt phía hình ảnh 1412 lõm gần trục quang 1490, bề mặt phía vật thể 1411 và bề mặt phía hình ảnh 1412 là phi cầu, và chi tiết thấu kính thứ nhất 1410 được làm từ vật liệu nhựa dẻo.

Chi tiết thấu kính thứ hai 1420 có độ khúc xạ dương có bề mặt phía vật thể 1421 lồi gần trục quang 1490 và bề mặt phía hình ảnh 1422 lõm gần trục quang 1490, bề mặt phía vật thể 1421 và bề mặt phía hình ảnh 1422 là phi cầu, và chi tiết thấu kính thứ hai 1420 được làm từ vật liệu nhựa dẻo.

Chi tiết thấu kính thứ ba 1430 có độ khúc xạ dương có bề mặt phía vật thể 1431 lồi gần trục quang 1490 và bề mặt phía hình ảnh 1432 lõm gần trục quang 1490, bề mặt phía vật thể 1431 và bề mặt phía hình ảnh 1432 là phi cầu, và chi tiết thấu kính thứ ba

1430 được làm từ vật liệu nhựa dẻo.

Bộ lọc cắt IR 1470 làm bằng thủy tinh được đặt giữa chi tiết thấu kính thứ ba 1430 và mặt phẳng hình ảnh 1480 và không ảnh hưởng đến độ dài tiêu cự của hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh.

Dữ liệu quang học chi tiết của phương án thứ mười bốn được thể hiện trong bảng 27, và dữ liệu bề mặt phi cầu được thể hiện trong bảng 28.

Bảng 27								
Phương án 14								
f(độ dài tiêu cự) =0,39 mm, Fno= 1,50, FOV = 143,4 độ								
bề mặt		Bán kính cong		Độ dày	Vật liệu	Chỉ số	Abbe #	Độ dài tiêu cự
0	vật thể	vô cực		0,000				
1	tấm phẳng	vô cực		1,465	thủy tinh	1,52	64,2	
2		vô cực		0,907				
3	Thấu kính 1	100,806	(ASP)	0,318	nhựa dẻo	1,54	56	-0,804
4		0,438	(ASP)	0,579				
5	điểm dừng khẩu độ	vô cực		0,023				
6	Thấu kính 2	1,654	(ASP)	0,576	nhựa dẻo	1,54	56	1,960
7		-2,686	(ASP)	0,051				
8	Thấu kính 3	0,583	(ASP)	0,283	nhựa dẻo	1,64	22,5	0,719
9		-1,966	(ASP)	0,546				
10	Bộ lọc IR	vô cực		0,210	thủy tinh	1,52	54,5	
11		vô cực		vô cực				
12	Mặt phẳng hình ảnh	vô cực		0,000				

Bảng 28						
Hệ số phi cầu						
bề mặt	3	4	6	7	8	9
K:	-7,9025E+01	-9,7792E-01	3,8493E+00	2,2959E+01	-3,8031E+00	-5,3410E+01
A:	3,3919E-01	4,6434E-01	-8,9808E-01	-5,6153E+00	-9,7728E-01	2,3129E+00
B:	-2,8327E-01	7,8700E+00	-1,5985E+01	1,3648E+01	3,0802E+00	-6,5931E+00
C:	1,9890E-01	4,5563E+01	4,9613E+01	-1,3640E+01	-4,5797E+00	-1,5064E+00
D:	-2,2727E-02	-6,8060E+02	1,0346E+03	-5,9763E+01	-4,0423E+01	1,0277E+01

E:	-3,2964E-02	4,3919E+03	-1,6354E+02	9,6214E+01	-7,1267E+01	6,6424E+00
F	1,7054E-02	2,6783E+03	-6,3971E+04	4,2482E+02	8,3388E+01	3,5107E+00
G	-3,8132E-03	-2,9701E+04	9,4078E+03	-2,7147E+03	8,3674E+02	4,0253E+00

Trong phương án thứ mười bốn, phương trình của các biên dạng bề mặt phi cầu của các chi tiết thấu kính nêu trên giống với phương trình của phương án thứ nhất. Ngoài ra, định nghĩa của các thông số này được thể hiện trong bảng sau là giống với các thông số nêu trong phương án thứ nhất với các giá trị tương ứng đối với phương án thứ mười bốn, nên việc giải thích liên quan sẽ không được nêu lại.

Ngoài ra, các thông số này có thể được tính từ bảng 27 và bảng 28 như các giá trị sau và đáp ứng các điều kiện sau:

Phương án 14			
f[mm]	0,39	f2/R3	1,18
Fno	1,50	f2/R4	-0,73
FOV[độ]	143,4	f3/R5	1,23
OTL[mm]	4,96	f3/R6	-0,37
PTL[mm]	3,49	R1/R2	230,11
$ f/(f1*f2*f3) $ [mm-2]	0,35	R3/R4	-0,62
f/f1	-0,49	R5/R6	-0,30
f/f2	0,20	OTL/f	12,64
f/f3	0,55	PTL/f	8,91
f/f23	0,65	$(f1+f2+f3)/(f1*f2*f3)$ [mm-2]	-1,66
f1/f23	-1,34	P/Y	4,95
f1/R1	-0,01	OTL/Y	5,08
f1/R2	-1,83		

Trong hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh, các chi tiết thấu kính có thể được làm bằng nhựa dẻo hoặc thủy tinh. Nếu các chi tiết thấu kính được làm bằng nhựa dẻo, chi phí sẽ được giảm hiệu quả. Nếu các chi tiết thấu kính được làm bằng thủy tinh, sẽ có nhiều tự do hơn trong việc phân chia độ khúc xạ của hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh. Chiết tiết thấu kính nhựa dẻo có thể có các bề mặt phi cầu mà cho phép nhiều phép tự do về thông số thiết kế (so với các bề mặt cầu), để giảm quang sai và số lượng chi tiết thấu kính, cũng như tổng chiều dài quang đường

của hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh.

Trong hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh theo sáng chế, nếu bề mặt phía vật thể hoặc bề mặt phía hình ảnh của các chi tiết thấu kính có độ khúc xạ lồi và vị trí của bề mặt lồi không được xác định, thì bề mặt phía vật thể hoặc bề mặt phía hình ảnh của các chi tiết thấu kính gần trục quang là lồi. Nếu bề mặt phía vật thể hoặc bề mặt phía hình ảnh của các chi tiết thấu kính lõm và vị trí của bề mặt lõm không xác định, thì bề mặt phía vật thể hoặc bề mặt phía hình ảnh của các chi tiết thấu kính gần trục quang là lõm.

Mặc dù các phương án khác nhau được thể hiện và được mô tả theo sáng chế, nhưng với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực này sẽ thấy rõ rằng các phương án khác có thể được thực hiện mà không lệch khỏi phạm vi của sáng chế.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh, theo thứ tự từ phía vật thể đến phía hình ảnh, bao gồm:

tấm phẳng làm bằng thủy tinh;

chi tiết thấu kính thứ nhất có độ khúc xạ âm, ít nhất một trong bề mặt phía vật thể và bề mặt phía hình ảnh của chi tiết thấu kính thứ nhất là phi cầu;

điểm dừng khẩu độ;

chi tiết thấu kính thứ hai có độ khúc xạ dương, có bề mặt phía vật thể lõm gần trục quang, ít nhất một trong bề mặt phía vật thể và bề mặt phía hình ảnh của chi tiết thấu kính thứ hai là phi cầu; và

chi tiết thấu kính thứ ba có độ khúc xạ, ít nhất một trong bề mặt phía vật thể và bề mặt phía hình ảnh của chi tiết thấu kính thứ ba là phi cầu;

trong đó hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh có tổng cộng ba chi tiết thấu kính có độ khúc xạ, khoảng cách từ vật thể trên bề mặt phía vật thể của tấm phẳng đến mặt phẳng hình ảnh dọc theo trục quang là OTL, khoảng cách từ bề mặt phía hình ảnh của tấm phẳng đến mặt phẳng hình ảnh dọc theo trục quang là PTL, chiều cao hình ảnh của mặt phẳng hình ảnh là Y, chiều cao vật thể của ánh sáng chính của chiều cao hình ảnh của mặt phẳng hình ảnh mà tương ứng với bề mặt phía hình ảnh của tấm phẳng là P, độ dài tiêu cự của hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh là f, độ dài tiêu cự của chi tiết thấu kính thứ nhất là f_1 , bán kính cong của bề mặt phía vật thể của chi tiết thấu kính thứ nhất là R1, bán kính cong của bề mặt phía hình ảnh của chi tiết thấu kính thứ nhất là R2, và chúng thỏa mãn các điều kiện: $2,5 \text{ mm} < \text{PTL} < 4,5 \text{ mm}$; $2,2 < \text{P/Y} < 7,0$; $4 < \text{OTL/Y} < 12$; $7,71 < \text{OTL/f} \leq 12,64$; $1,07 \leq f_1/\text{R1} < 4,95$

và $-0,65 \leq R1/R2 < 276,13$.

2. Hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh theo điểm 1, trong đó độ dài tiêu cự của hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh là f , độ dài tiêu cự của chi tiết thấu kính thứ nhất là $f1$, và chúng thỏa mãn điều kiện: $-0,86 < f/f1 < -0,22$.

3. Hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh theo điểm 1, trong đó độ dài tiêu cự của hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh là f , độ dài tiêu cự của chi tiết thấu kính thứ hai là $f2$, và chúng thỏa mãn điều kiện: $0,05 < f/f2 < 1,27$.

4. Hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh theo điểm 1, trong đó độ dài tiêu cự của hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh là f , độ dài tiêu cự của chi tiết thấu kính thứ ba là $f3$, và chúng thỏa mãn điều kiện: $-0,17 < f/f3 < 0,82$.

5. Hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh theo điểm 1, trong đó độ dài tiêu cự của hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh là f , độ dài tiêu cự của chi tiết thấu kính thứ hai và chi tiết thấu kính thứ ba được tổ hợp là $f23$, và chúng thỏa mãn điều kiện: $0,45 < f/f23 < 1,04$.

6. Hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh theo điểm 1, trong đó độ dài tiêu cự của chi tiết thấu kính thứ nhất là $f1$, độ dài tiêu cự của chi tiết thấu kính thứ hai và chi tiết thấu kính thứ ba được tổ hợp là $f23$, và chúng thỏa mãn điều kiện: $-3,07 < f1/f23 < -0,63$.

7. Hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh theo điểm 1, trong đó độ dài tiêu cự của chi tiết thấu kính thứ nhất là $f1$, bán kính cong của bề mặt phía hình ảnh của chi tiết thấu kính thứ nhất là $R2$, và chúng thỏa mãn điều kiện: $-2,41 < f1/R2 < 1,93$.

8. Hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh theo điểm 1, trong đó độ dài tiêu cự của chi tiết thấu kính thứ hai là $f2$, bán kính cong của bề mặt phía vật thể của chi tiết thấu kính thứ hai là $R3$, và chúng thỏa mãn điều kiện: $0,25 < f2/R3 < 5,64$.

9. Hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh theo điểm 1, trong đó độ dài tiêu cự của chi tiết thấu kính thứ hai là f_2 , bán kính cong của bề mặt phía hình ảnh của chi tiết thấu kính thứ hai là R_4 , và chúng thỏa mãn điều kiện: $-2,04 < f_2/R_4 < 3,87$.

10. Hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh theo điểm 1, trong đó độ dài tiêu cự của chi tiết thấu kính thứ ba là f_3 , bán kính cong của bề mặt phía vật thể của chi tiết thấu kính thứ ba là R_5 , và chúng thỏa mãn điều kiện: $-56,34 < f_3/R_5 < 2,58$.

11. Hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh theo điểm 1, trong đó độ dài tiêu cự của chi tiết thấu kính thứ ba là f_3 , bán kính cong của bề mặt phía hình ảnh của chi tiết thấu kính thứ ba là R_6 , và chúng thỏa mãn điều kiện: $-40,72 < f_3/R_6 < 0,49$.

12. Hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh theo điểm 1, trong đó bán kính cong của bề mặt phía vật thể của chi tiết thấu kính thứ hai là R_3 , bán kính cong của bề mặt phía hình ảnh của chi tiết thấu kính thứ hai là R_4 , và chúng thỏa mãn điều kiện: $-5,91 < R_3/R_4 < 0,82$.

13. Hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh theo điểm 1, trong đó bán kính cong của bề mặt phía vật thể của chi tiết thấu kính thứ ba là R_5 , bán kính cong của bề mặt phía hình ảnh của chi tiết thấu kính thứ ba là R_6 , và chúng thỏa mãn điều kiện: $-2,86 < R_5/R_6 < 22,19$.

14. Hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh theo điểm 1, trong đó độ dài tiêu cự của chi tiết thấu kính thứ nhất là f_1 , độ dài tiêu cự của chi tiết thấu kính thứ hai là f_2 , độ dài tiêu cự của chi tiết thấu kính thứ ba là f_3 , và chúng thỏa mãn điều kiện: $-4,56\text{mm}^{-2} < (f_1+f_2+f_3)/(f_1*f_2*f_3) < -0,53\text{mm}^{-2}$.

15. Hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh theo điểm 1, trong đó bề mặt phía vật thể của chi tiết thấu kính thứ nhất lõm gần trục quang.

16. Hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh theo điểm 1, trong đó bề mặt phía

hình ảnh của chi tiết thấu kính thứ hai lùi gần trục quang.

17. Hệ thống thấu kính quang học thu nhỏ ba mảnh theo điểm 1, trong đó bề mặt phía hình ảnh của chi tiết thấu kính thứ ba là lùi gần trục quang.

1/42

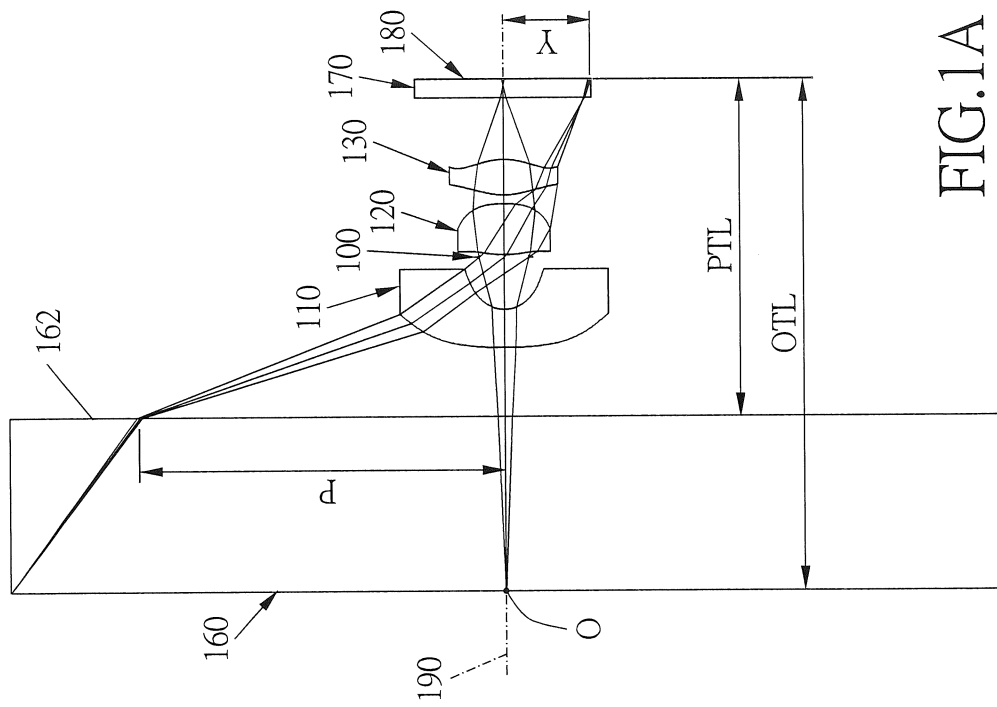


FIG. 1A

2/42

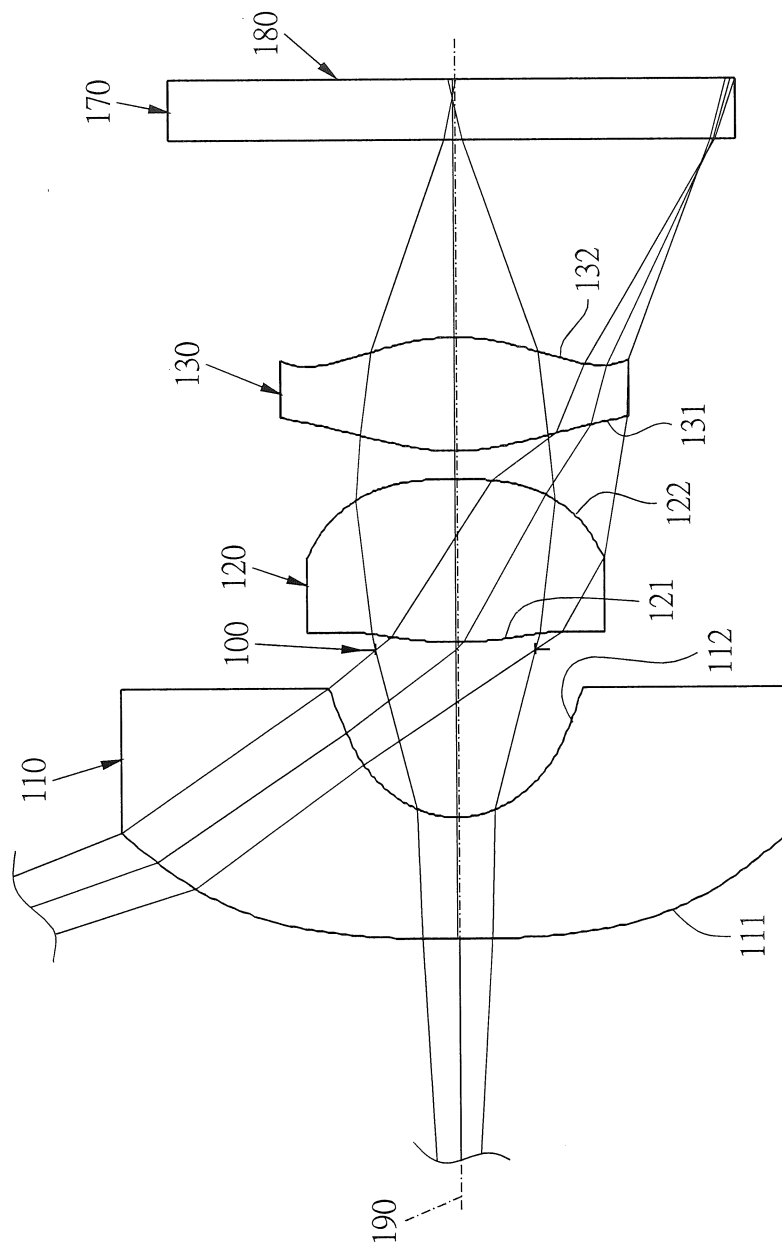


FIG.1B

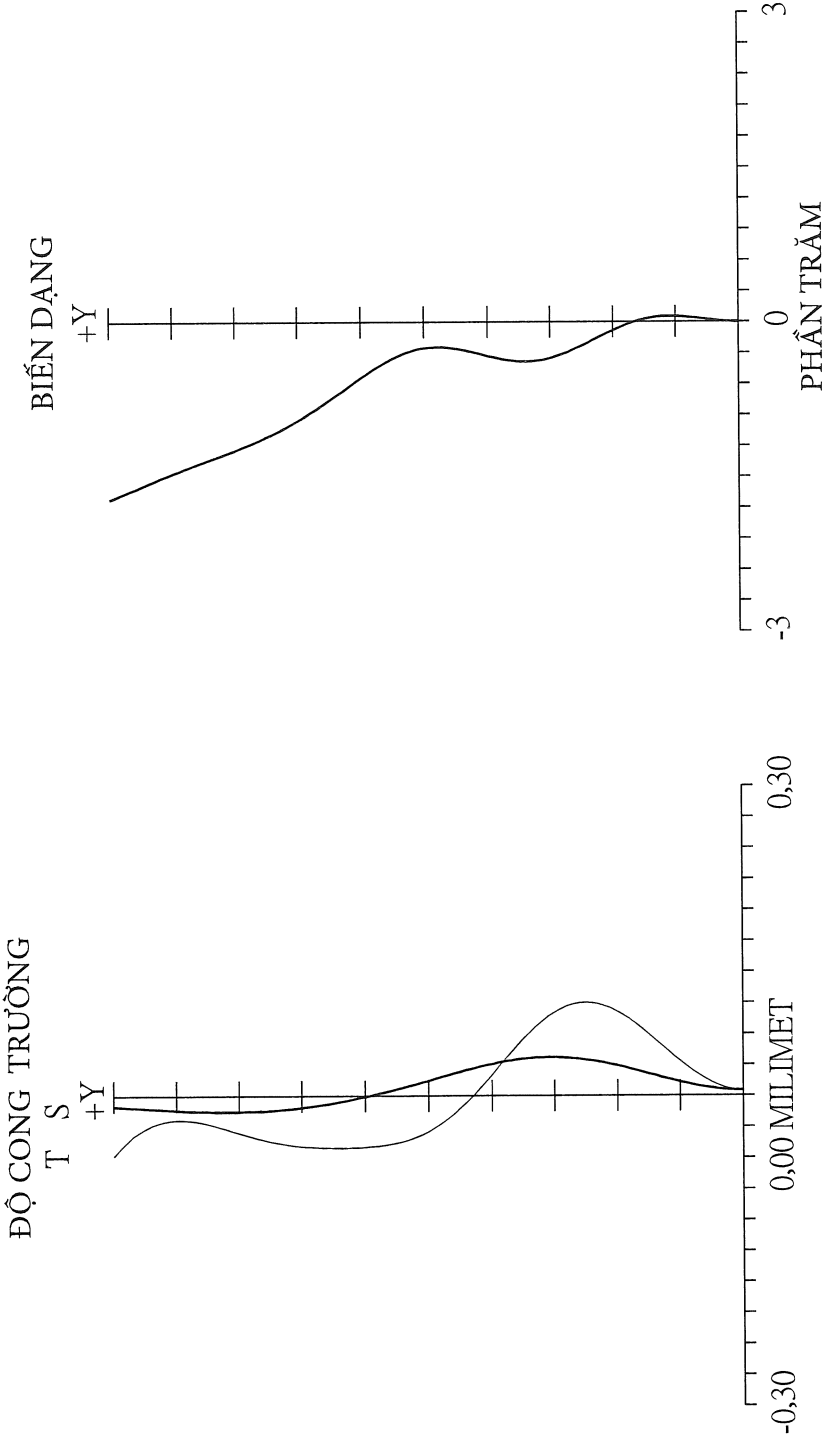


FIG.1C

4/42

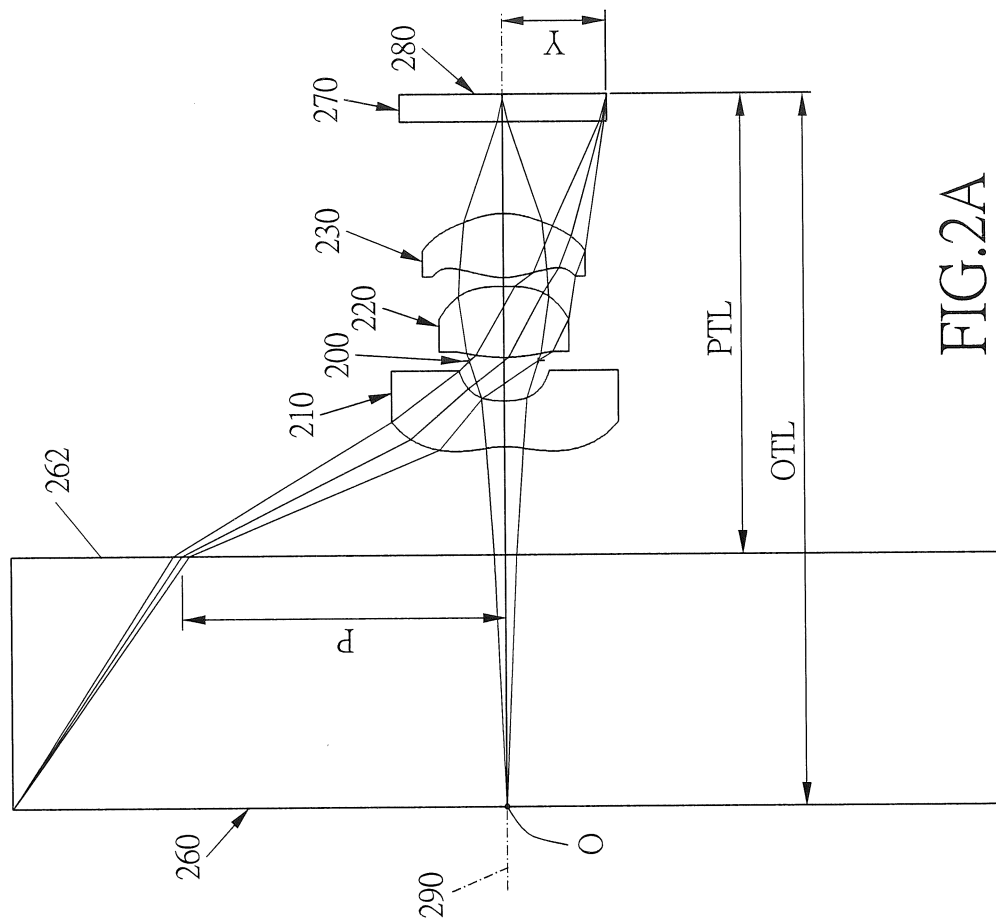


FIG. 2A

5/42

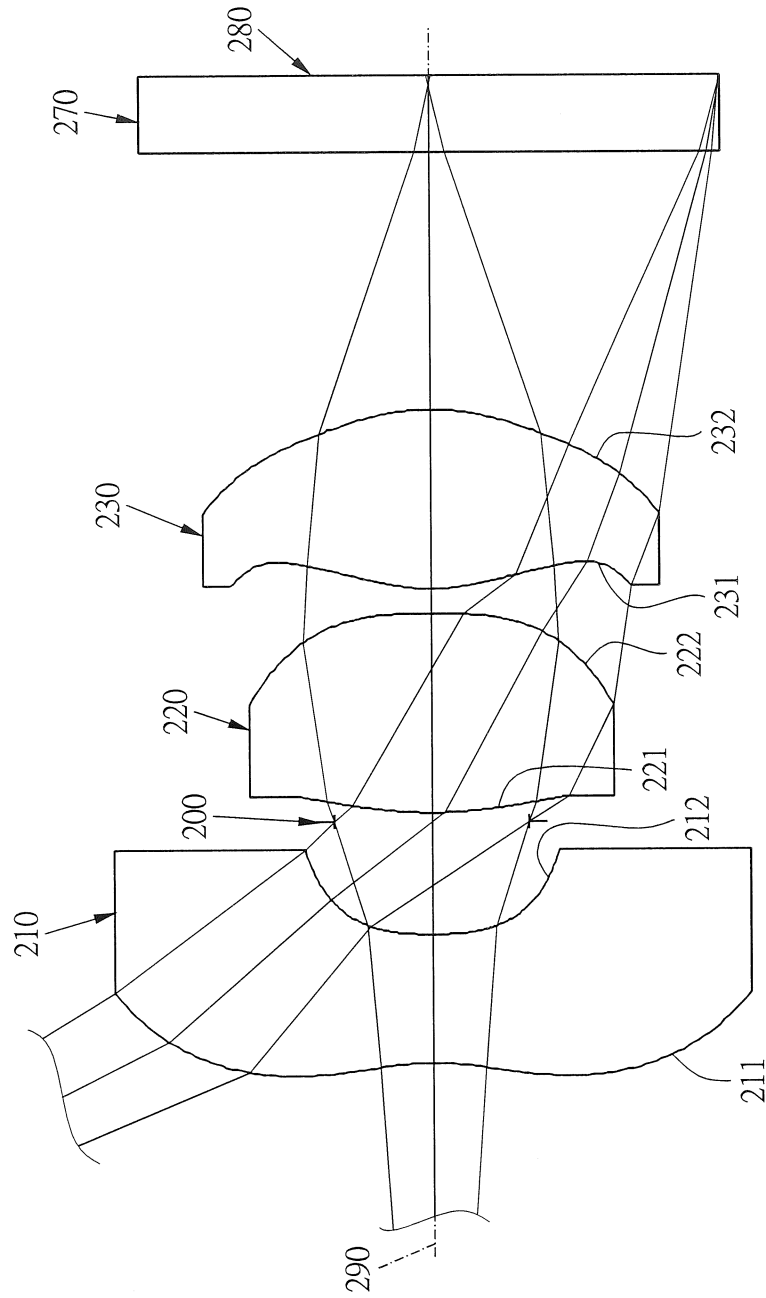


FIG. 2B

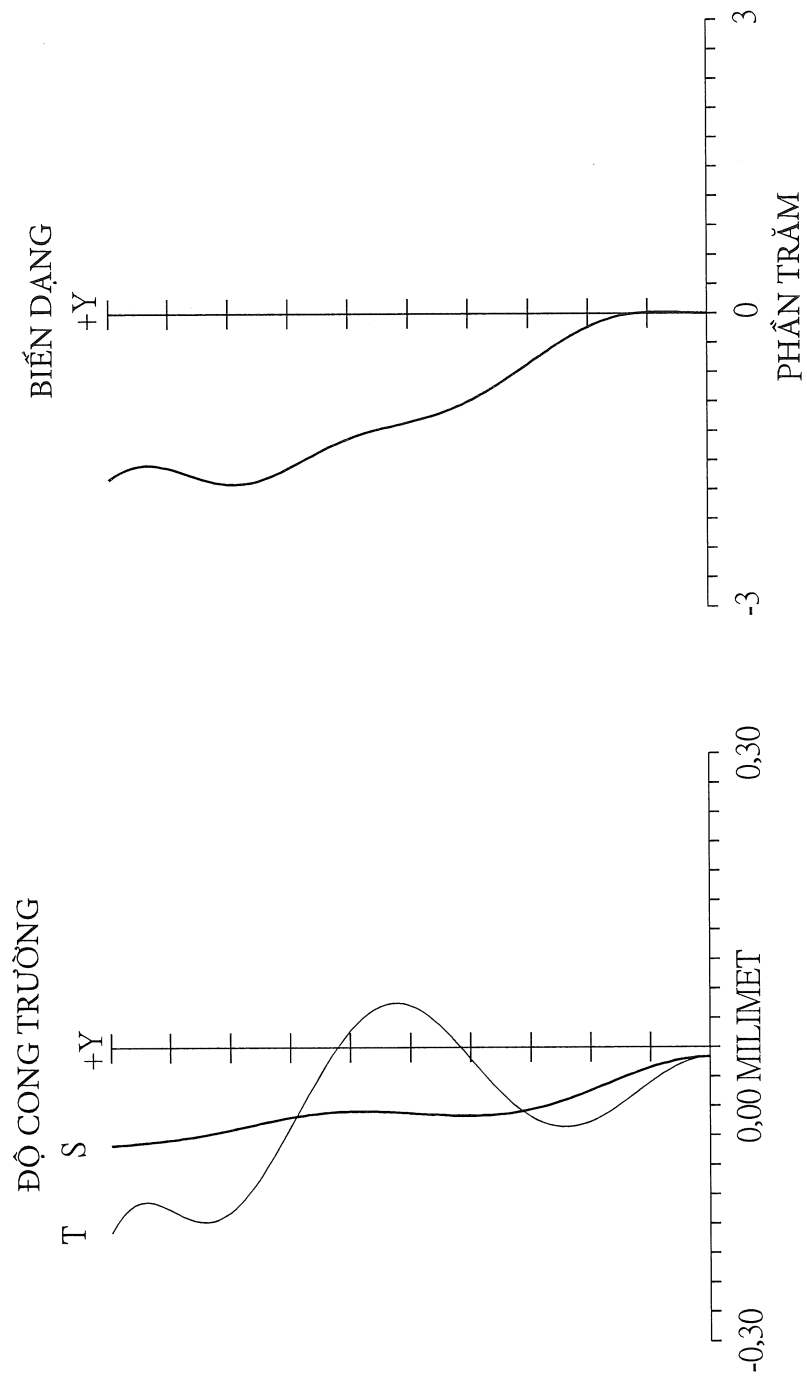
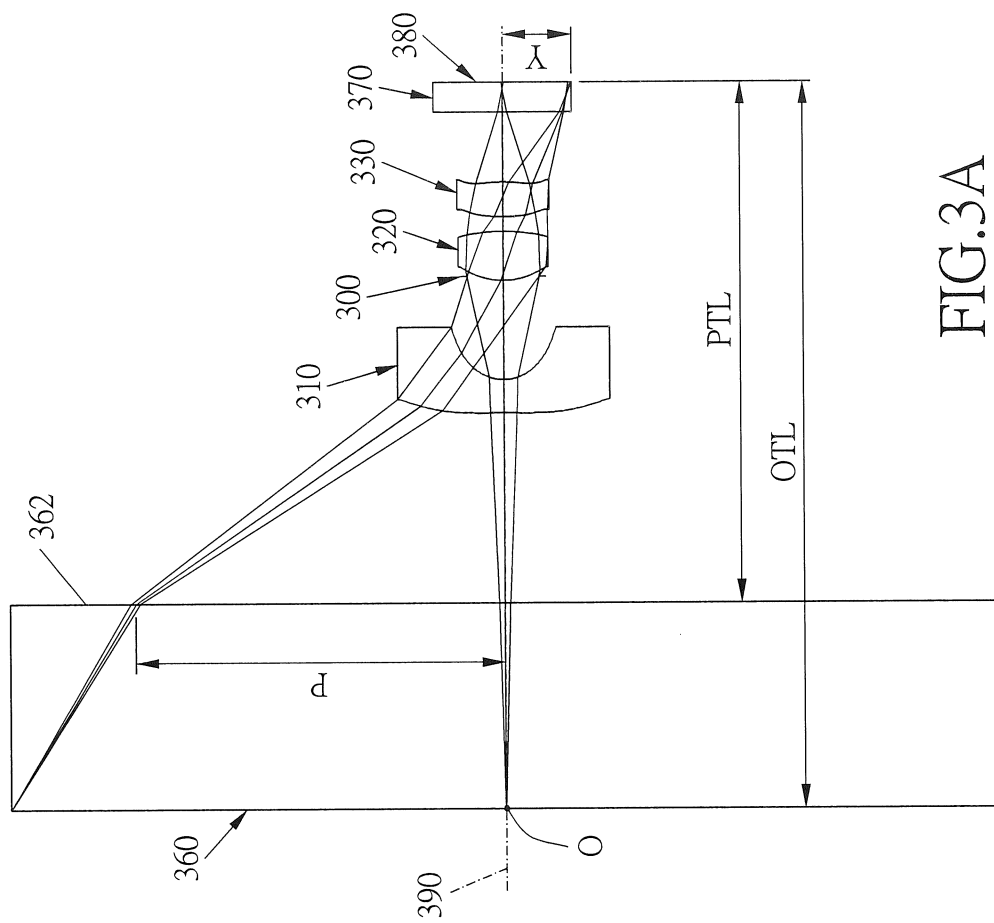


FIG.2C

7/42



8/42

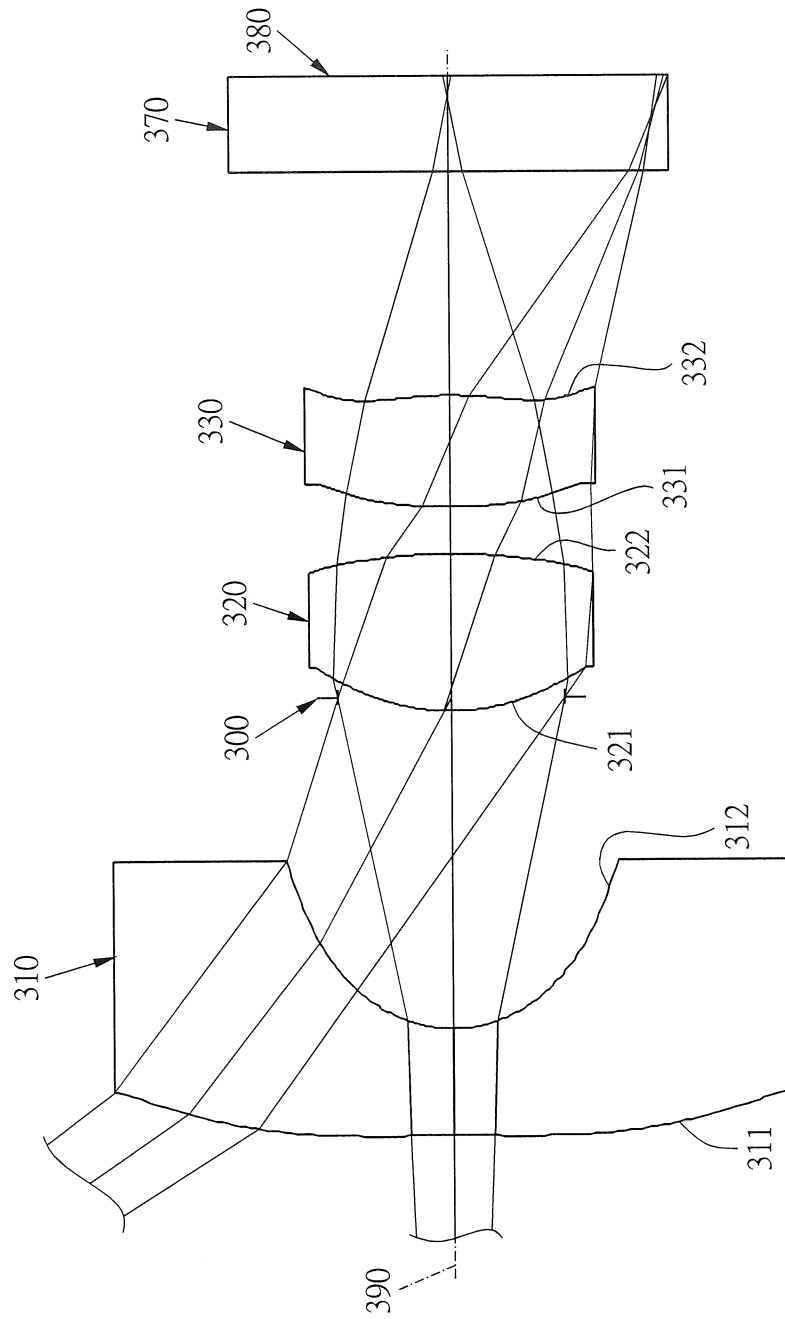


FIG. 3B

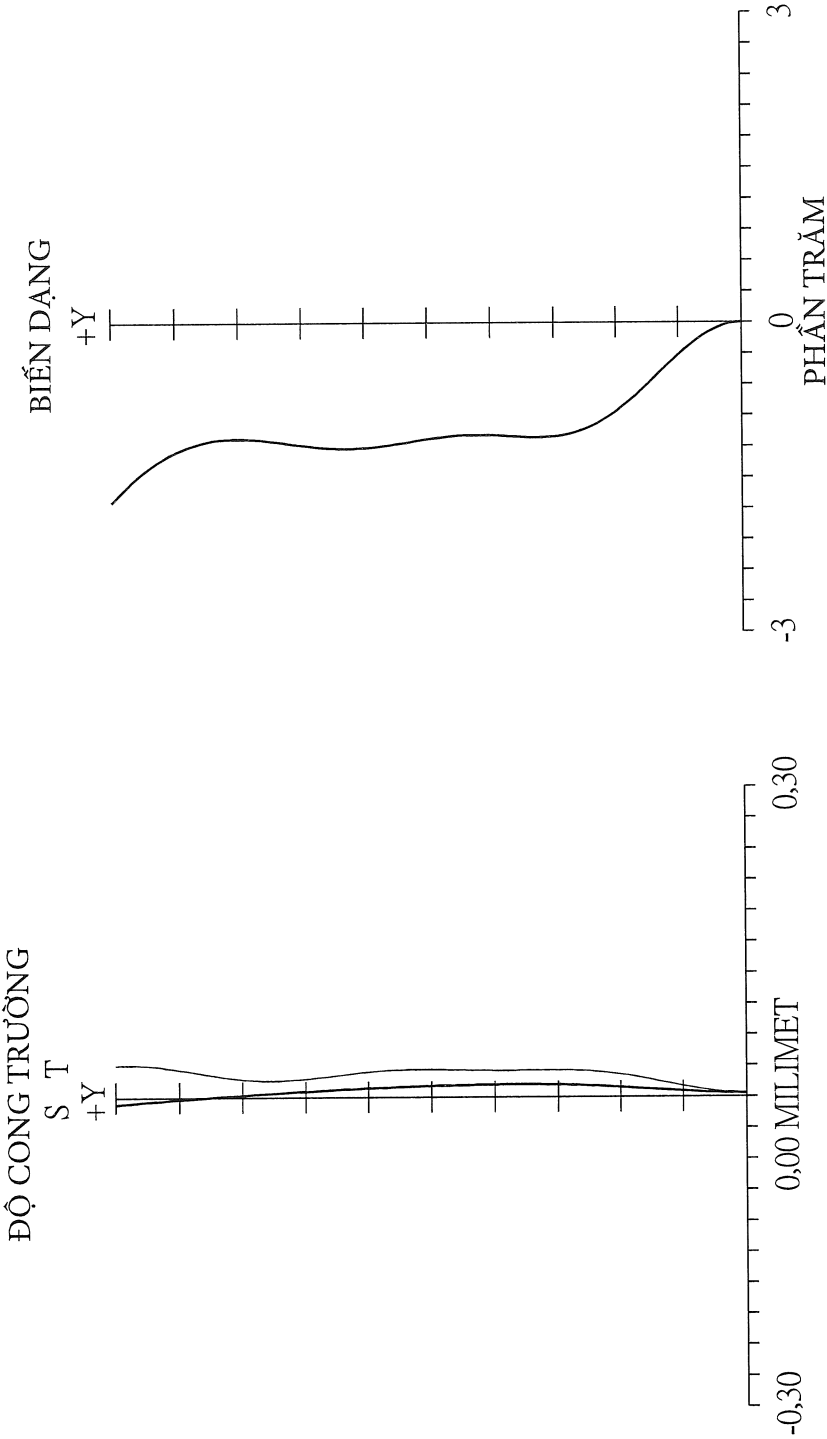


FIG.3C

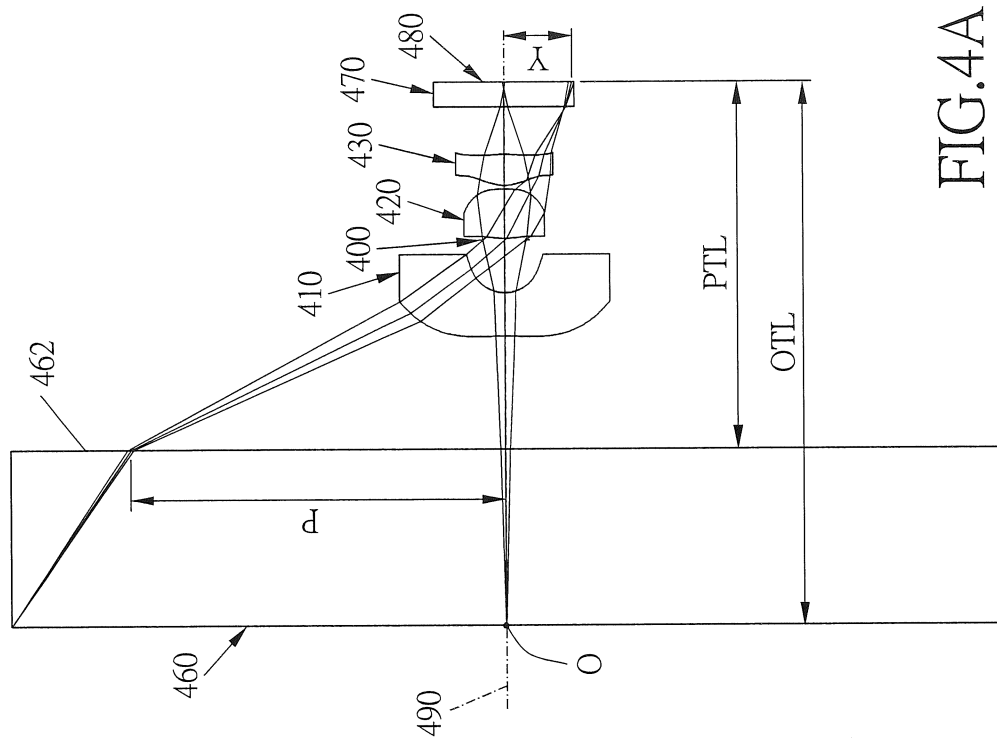


FIG. 4A

11/42

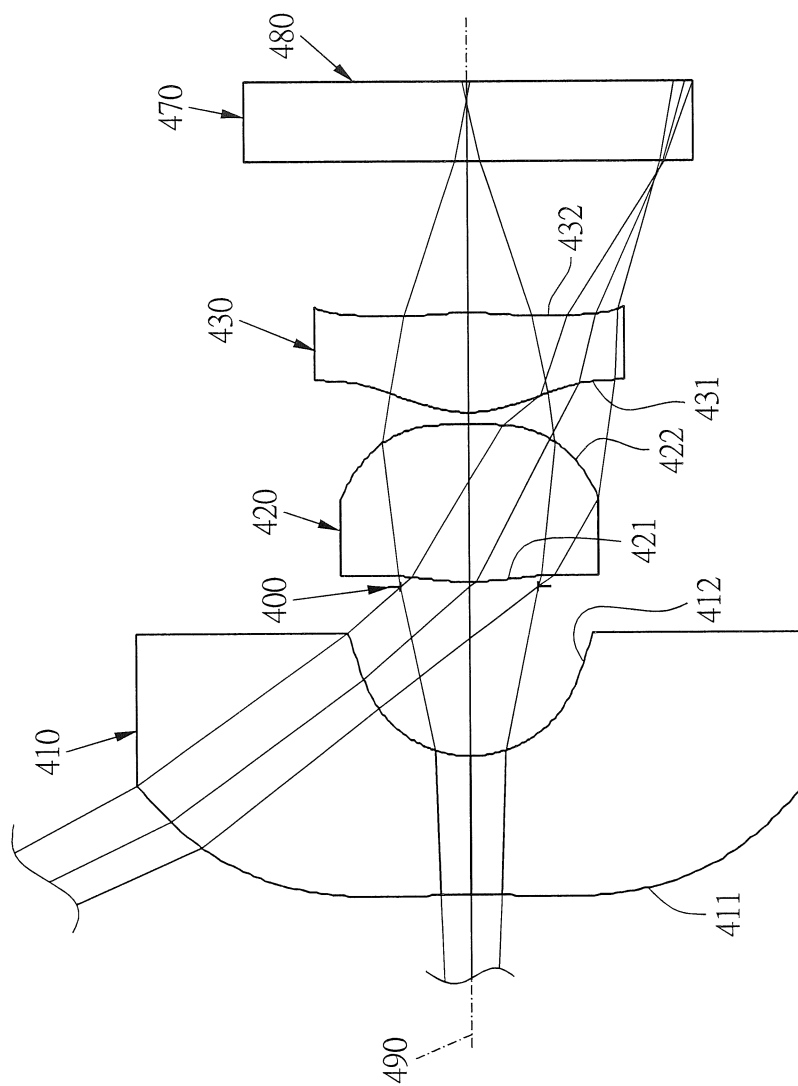


FIG. 4B

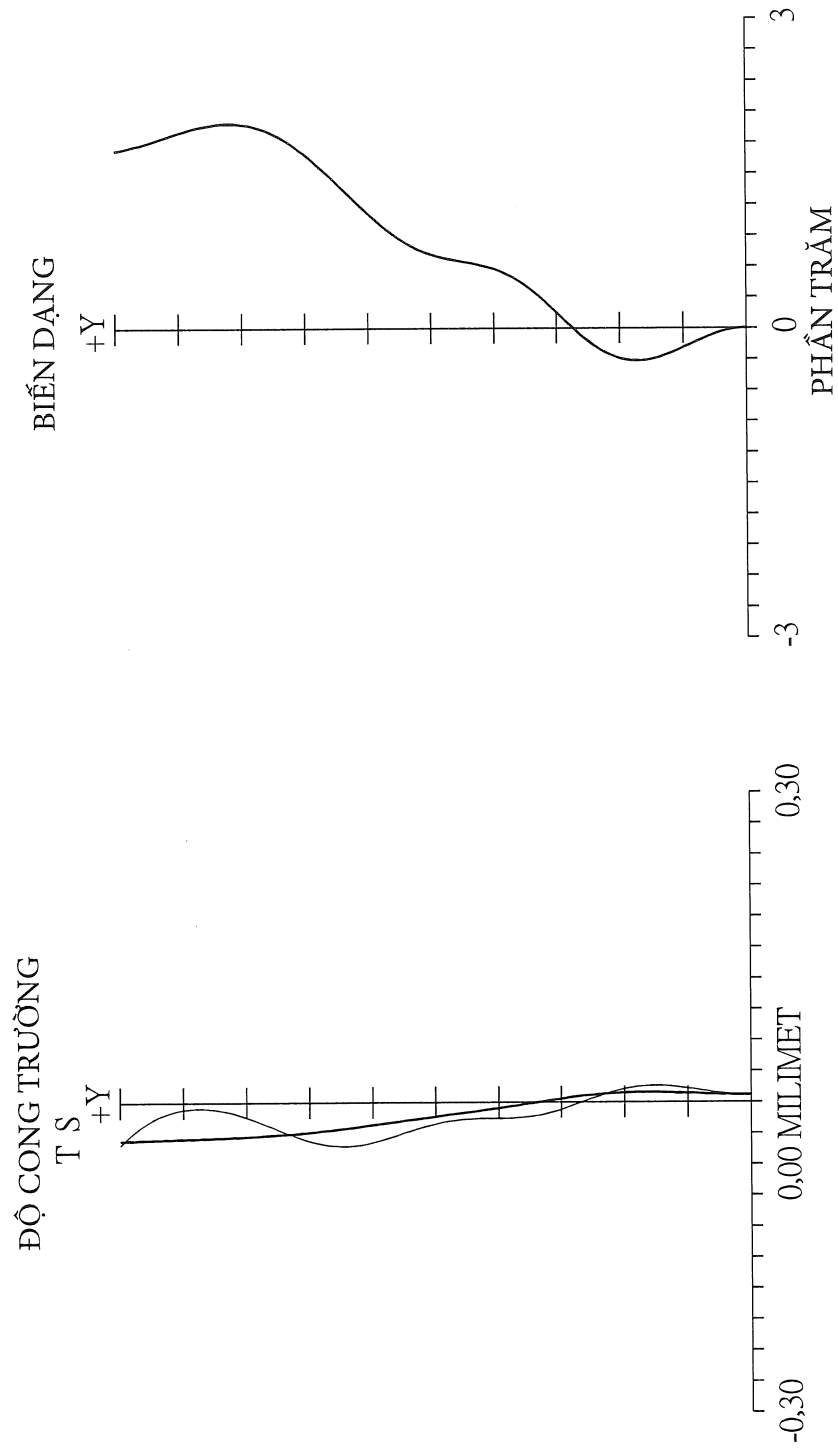


FIG.4C

13/42

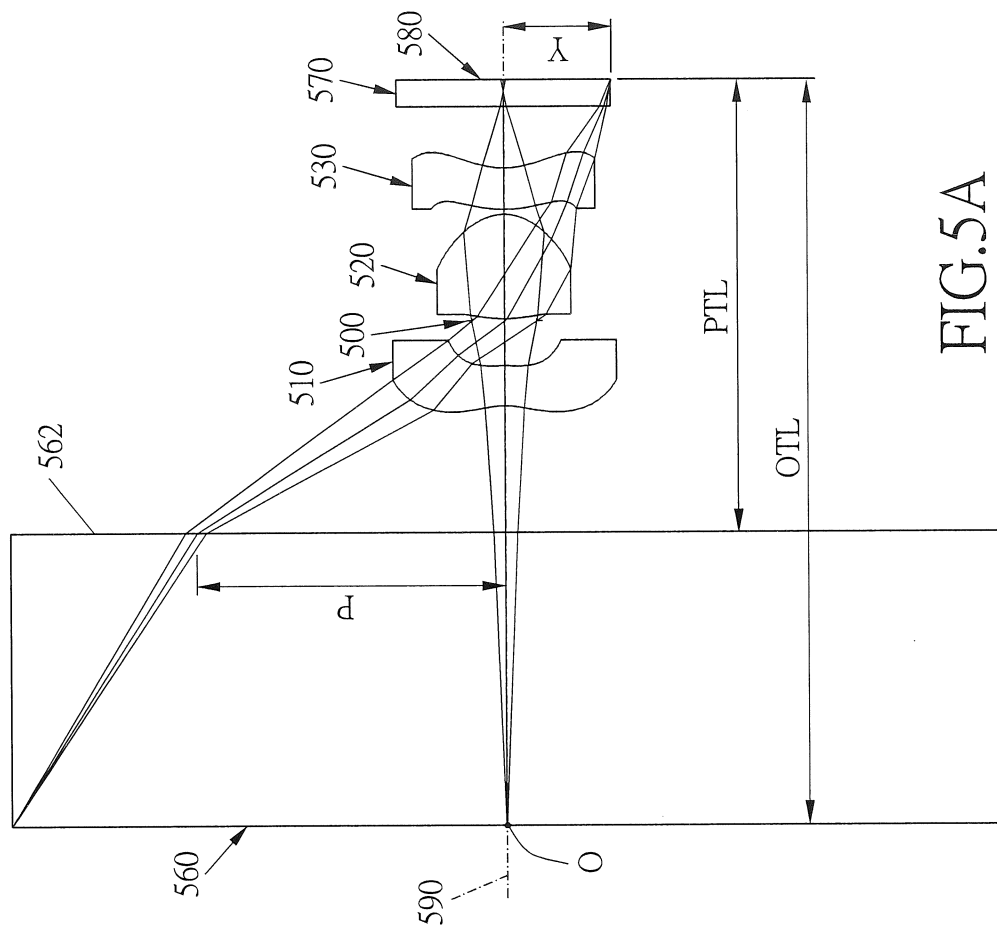


FIG. 5A

14/42

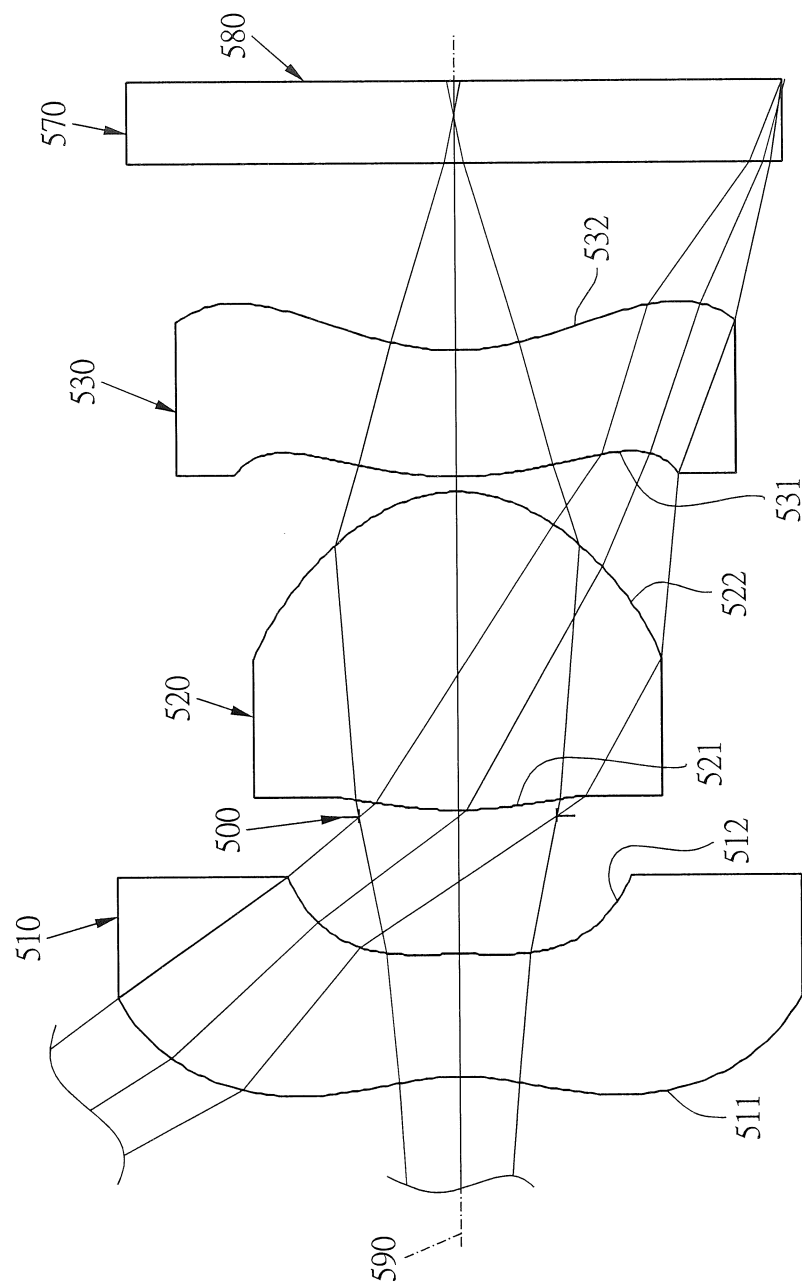


FIG. 5B

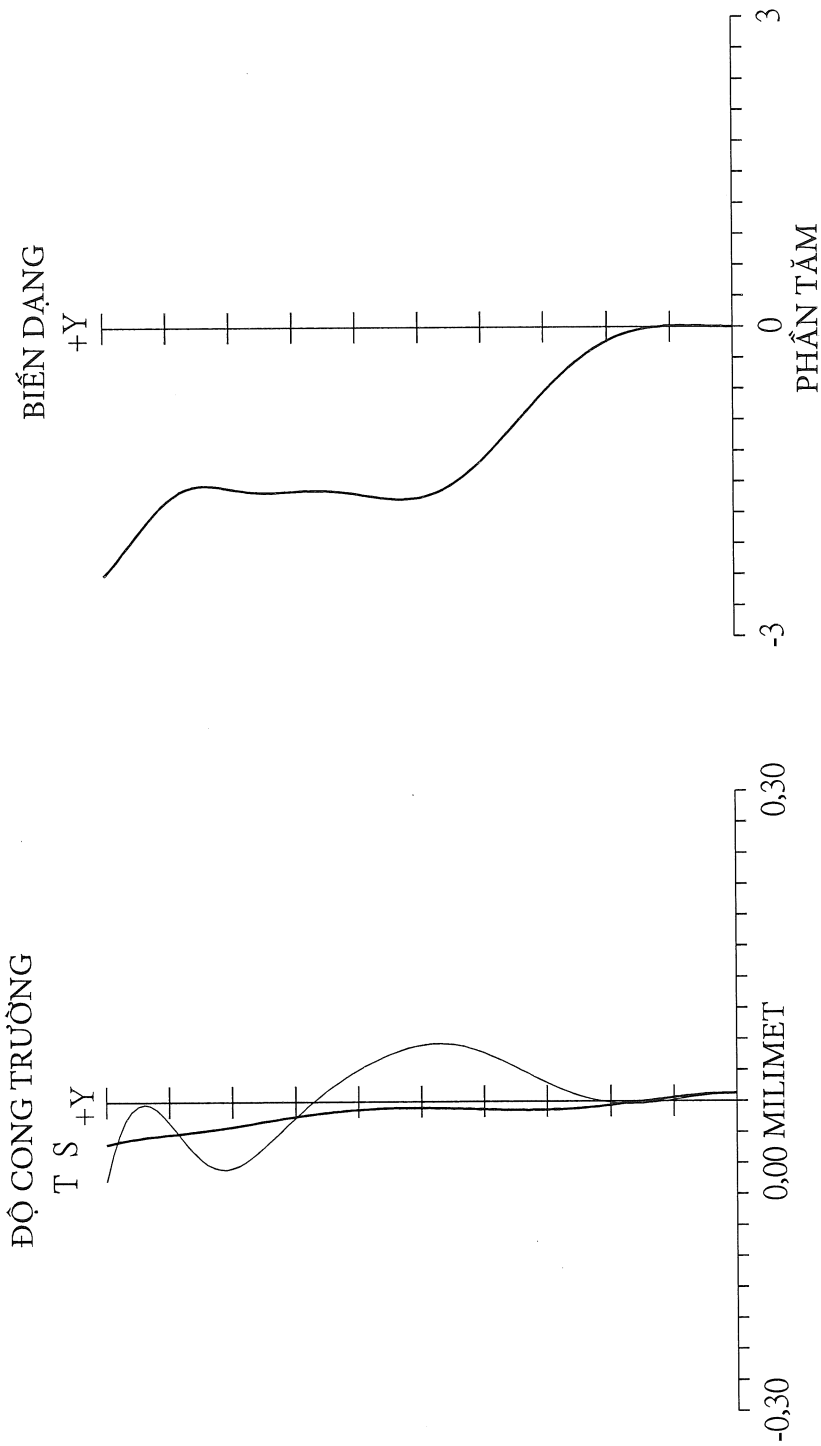


FIG.5C

16/42

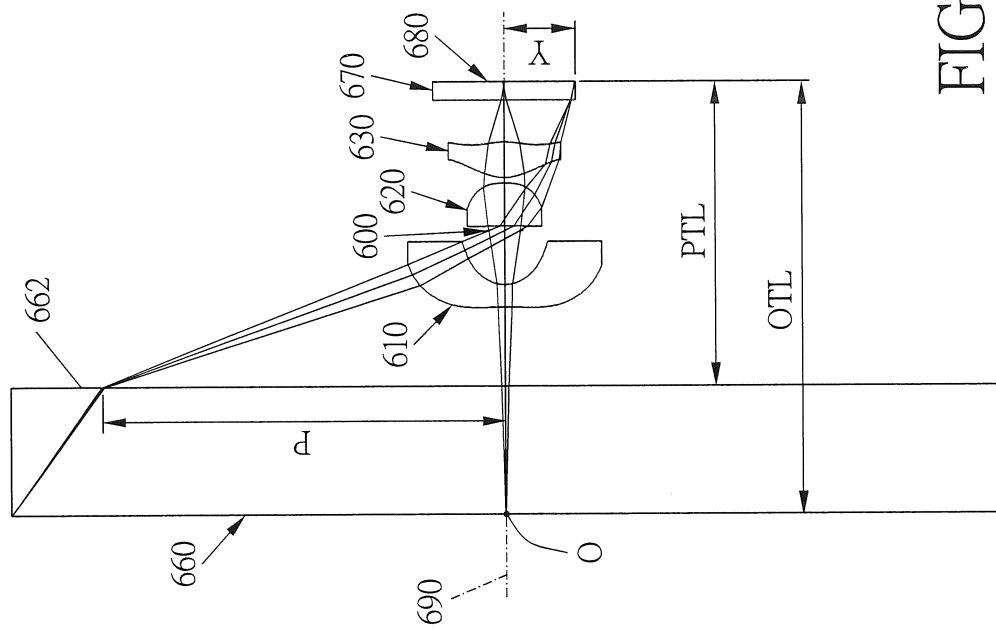


FIG. 6A

17/42

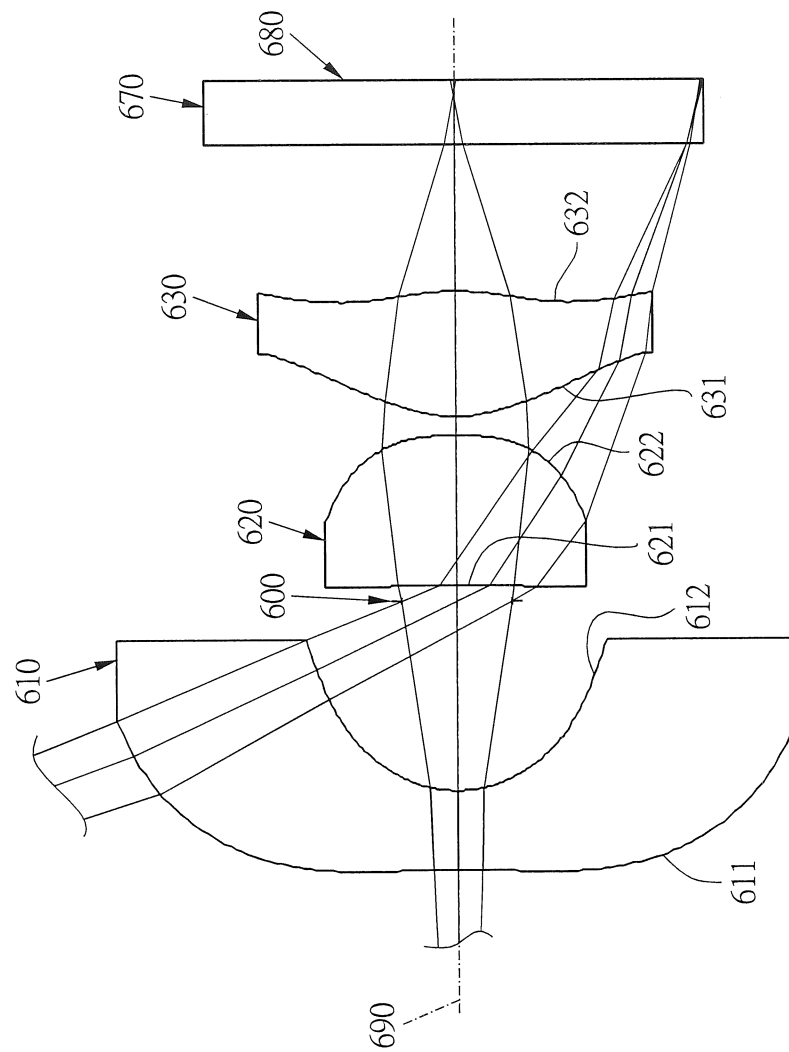


FIG. 6B

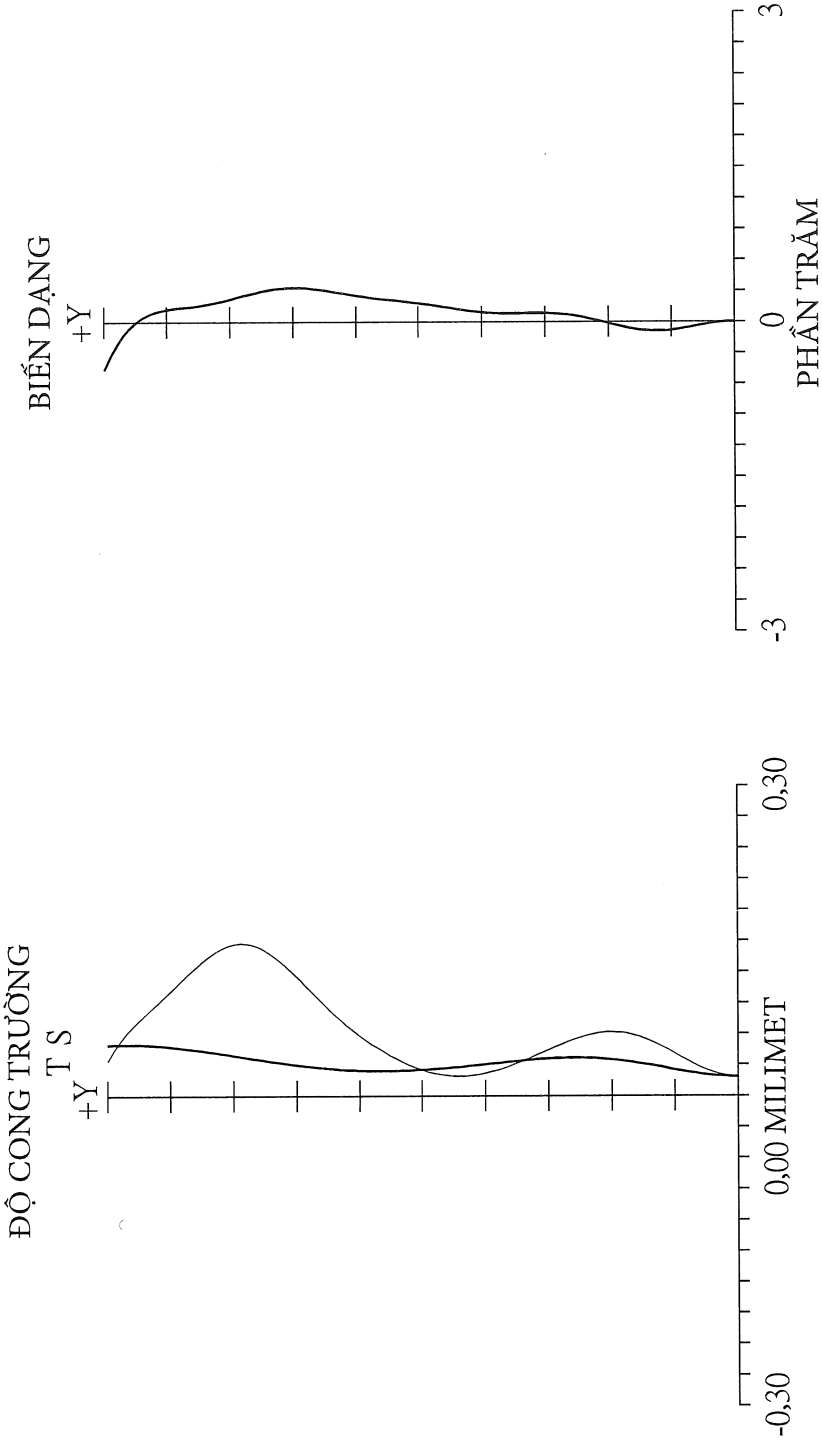


FIG.6C

20/42

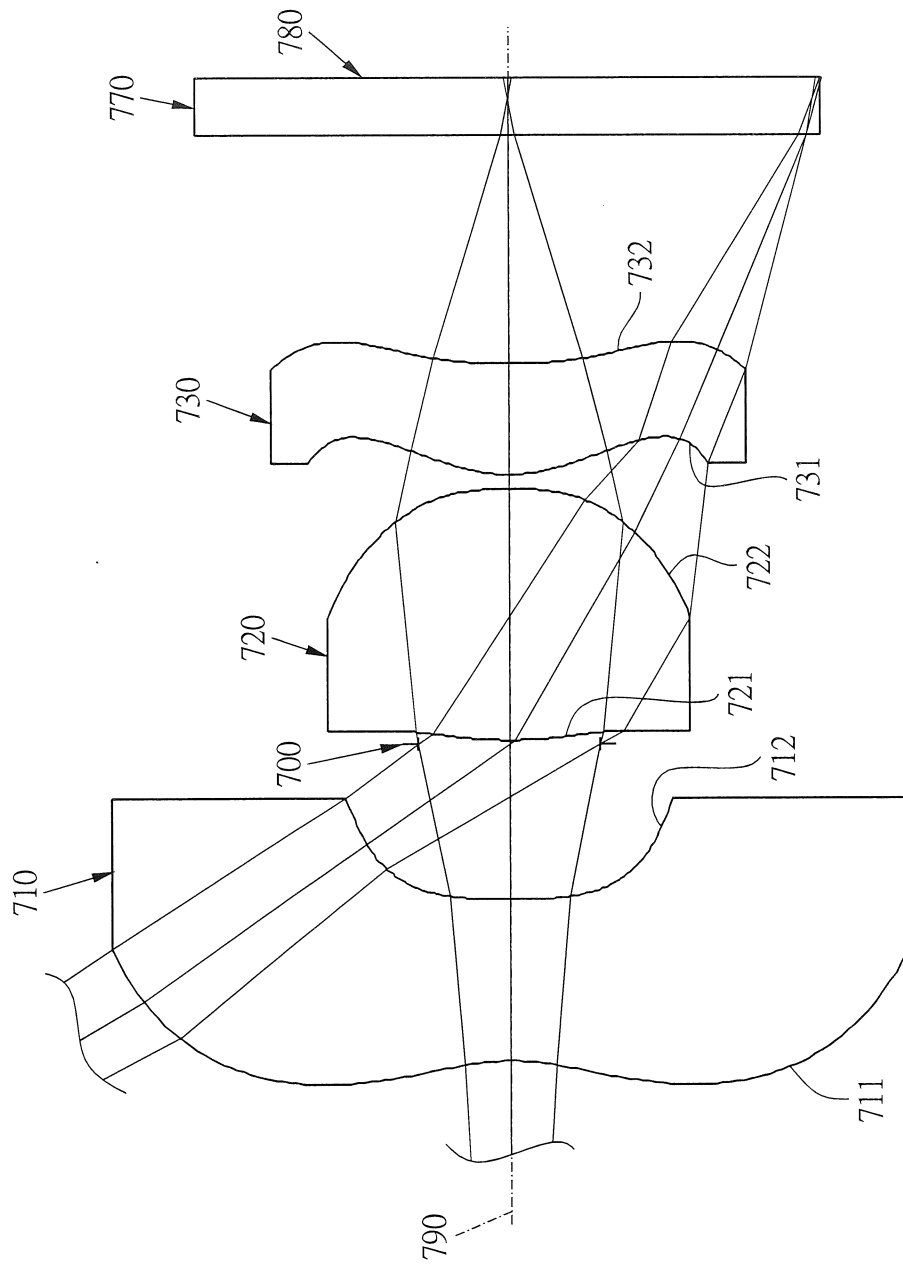


FIG. 7B

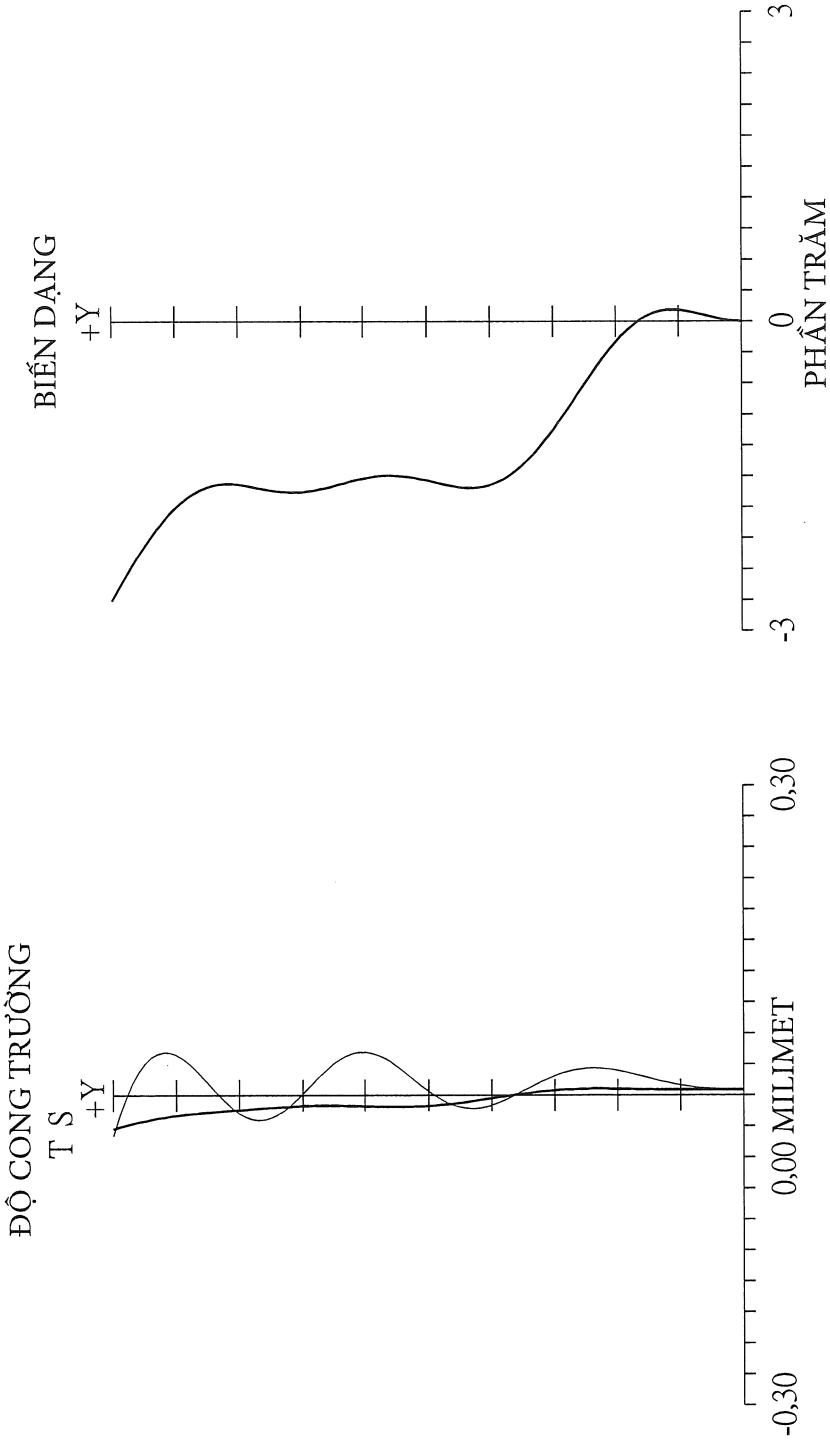


FIG.7C

22/42

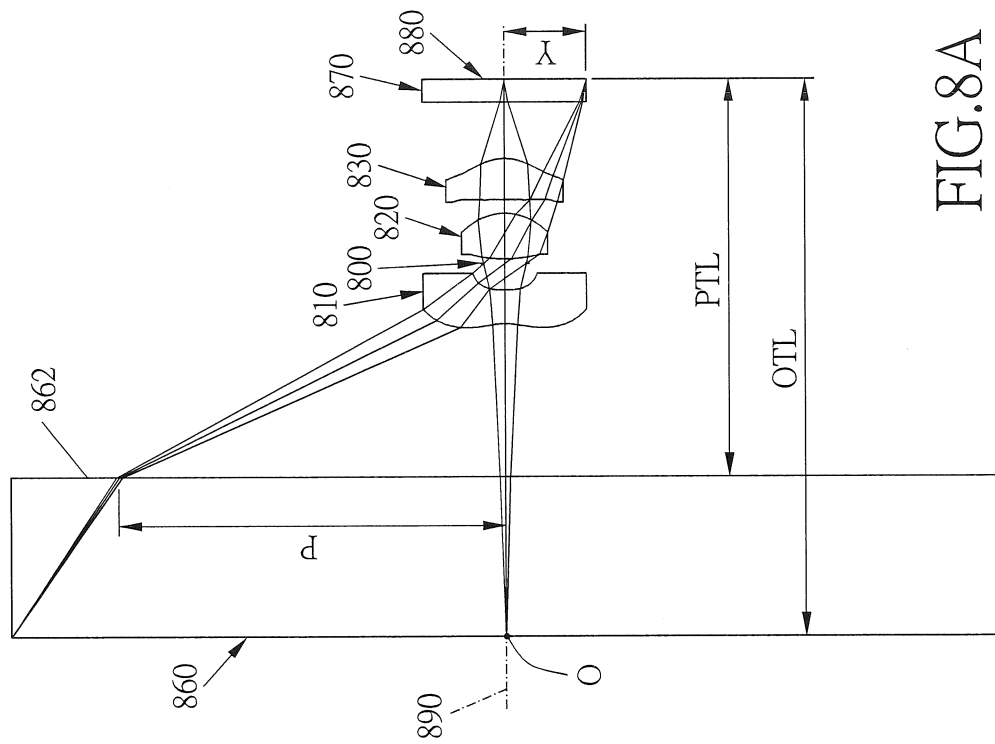


FIG. 8A

23/42

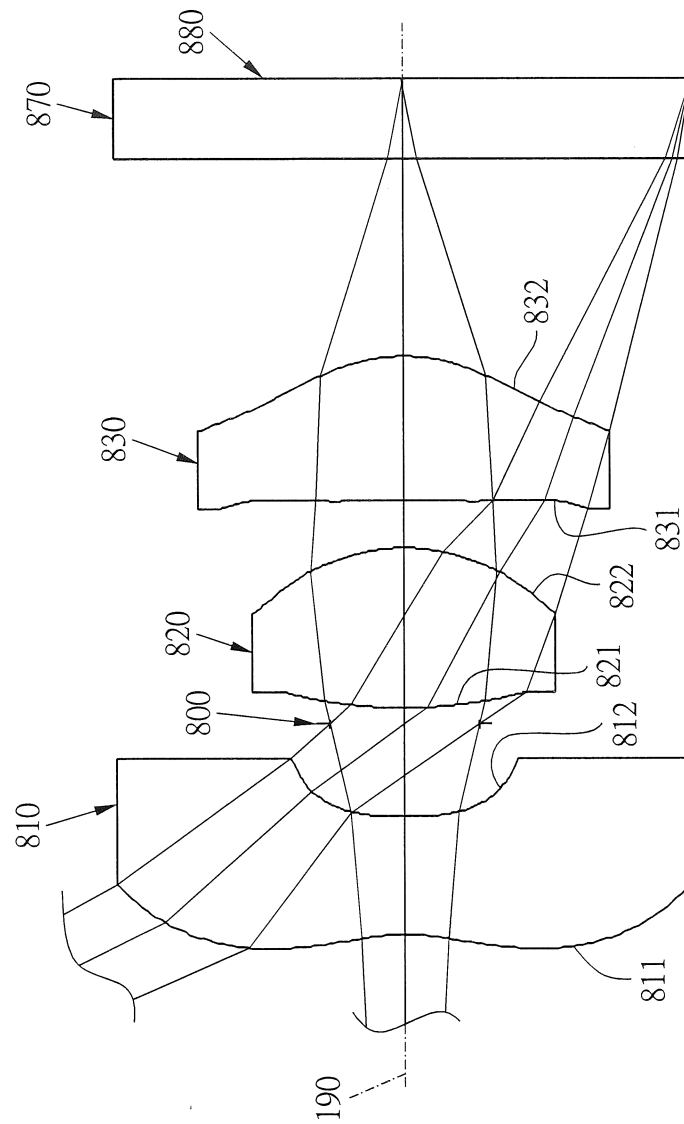


FIG. 8B

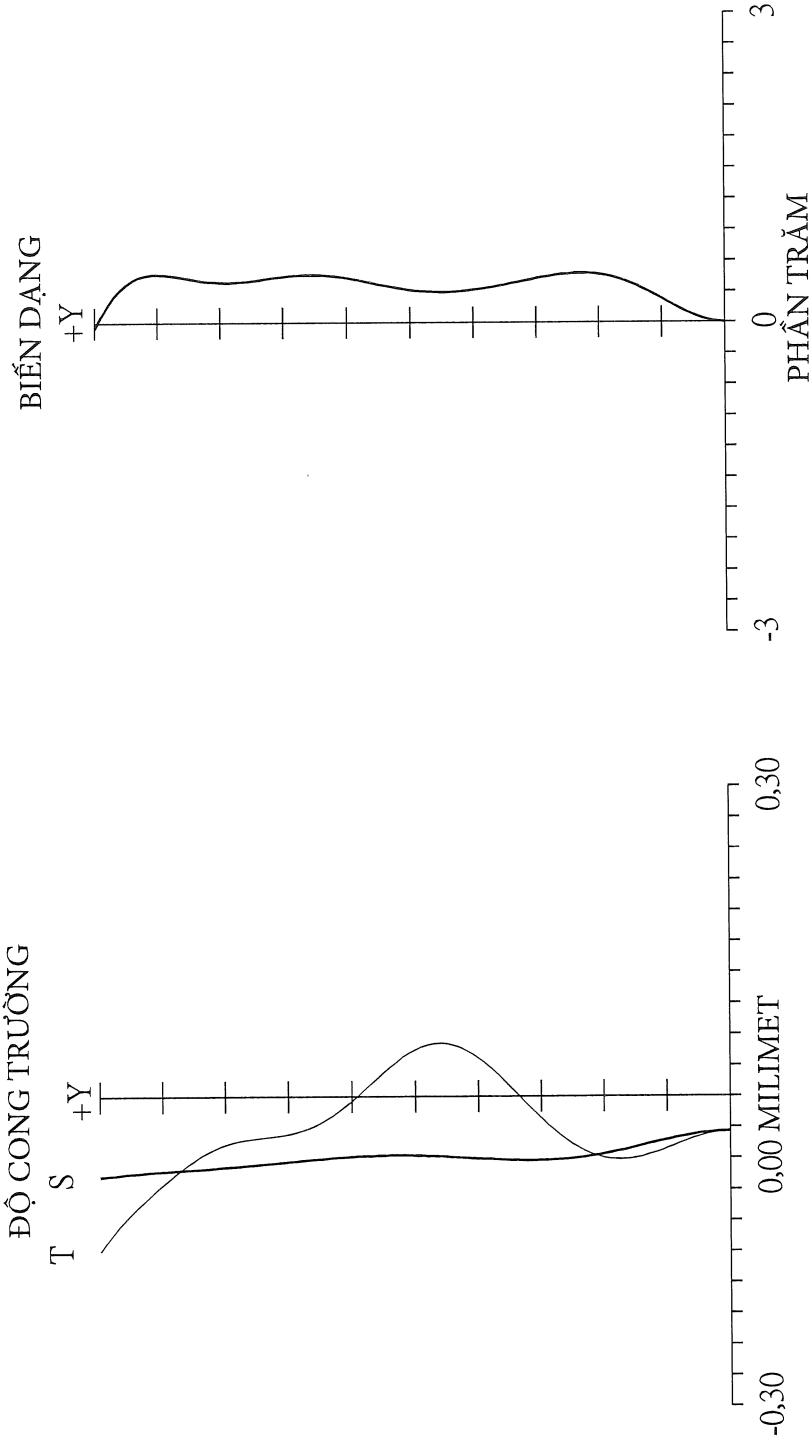


FIG.8C

25/42

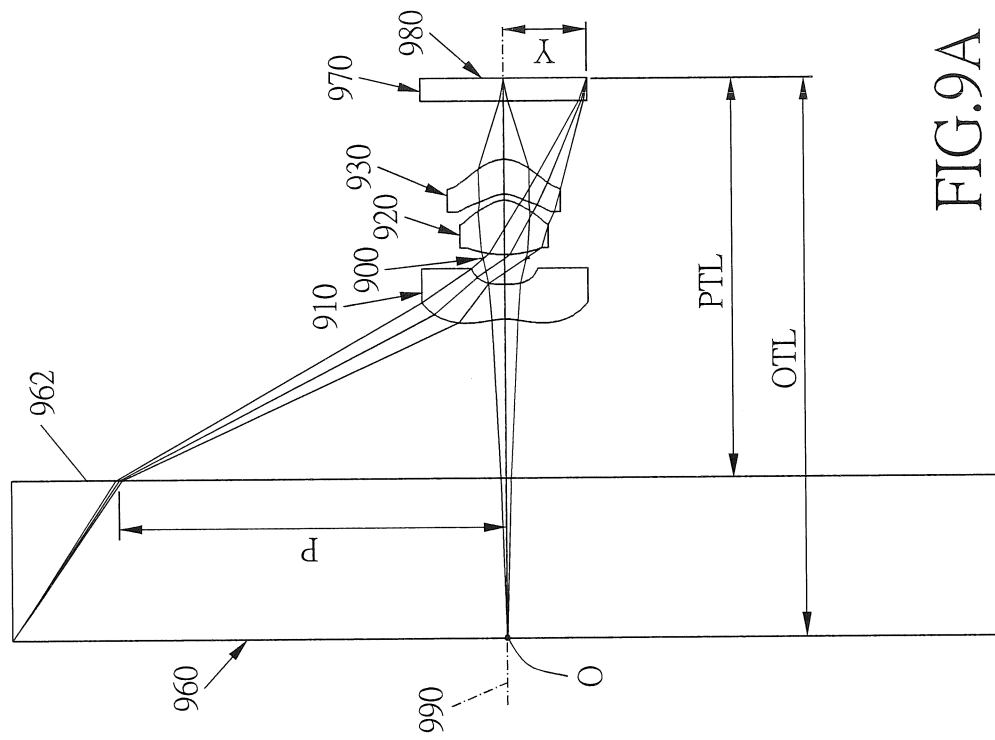


FIG. 9A

26/42

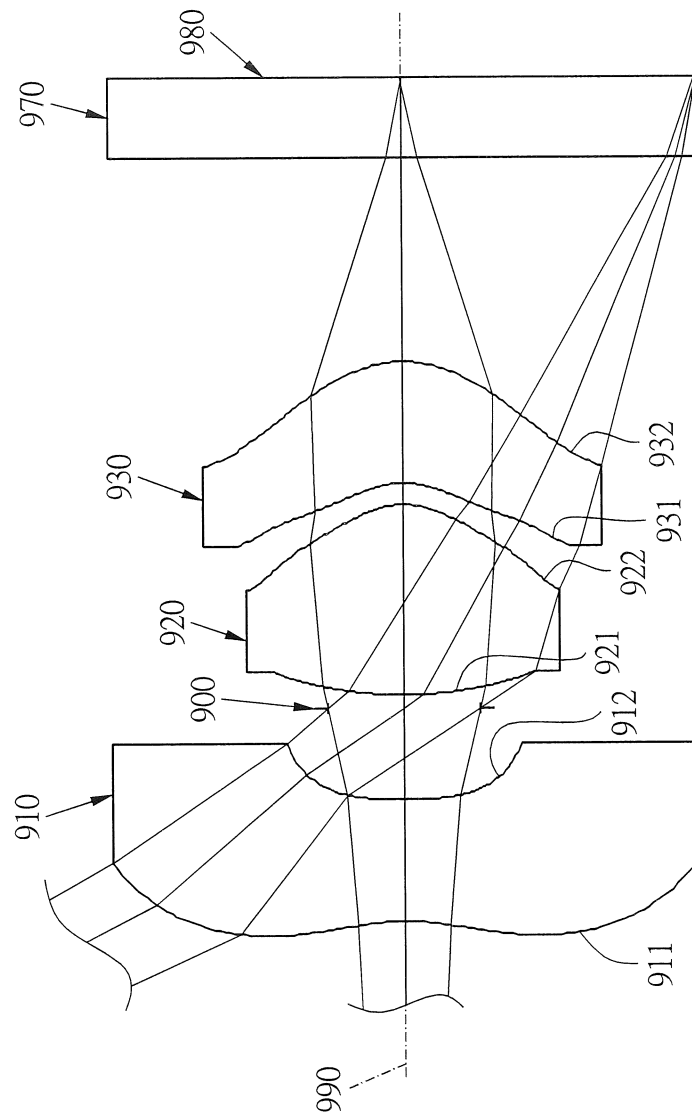


FIG. 9B

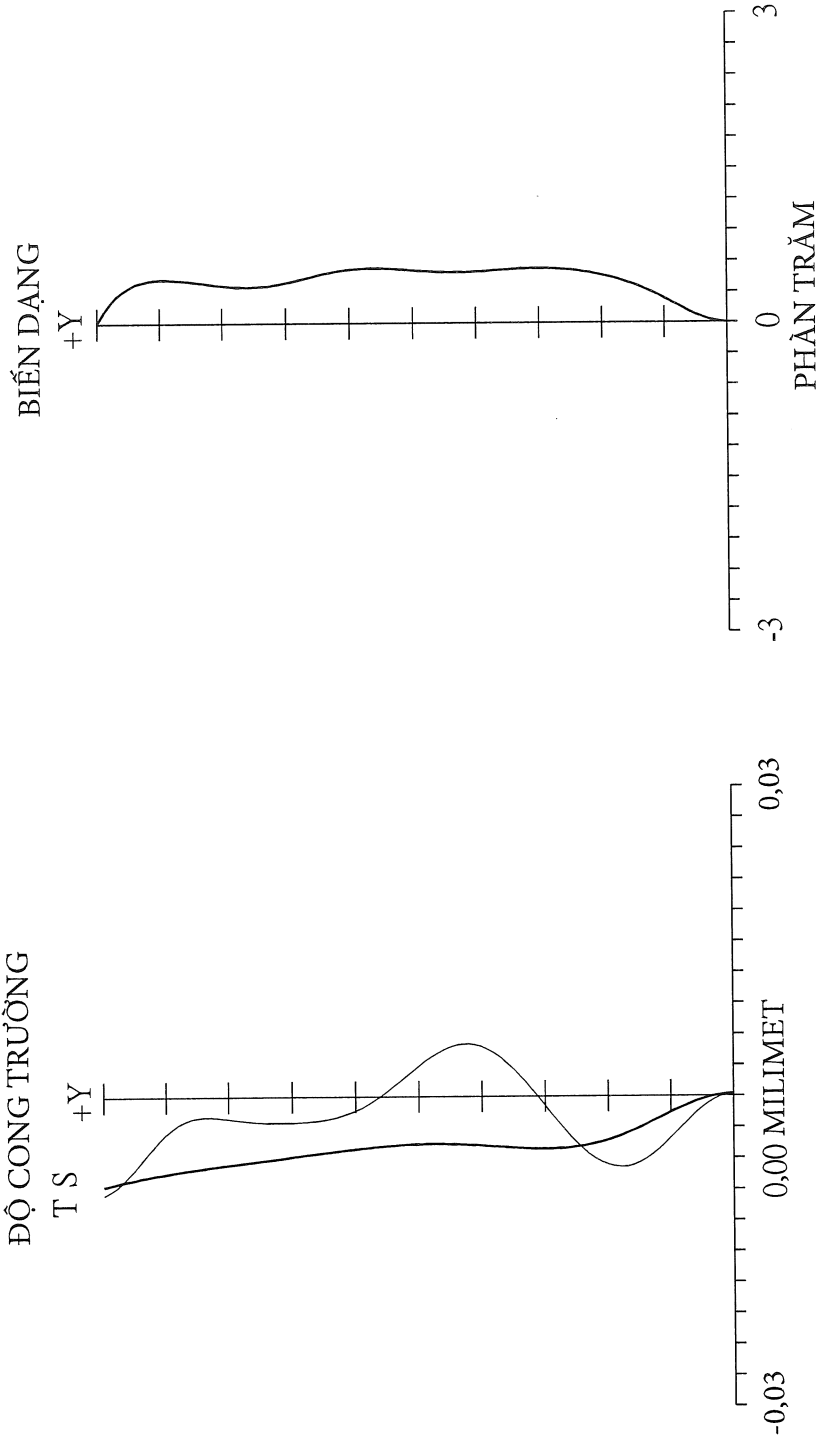


FIG.9C

28/42

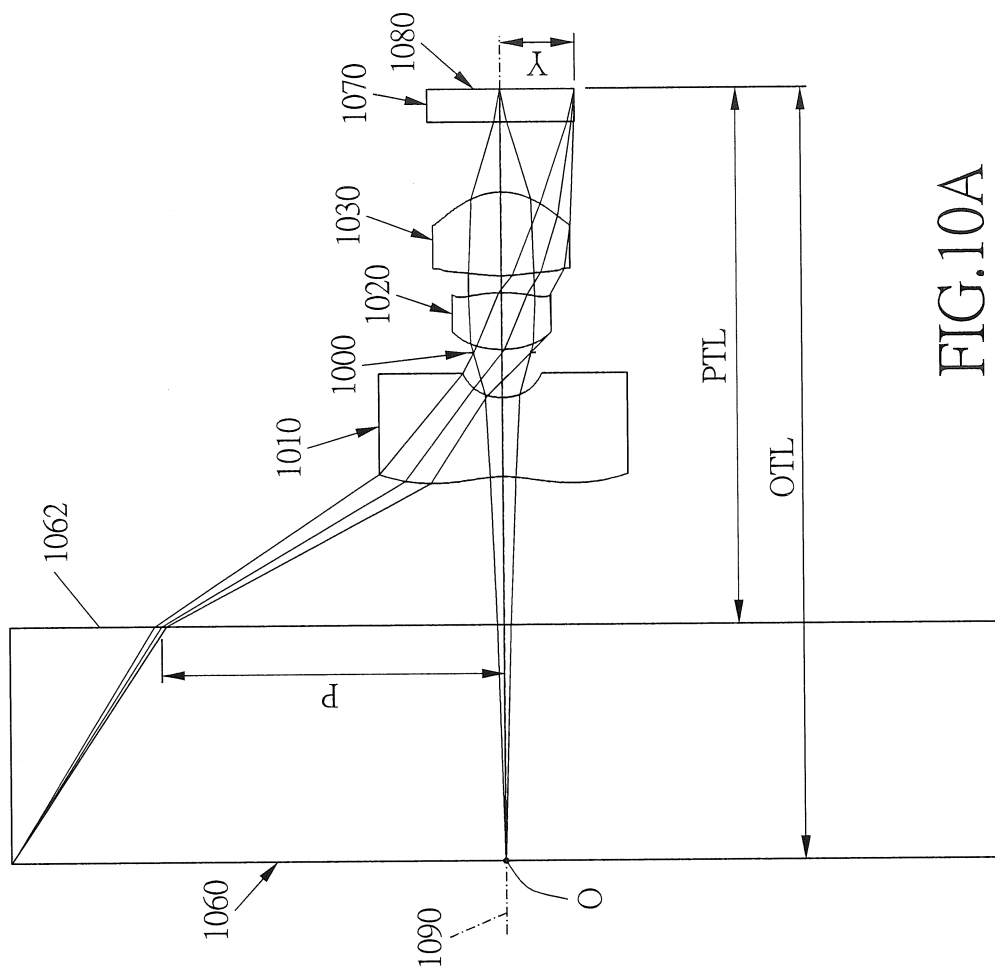


FIG.10A

29/42

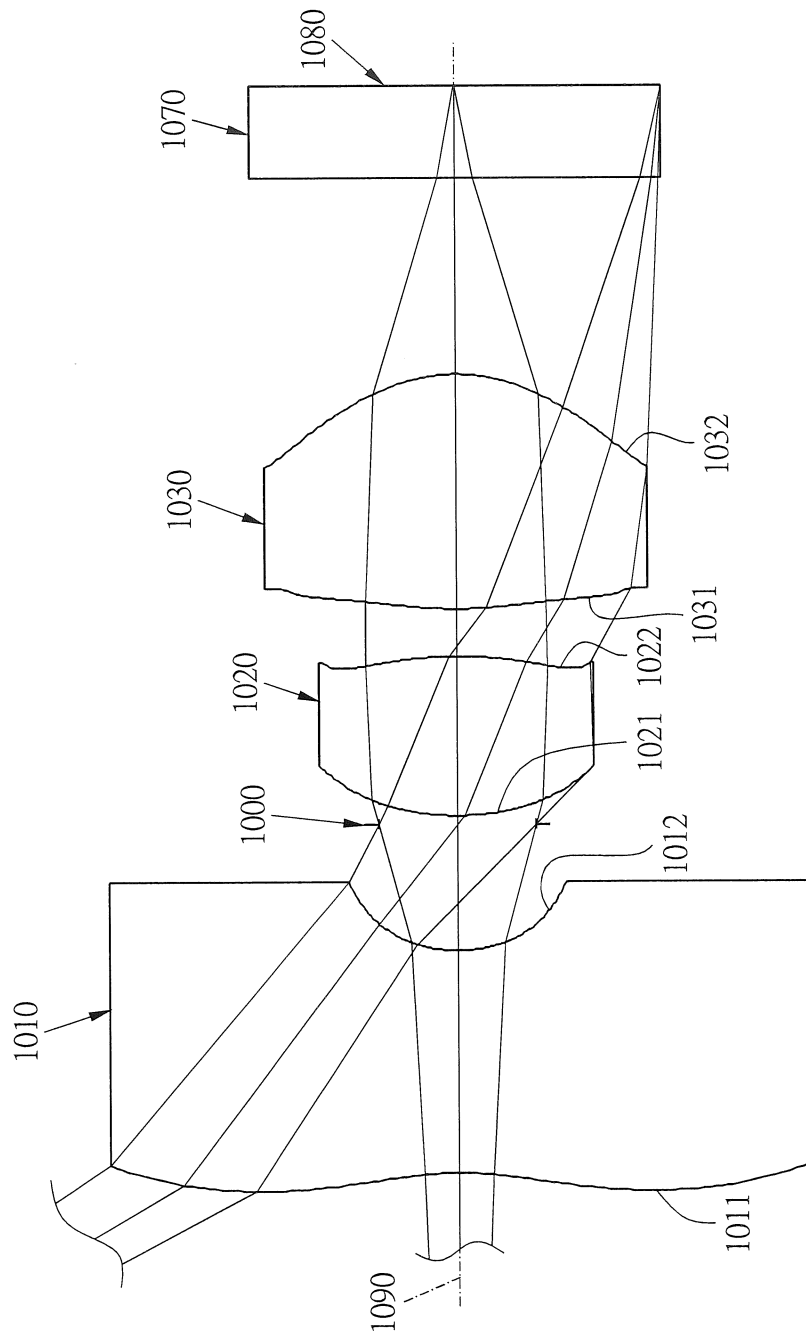


FIG. 10B

30/42

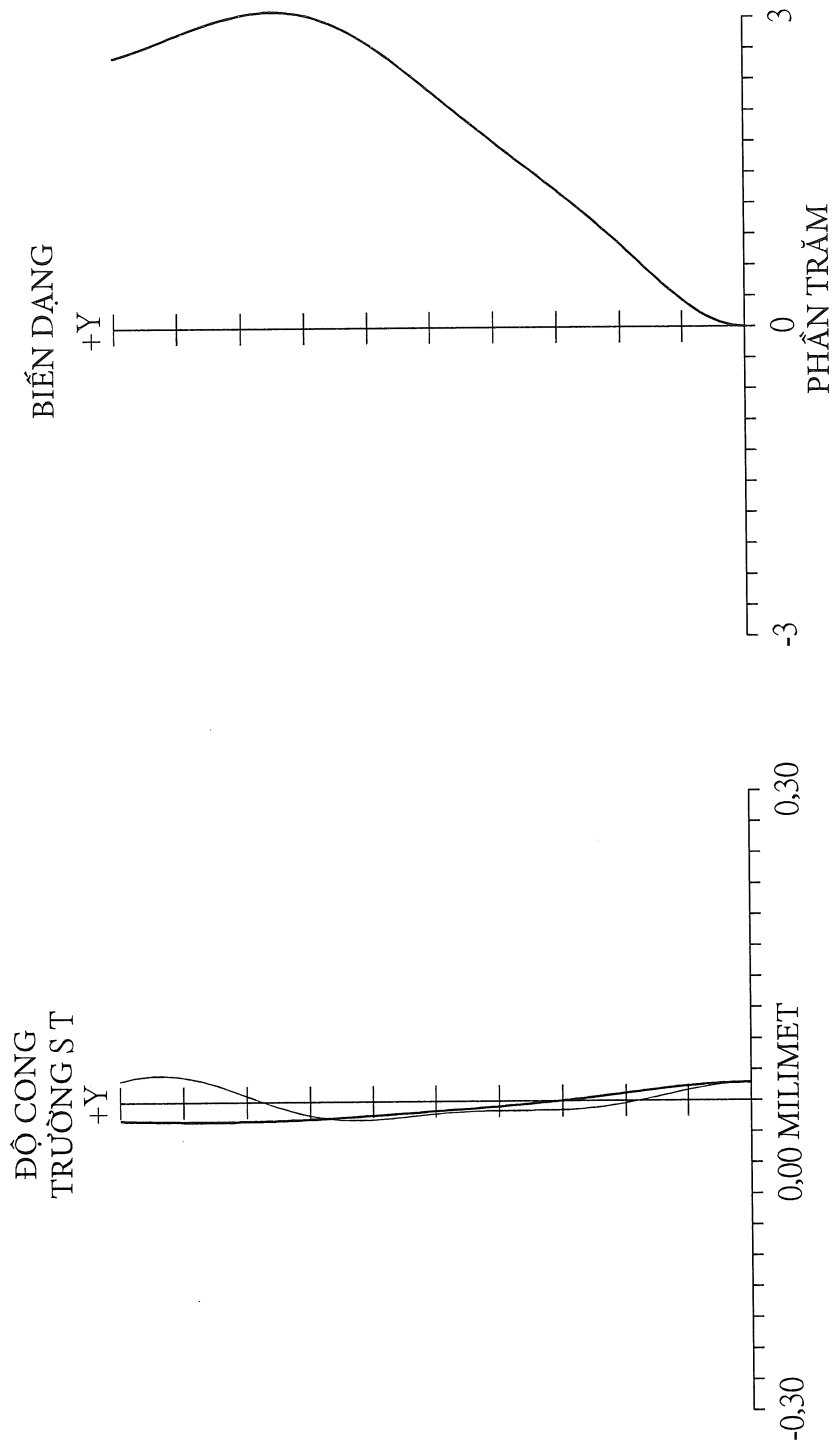


FIG.10C

31/42

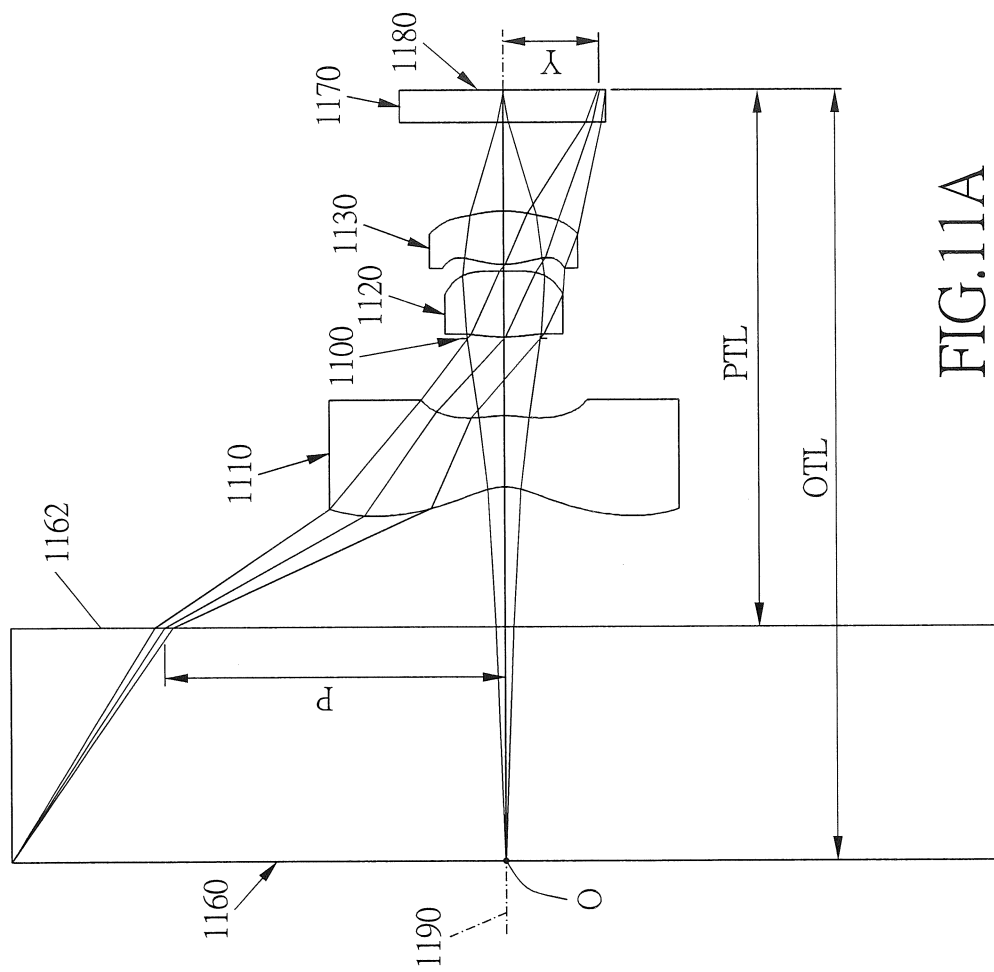


FIG.11A

32/42

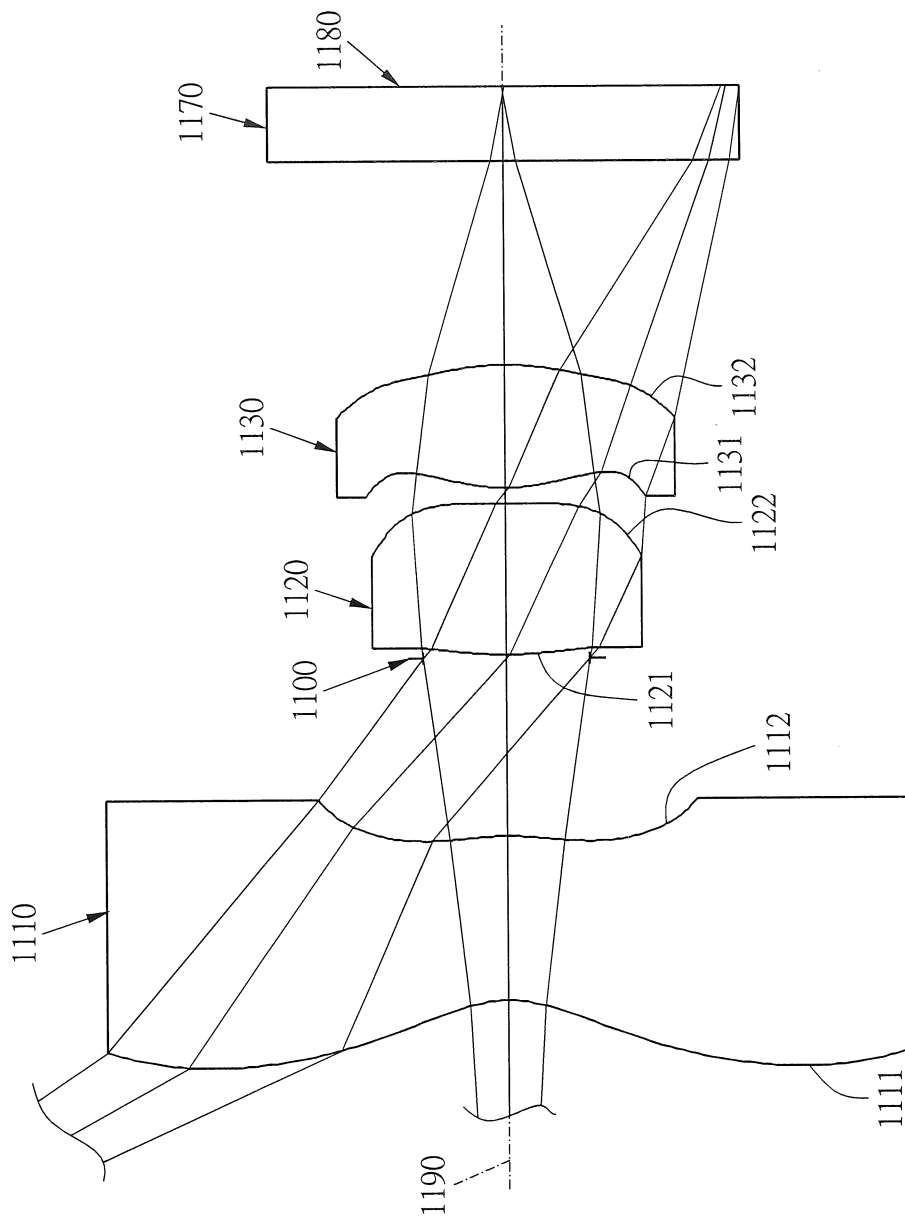


FIG. 11B

33/42

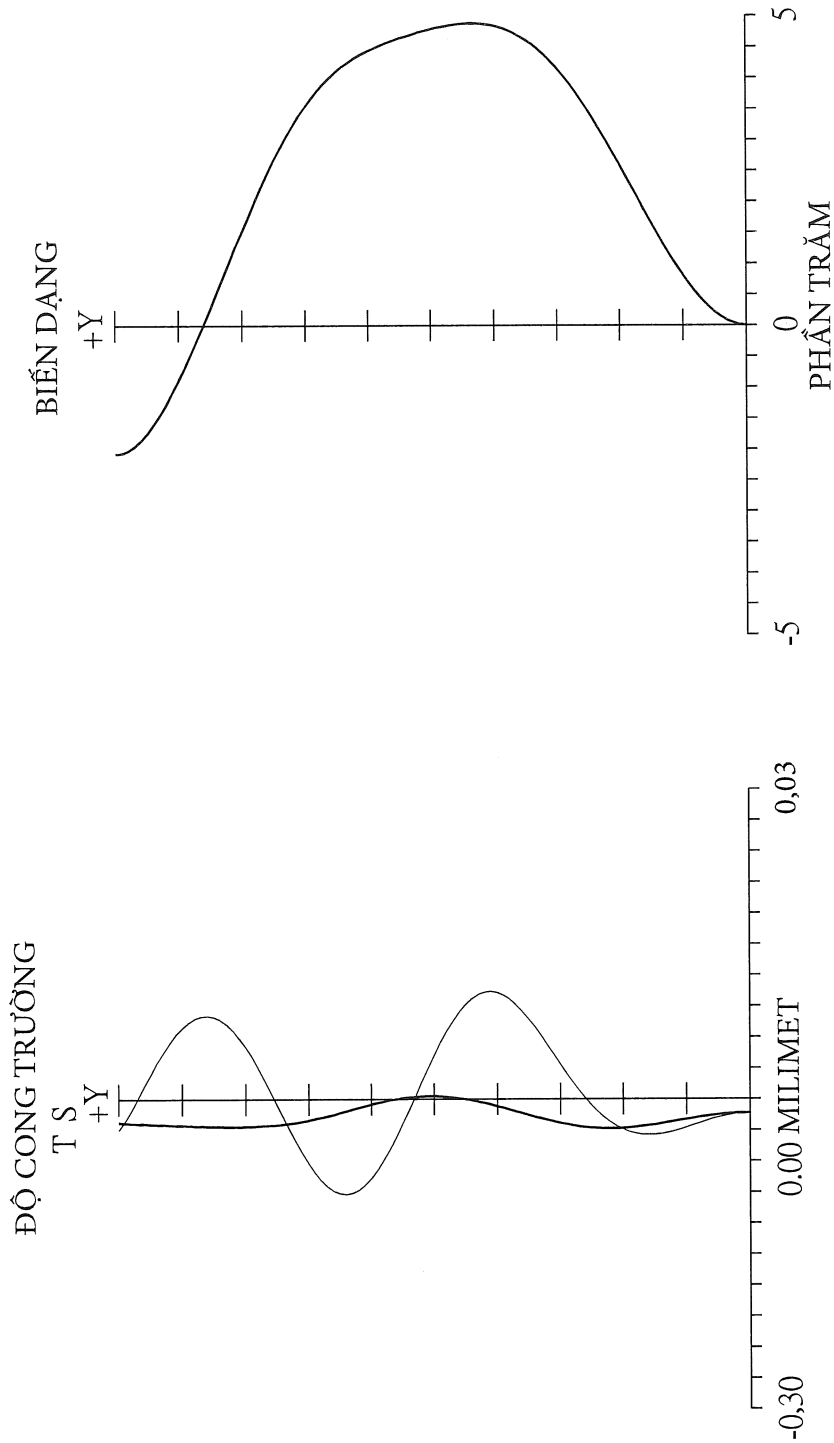


FIG.11C

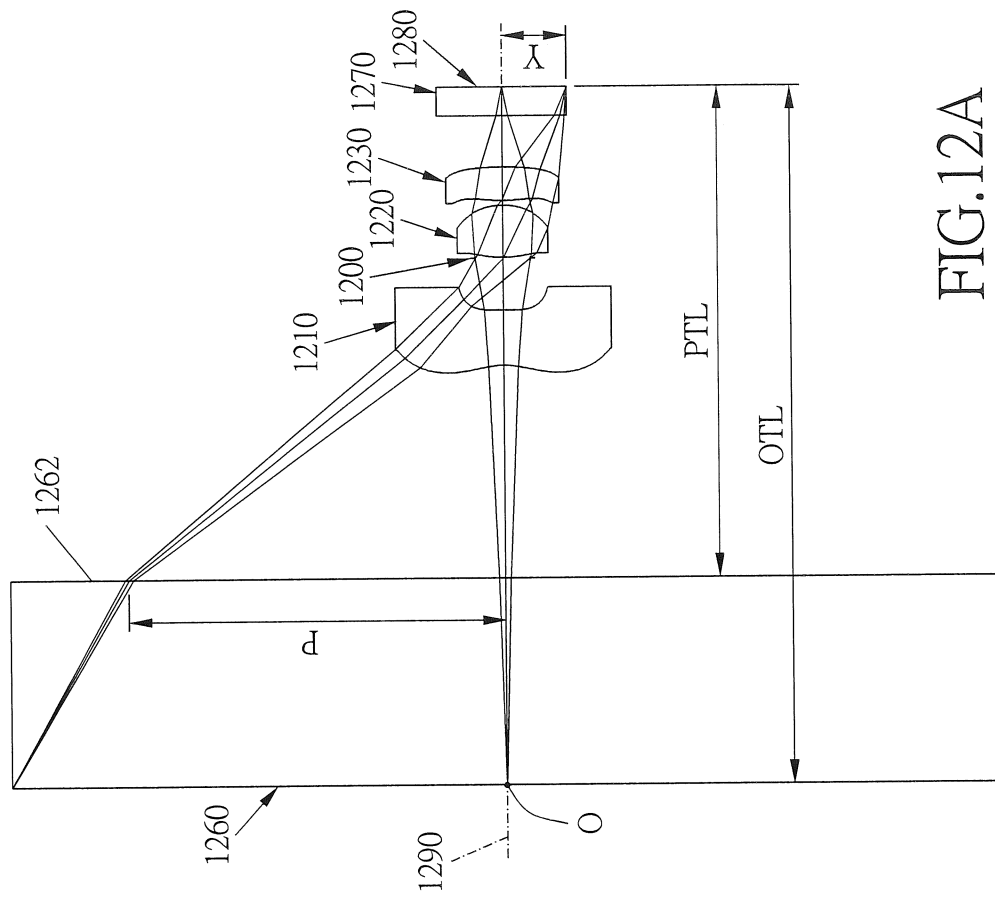


FIG. 12A

35/42

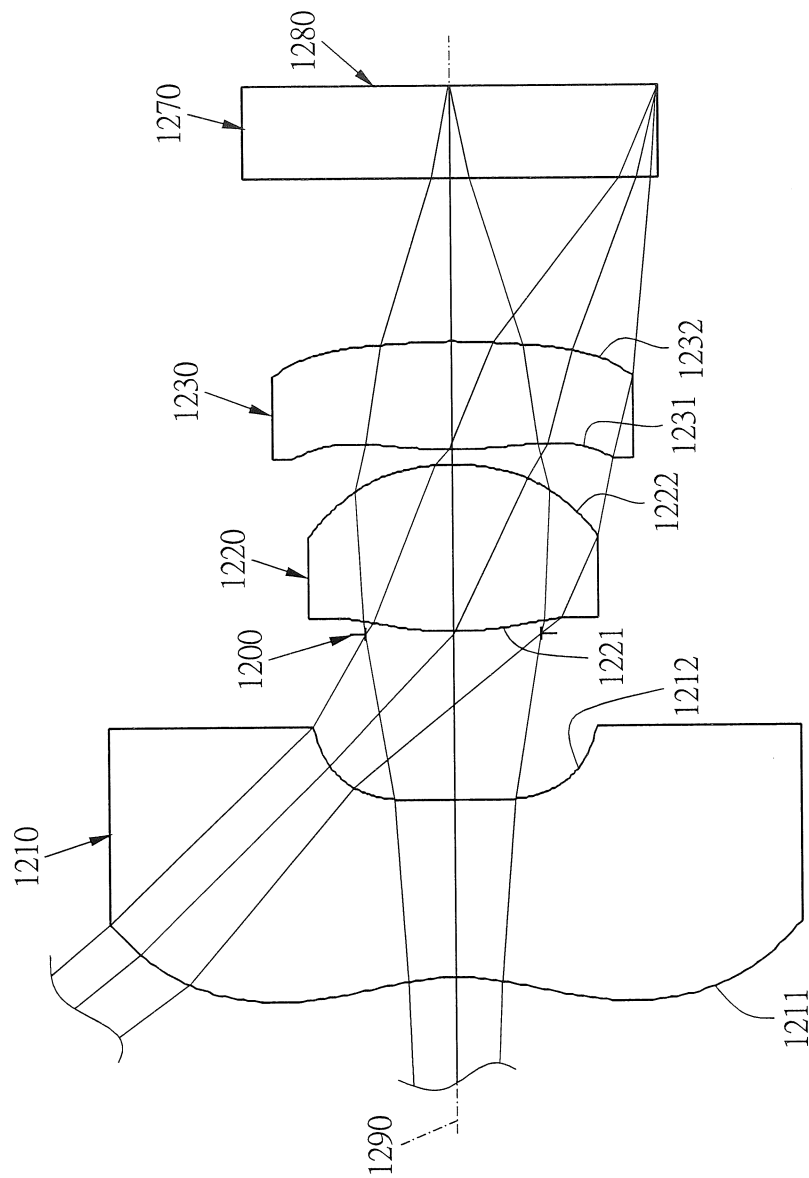


FIG. 12B

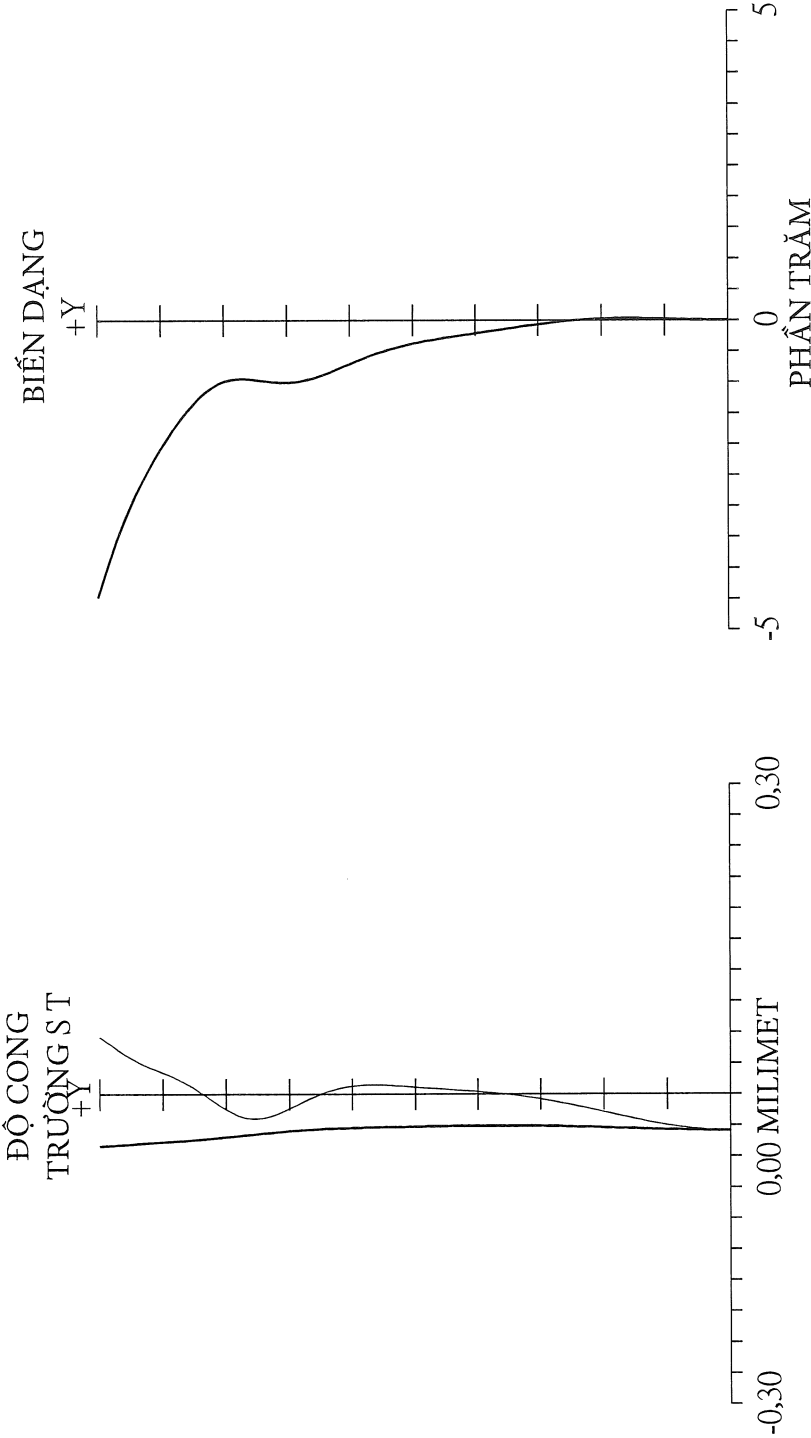


FIG.12C

37/42

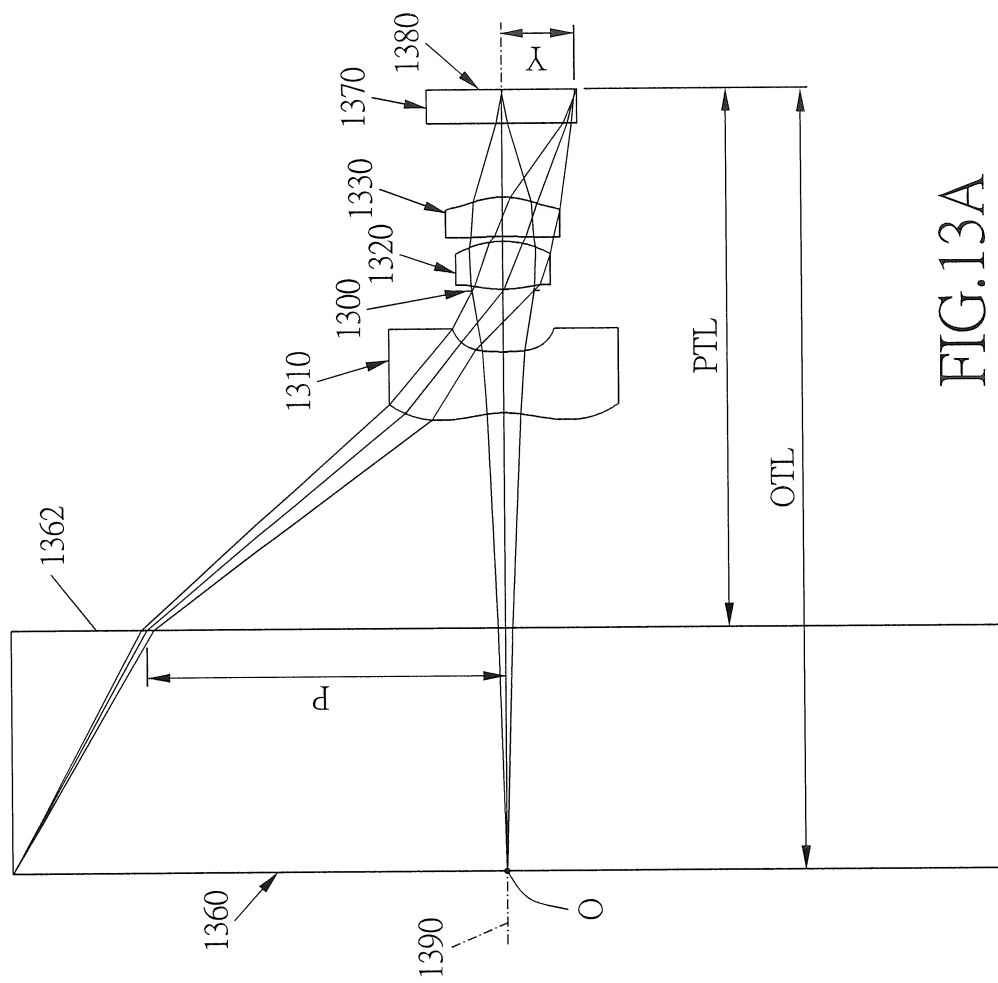


FIG.13A

38/42

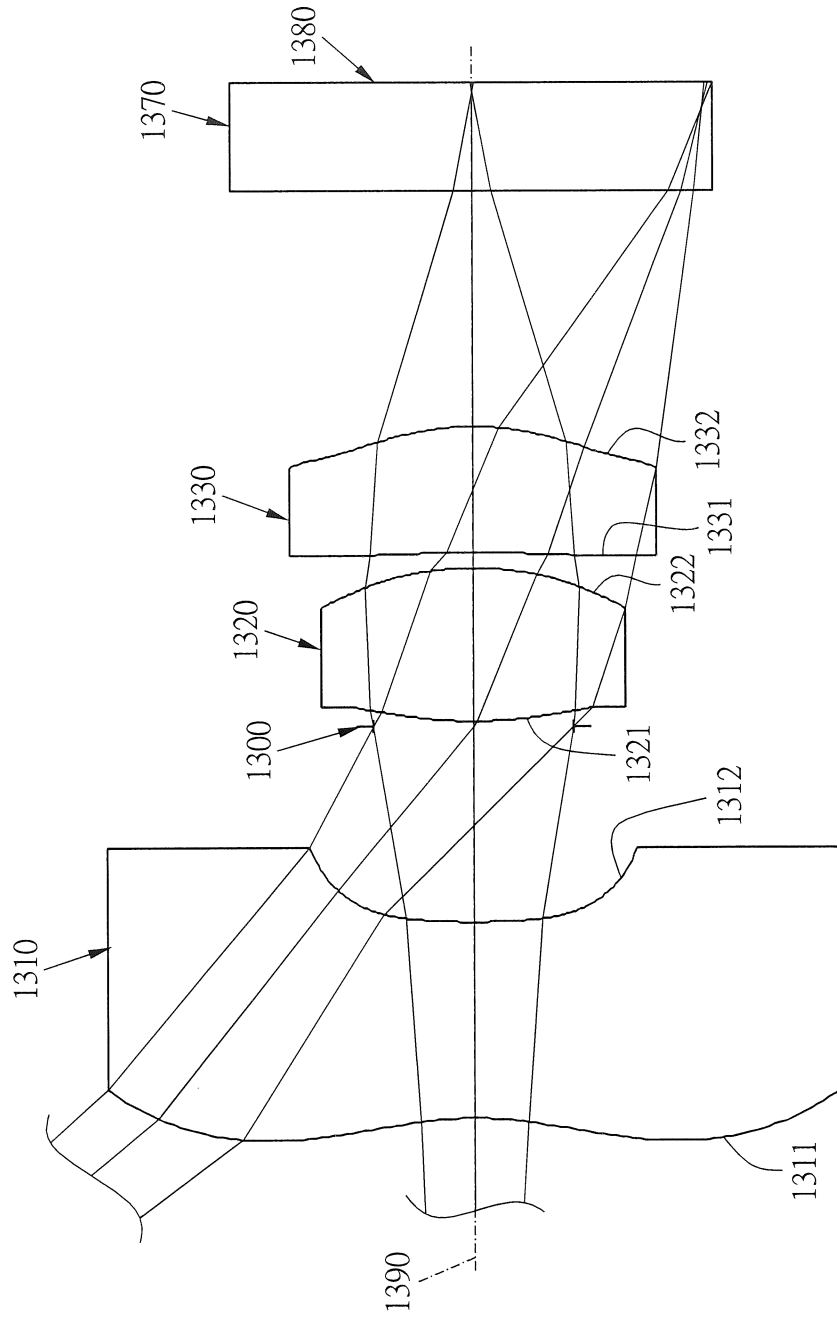


FIG. 13B

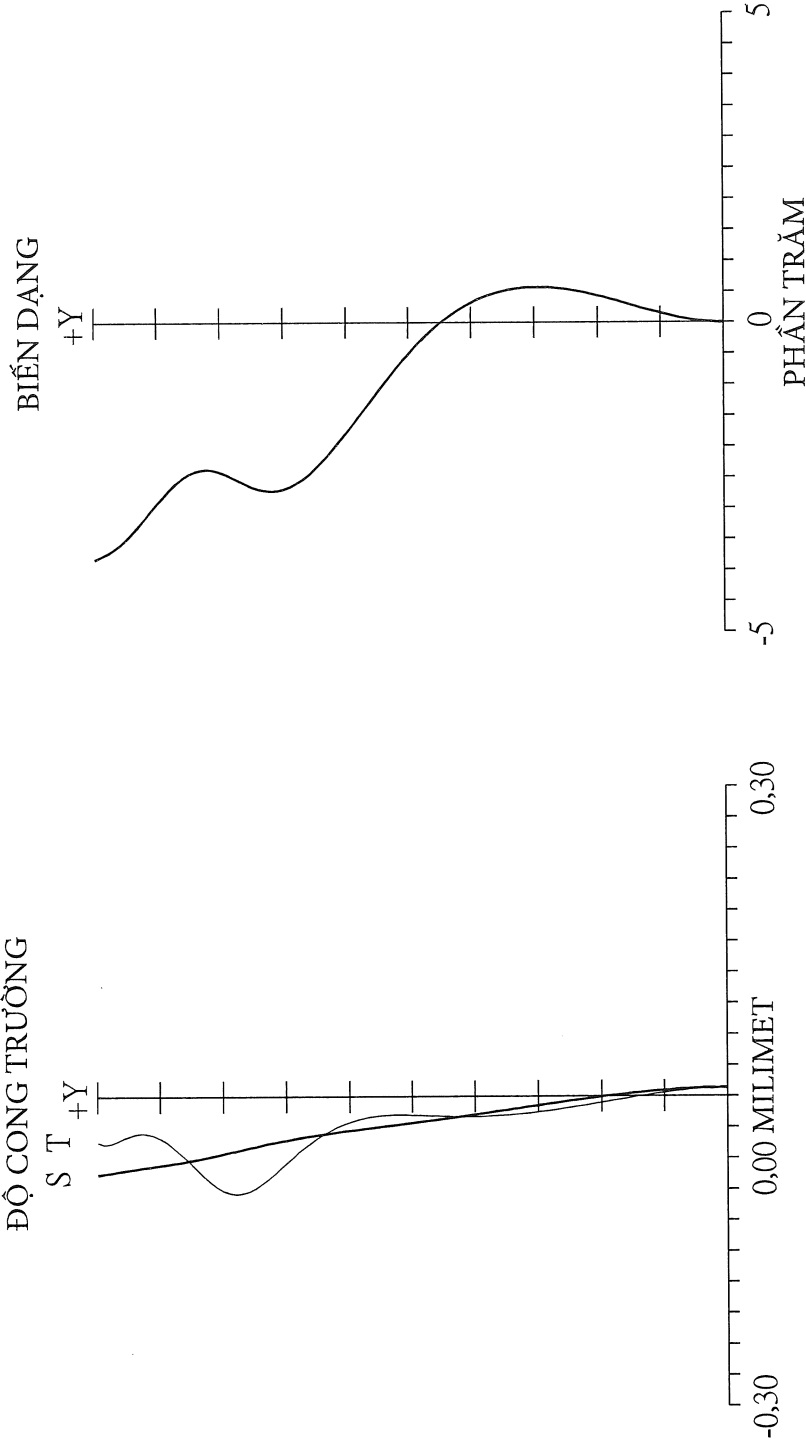


FIG.13C

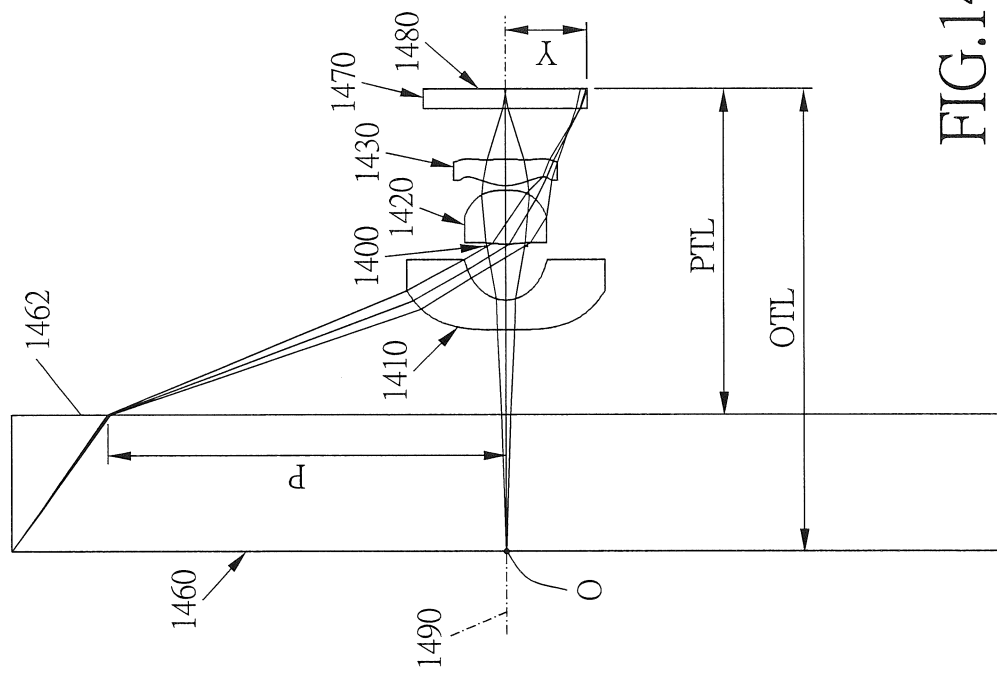


FIG. 14A

41/42

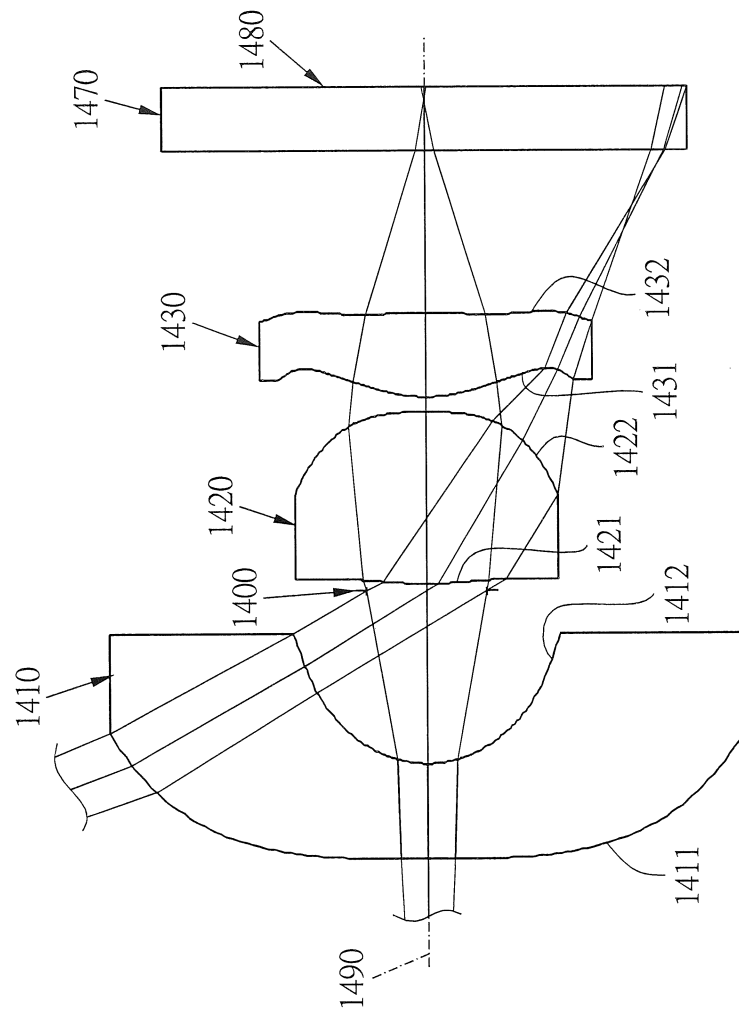


FIG. 14B

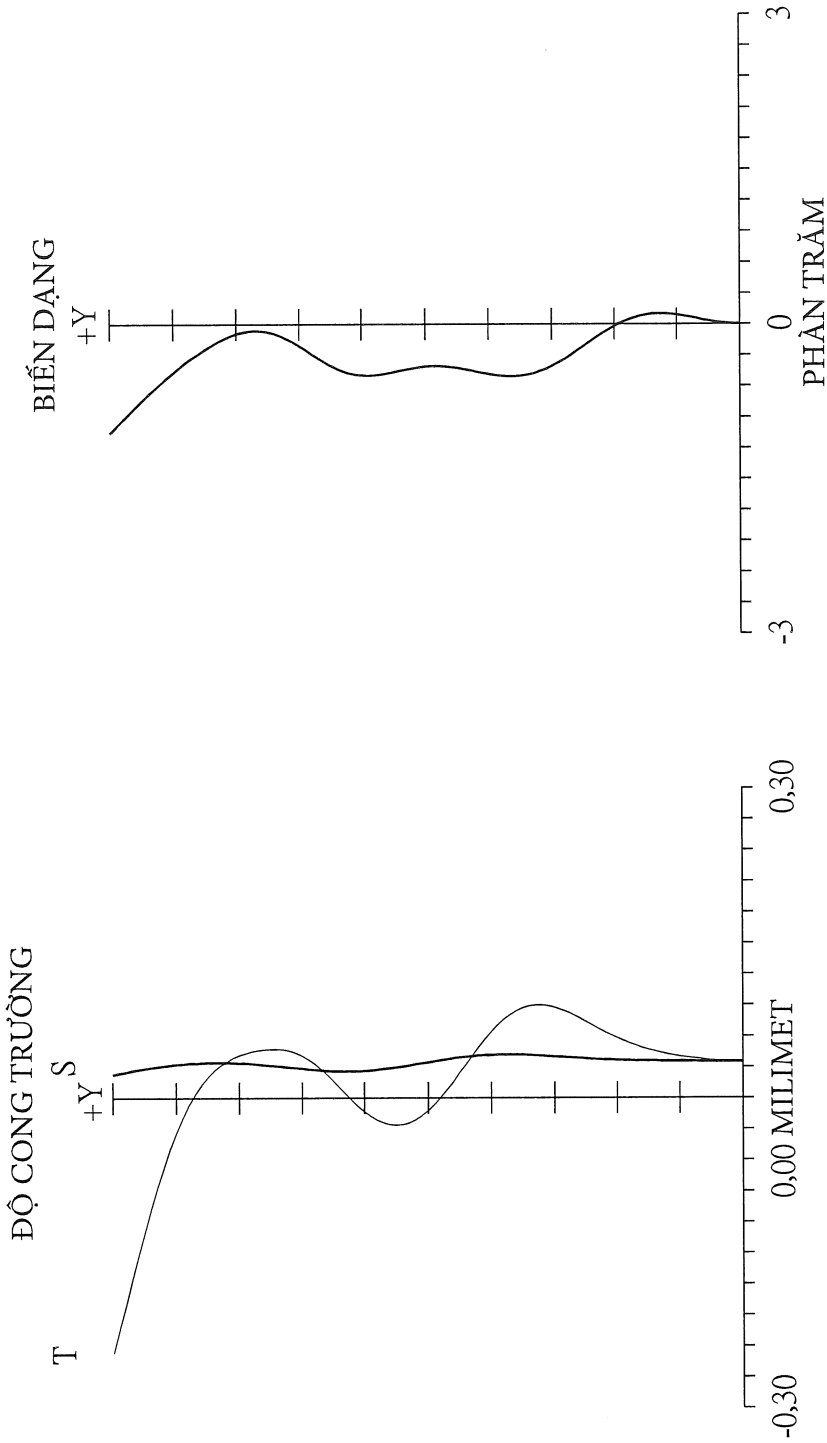


FIG.14C