



(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)



1-0029331

(51)⁷ **G02B 9/62**; H04N 5/225; G02B 11/32; (13) **B**
G02B 13/18

(21) 1-2015-02702

(22) 27/12/2013

(86) PCT/KR2013/012262 27/12/2013

(87) WO2014/104787 03/07/2014

(30) 10-2012-0158530 31/12/2012 KR

(45) 25/08/2021 401

(43) 25/11/2015 332A

(73) SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD. (KR)

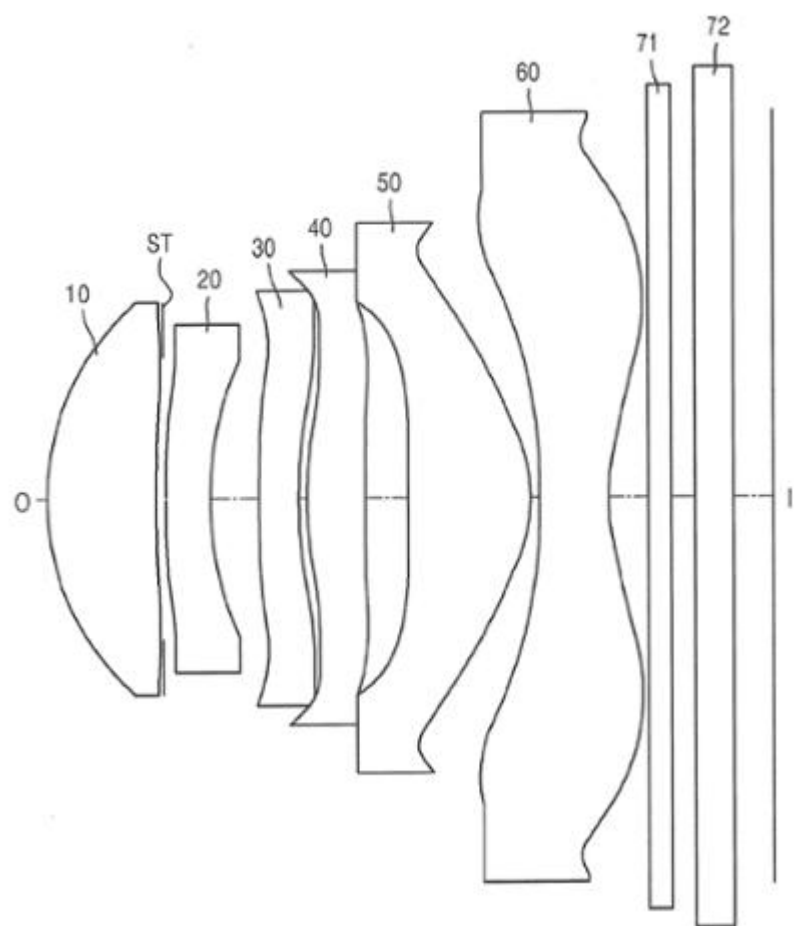
129, Samsung-ro, Yeongtong-gu, Suwon-si, Gyeonggi-do 443-742, Republic of Korea

(72) LEE, Tae-youn (KR); KIM, Yong-wook (KR).

(74) Công ty TNHH Tầm nhìn và Liên danh (VISION & ASSOCIATES CO.LTD.)

(54) ỐNG KÍNH VÀ THIẾT BỊ CHỤP ẢNH SỬ DỤNG ỐNG KÍNH NÀY

(57) Sáng chế đề cập đến ống kính và thiết bị chụp ảnh chứa ống kính này. Ống kính bao gồm thấu kính thứ nhất có bề mặt lồi hướng về phía vật và có năng suất khúc xạ dương, thấu kính thứ hai có bề mặt lõm hướng về phía ảnh và có năng suất khúc xạ âm, thấu kính thứ ba có năng suất khúc xạ dương hoặc năng suất khúc xạ âm, thấu kính thứ tư có năng suất khúc xạ dương hoặc năng suất khúc xạ âm, thấu kính thứ năm có bề mặt lồi hướng về phía ảnh và có năng suất khúc xạ dương, và thấu kính thứ sáu có hình dạng phi cầu lõm so với trục quang hướng về phía ảnh và có năng suất khúc xạ âm. Các thấu kính từ thứ nhất đến thứ sáu có thể được bố trí tuần tự từ mặt hướng về phía vật đến mặt hướng về phía ảnh.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến ống kính sáng có khả năng tạo ra các hình ảnh có độ nét cao và thiết bị chụp ảnh chứa ống kính này.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các thiết bị chụp ảnh thường sử dụng các dụng cụ tạo hình ảnh thể rắn, như cảm biến hình ảnh dạng dụng cụ ghép điện tích (CCD: charge-coupled device)) và cảm biến hình ảnh dạng chất bán dẫn oxit kim loại bù (CMOS: complementary metal-oxide semiconductor)). Các thiết bị chụp ảnh này bao gồm máy chụp ảnh số, máy quay video và máy ảnh ống kính rời. Ngoài ra, vì chúng có kích thước giảm, nên hiện nay các thiết bị chụp ảnh sử dụng các dụng cụ tạo hình ảnh thể rắn được sử dụng cho các thiết bị đầu cuối trao đổi thông tin cỡ nhỏ như điện thoại di động. Người sử dụng cần có tính năng cao như độ phân giải cao và các góc nhìn rộng. Ngoài ra, người sử dụng thành thạo chụp ảnh ngày càng tăng. Ngoài ra, các nhu cầu đối với các ống kính có thấu kính sáng và có khả năng mang lại hiệu quả lấy nét (tức là hiệu quả xóa mờ nền) cũng tăng.

Ví dụ, ống kính dùng cho máy ảnh của điện thoại di động thường sử dụng các cảm biến có kích thước nằm trong khoảng từ 1/5" đến 1/3" để giảm giá thành của các cảm biến và giảm thiểu kích thước, và các cảm biến chung dùng cho các ống kính chính trên thị trường có kích thước 1/4" hoặc 1/3".

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề kỹ thuật

Khi các vi cảm biến được sử dụng trong các hệ quang học sử dụng dụng cụ tạo hình ảnh thể rắn, vì tiêu cự ngắn, nên tạo ra độ sâu của trường ảnh lớn. Điều này thích hợp để chụp các tấm ảnh phong cảnh nhưng không thích hợp để chụp ảnh chân dung.

Giải quyết vấn đề

Các phương án thực hiện sáng chế đề xuất ống kính sáng.

Các phương án thực hiện này cũng đề xuất thiết bị chụp ảnh chứa ống kính sáng.

Theo một phương án thực hiện, ống kính này bao gồm: thấu kính thứ nhất có bề mặt lồi hướng về phía vật và có năng suất khúc xạ dương, thấu kính thứ hai có bề mặt lõm hướng về phía ảnh và có năng suất khúc xạ âm, thấu kính thứ ba có năng suất khúc xạ dương hoặc năng suất khúc xạ âm, thấu kính thứ tư có năng suất khúc xạ dương hoặc năng suất khúc xạ âm và có bề mặt lồi hướng về phía vật, thấu kính thứ năm có bề mặt lồi hướng về phía ảnh và có năng suất khúc xạ dương, và thấu kính thứ sáu có hình dạng phi cầu lõm so với trục quang hướng về phía ảnh và có năng suất khúc xạ âm, trong đó các thấu kính từ thứ nhất đến thứ sáu được bố trí tuần tự từ mặt hướng về phía vật đến mặt hướng về phía ảnh.

Ống kính này có thể thỏa mãn các phương trình sau:

$$0,7 < f/f_1 < 1,5; \text{ và}$$

$$0,9 < TL/f < 2,0;$$

trong đó f biểu thị tiêu cự của ống kính, f_1 biểu thị tiêu cự của thấu kính thứ nhất, và TL biểu thị chiều dài giữa thấu kính thứ nhất và mặt phẳng ảnh.

Ống kính này có thể thỏa mãn các phương trình sau:

$$1,6 < Y_{img}/BF < 3,1; \text{ và}$$

$$Y_{img}/\tan\theta > 6,0\text{mm};$$

trong đó Y_{img} biểu thị chiều cao ảnh lớn nhất trên mặt phẳng ảnh, BF biểu thị chiều dài giữa bề mặt về phía ảnh của thấu kính thứ sáu và mặt phẳng ảnh, và $\tan\theta$ biểu thị một nửa trường ngắm ở chiều cao ảnh lớn nhất.

Ống kính này có thể thỏa mãn phương trình sau:

$$0 < D_{air34}/D_{25} < 0,15;$$

trong đó Dair34 biểu thị khoảng cách giữa thấu kính thứ ba và thấu kính thứ tư, và D25 biểu thị khoảng cách giữa thấu kính thứ hai và thấu kính thứ năm.

Chi tiết hãm có thể được bố trí giữa thấu kính thứ nhất và thấu kính thứ hai.

Ống kính này có thể thỏa mãn phương trình sau:

$$vd2 < 30;$$

trong đó vd2 biểu thị số Abbe của thấu kính thứ hai.

Ống kính này có thể thỏa mãn các phương trình sau:

$$vd1 > 50; \text{ và}$$

$$vd5 > 50;$$

trong đó vd1 biểu thị số Abbe của thấu kính thứ nhất, và vd5 biểu thị số Abbe của thấu kính thứ năm.

Ống kính này có thể thỏa mãn phương trình sau:

$$1,58 < N2 < 1,68;$$

trong đó N2 biểu thị hệ số khúc xạ của thấu kính thứ hai so với đường d.

Ống kính này có thể thỏa mãn các phương trình sau:

$$1,51 < N5 < 1,56; \text{ và}$$

$$1,51 < N6 < 1,56$$

trong đó N5 biểu thị hệ số khúc xạ của thấu kính thứ năm so với đường d, và N6 biểu thị hệ số khúc xạ của thấu kính thứ sáu so với đường d.

Thấu kính thứ sáu có thể có một hoặc nhiều điểm uốn trên bề mặt về phía ảnh.

Thấu kính thứ sáu có thể thỏa mãn phương trình sau:

$$1,0 < | f/f6 | < 4,0;$$

trong đó f biểu thị tiêu cự của ống kính, và f_6 biểu thị tiêu cự của thấu kính thứ sáu.

Thấu kính thứ nhất có thể được làm bằng chất dẻo hoặc thủy tinh.

Các thấu kính từ thấu kính thứ hai đến thấu kính thứ sáu có thể được làm bằng chất dẻo.

Một trong số các thấu kính từ thứ nhất đến thứ sáu có thể là thấu kính phân kỳ có số Abbe bằng 30 hoặc nhỏ hơn.

Sự ổn định hình ảnh quang học (OIS-Optical image stabilization) có thể được thực hiện bằng cách sử dụng tất cả các thấu kính từ thứ nhất đến thứ sáu.

Thấu kính thứ ba và thấu kính thứ tư có thể có năng suất khúc xạ nhỏ hơn thấu kính thứ nhất, thấu kính thứ hai, thấu kính thứ năm, và thấu kính thứ sáu.

Thấu kính thứ sáu có thể có một hoặc nhiều điểm uốn trên bề mặt về phía vật.

Bề mặt về phía vật của thấu kính thứ sáu có thể có dạng lõm so với trục quang.

Ống kính này có thể có hệ số hiệu dụng F nằm trong khoảng từ 1,6 đến 1,8.

Cả hai mặt của thấu kính thứ ba có thể là hình cầu.

Thấu kính thứ nhất có thể có bề mặt lồi hướng về phía ảnh.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Các dấu hiệu và ưu điểm nêu trên và các dấu hiệu và ưu điểm khác sẽ trở nên rõ ràng hơn nhờ phần mô tả chi tiết các phương án thực hiện làm ví dụ dựa vào các hình vẽ kèm theo, trong đó:

Fig.1 là sơ đồ minh họa một ống kính theo một phương án thực hiện sáng chế;

Fig.2 là sơ đồ minh họa quang sai dọc, đường cong trường loạn thị, và độ méo của ống kính trên Fig.1;

Fig.3 là sơ đồ minh họa quang sai coma của ống kính trên Fig.1;

Fig.4 là sơ đồ minh họa ống kính, theo phương án khác;

Fig.5 là sơ đồ minh họa quang sai dọc, đường cong trường loạn thị, và độ méo của ống kính trên Fig.4;

Fig.6 là sơ đồ minh họa quang sai coma của ống kính trên Fig.4;

Fig.7 là sơ đồ minh họa ống kính theo một phương án thực hiện khác;

Fig.8 là sơ đồ minh họa quang sai dọc, đường cong trường loạn thị và độ méo của ống kính trên Fig.7;

Fig.9 là sơ đồ minh họa quang sai coma của ống kính trên Fig.7;

Fig.10 là sơ đồ minh họa ống kính theo một phương án thực hiện khác nữa;

Fig.11 là sơ đồ minh họa quang sai dọc, đường cong trường loạn thị và độ méo của ống kính trên Fig.10;

Fig.12 là sơ đồ minh họa quang sai coma của ống kính trên Fig.10;

Fig.13 là sơ đồ minh họa ống kính theo một phương án thực hiện khác;

Fig.14 là sơ đồ minh họa quang sai dọc, đường cong trường loạn thị và độ méo của ống kính trên Fig.13;

Fig.15 là sơ đồ minh họa quang sai coma của ống kính trên Fig.13;

Fig.16 là sơ đồ minh họa ống kính, theo một phương án thực hiện khác nữa;

Fig.17 là sơ đồ minh họa quang sai dọc, đường cong trường loạn thị và độ méo của ống kính trên Fig.16;

Fig.18 là sơ đồ minh họa quang sai coma của ống kính trên Fig.16;

Fig.19 là sơ đồ minh họa ống kính theo một phương án thực hiện khác nữa;

Fig.20 là sơ đồ minh họa quang sai dọc, đường cong trường loạn thị và độ méo của ống kính trên Fig.19; và

Fig.21 là sơ đồ minh họa quang sai coma của ống kính trên Fig.19.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sau đây, ống kính và thiết bị chụp ảnh chứa ống kính này theo các phương án thực hiện làm ví dụ sẽ được mô tả chi tiết dựa vào các hình vẽ.

Fig.1, Fig.4, Fig.7, Fig.10, Fig.13, Fig.16 và Fig.19 là các sơ đồ minh họa ống kính theo các phương án thực hiện làm ví dụ.

Các thấu kính của ống kính này được bố trí tuần tự từ mặt hướng về phía vật O đến mặt hướng về phía ảnh I. Ống kính này bao gồm thấu kính thứ nhất 10 có năng suất khúc xạ dương, thấu kính thứ hai 20 có năng suất khúc xạ âm, thấu kính thứ ba 30 có năng suất khúc xạ dương hoặc năng suất khúc xạ âm, thấu kính thứ tư 40 có năng suất khúc xạ dương hoặc năng suất khúc xạ âm, thấu kính thứ năm 50 có năng suất khúc xạ dương, và thấu kính thứ sáu 60 có năng suất khúc xạ âm. Chi tiết hãm ST có thể được bố trí giữa thấu kính thứ nhất 10 và thấu kính thứ hai 20. Ngoài ra, chi tiết hãm ST có thể được bố trí ở phía ảnh I của thấu kính thứ nhất 10.

Thấu kính thứ nhất 10 có thể có bề mặt lồi hướng về phía vật O, và thấu kính thứ hai 20 có thể có bề mặt lõm hướng về phía ảnh I. Thấu kính thứ ba 30 có thể có bề mặt lồi hoặc bề mặt lõm hướng về phía vật O. Thấu kính thứ tư 40 có thể có bề mặt lồi hướng về phía vật O. Thấu kính thứ năm 50 có thể có bề mặt lồi hướng về phía ảnh I. Thấu kính thứ sáu 60 có thể có phần lõm dạng phi cầu hướng về phía ảnh I so với trục quang.

Ống kính theo phương án thực hiện này có hệ số hiệu dụng F nằm trong khoảng từ 1,6 đến 1,8 và có thể được sử dụng cho các thiết bị chụp ảnh có cảm biến hình ảnh lớn. Ví dụ, các cảm biến hình ảnh lớn có thể có kích thước 1/1,7". Tuy nhiên, kích thước của các cảm biến hình ảnh lớn không bị giới hạn ở kích thước

này. Thiết bị chụp ảnh theo phương án thực hiện này có thể được sử dụng cho các thiết bị chụp ảnh như điện thoại di động, máy ảnh, máy chụp ảnh số, máy quay video cỡ nhỏ, v.v.. Nếu thiết bị chụp ảnh có cảm biến hình ảnh lớn và thấu kính sáng, thì quang sai có thể tăng và độ nhạy có thể tăng.

Theo phương án thực hiện này, thấu kính thứ ba 30 và thấu kính thứ tư 40 có thể có năng suất khúc xạ nhỏ hơn năng suất khúc xạ của các thấu kính khác, do đó làm giảm độ nhạy, độ nhạy này tăng do tăng số lượng thấu kính. Thấu kính thứ nhất 10 có thể có số Abbe bằng 50 hoặc lớn hơn, và thấu kính thứ hai 20 có thể có số Abbe nằm trong khoảng từ 20 đến 30. Do đó, sự tăng quang sai có màu theo chiều dọc khi tiêu cự tăng có thể được hiệu chỉnh một cách hữu hiệu.

Một hoặc nhiều thấu kính thứ ba 30 và thấu kính thứ tư 40 có thể là thấu kính phi cầu. Sự hiệu chỉnh quang sai lần lượt được áp dụng cho thấu kính thứ ba 30 và thấu kính thứ tư 40, nhờ đó điều chỉnh hữu hiệu quang sai sinh ra do cảm biến hình ảnh lớn và thấu kính sáng.

Thấu kính thứ nhất 10 có thể được làm bằng chất dẻo hoặc thủy tinh. Ví dụ, thấu kính thứ nhất 10 có thể được làm bằng thủy tinh phi cầu. Ngoài ra, ví dụ, thấu kính thứ nhất 10 có thể có hệ số khúc xạ nằm trong khoảng từ 1,53 đến 1,54, nhờ đó giảm được quang sai coma. Bề mặt về phía vật của thấu kính thứ nhất 10 có thể lõm và về phía ảnh I của thấu kính thứ nhất 10 có thể lồi. Bề mặt về phía ảnh của thấu kính thứ nhất 10 có thể có bán kính cong lớn hơn bề mặt về phía vật của thấu kính thứ nhất 10, nhờ đó giảm ánh sáng lóe coma do sự tăng coma quang sai một cách hợp lý.

Như được thể hiện trên Fig.1, chi tiết hãm ST có thể được bố trí trên phía ảnh của thấu kính thứ nhất 10. Nếu hệ số hiệu dụng F nhỏ, quang sai không trực tăng nhiều. Chi tiết hãm ST được bố trí ở phía ảnh của thấu kính thứ nhất 10, nhờ đó làm giảm góc tới của tia sáng trên và hạ thấp chiều cao tia sáng từ thấu kính thứ hai 20 đến thấu kính thứ sáu 60 sau chi tiết hãm ST sao cho quang sai không trực nằm trong khoảng từ $F1,6$ đến $F1,8$ có thể được điều chỉnh dễ dàng và độ nhạy của ống kính có thể giảm.

Thấu kính thứ năm 50 có thể có các đặc tính viễn tâm nhờ có bề mặt lồi hướng về phía ảnh I. Thấu kính thứ sáu 60 có thể có bề mặt lõm hướng về phía vật O và có thể có bề mặt lõm hướng về phía ảnh I so với trục quang. Phía ảnh của thấu kính thứ sáu 60 có thể có một hoặc nhiều điểm uốn. Điểm uốn là điểm mà ở đó dấu hiệu năng suất khúc xạ thay đổi từ dương (+) sang âm (-) hoặc thay đổi từ âm (-) sang dương (+). Phía ảnh của thấu kính thứ sáu 60 có thể có dạng lõm liền kề trục quang và có thể có dạng lồi và dạng lõm xa hơn từ trục quang. Vì thấu kính thứ sáu 60 có một hoặc nhiều điểm uốn, nên các đường cong trường loạn thị thu được từ các thấu kính thứ nhất 10 đến thấu kính thứ năm 50 có thể được hiệu chỉnh, và góc tới trên cảm biến hình ảnh (tức là, góc mà tia sáng chính tới trên mặt phẳng ảnh, được gọi là góc tia sáng chính) có thể được điều chỉnh. Ngoài ra, sự tăng quang sai hình cầu dọc trục trong khi sử dụng thấu kính sáng và quang sai coma dọc trục có thể được hiệu chỉnh một cách hữu hiệu.

Mặt khác, việc tăng số lượng thấu kính khi sử dụng cảm biến hình ảnh lớn có thể làm tăng độ nhạy. Năng suất khúc xạ của thấu kính thứ ba 30 và thấu kính thứ tư 40 có thể nhỏ hơn năng suất khúc xạ của thấu kính thứ nhất 10, thấu kính thứ hai 20, thấu kính thứ năm 50 và thấu kính thứ sáu 60, nhờ đó giảm được độ nhạy của ống kính.

Theo phương án thực hiện này, có thể thực hiện việc điều chỉnh tiêu cự bằng cách dịch chuyển toàn bộ các thấu kính từ thứ nhất 10 đến thứ sáu 60. Ngoài ra, sự ổn định hình ảnh quang học (OIS-Optical image stabilization) có thể được thực hiện bằng cách dịch chuyển toàn bộ các thấu kính từ thứ nhất 10 đến thứ sáu 60. Ống kính này có sáu thấu kính, và một hoặc nhiều thấu kính thứ ba 30 và thấu kính thứ tư 40 làm từ thấu kính phi cầu, nhờ đó dùng được cho các cảm biến hình ảnh lớn và thấu kính sáng một cách thích hợp. Ngoài ra, có thể chụp ảnh có độ nét cao và tạo ra hiệu quả điều chỉnh tiêu cự (tức là, hiệu quả xóa mờ nền).

Ống kính theo phương án thực hiện này có thể thỏa mãn các phương trình sau:

$$0,7 < f/f_1 < 1,5$$

Phương trình (1)

$$0,9 < TL/f < 2,0$$

Phương trình (2)

trong đó, f biểu thị tiêu cự của ống kính, f_1 biểu thị tiêu cự của thấu kính thứ nhất 10, TL biểu thị chiều dài từ thấu kính thứ nhất 10 đến mặt phẳng ảnh hoặc cảm biến hình ảnh.

Theo phương trình 1, (f/f_1) là giới hạn năng suất khúc xạ của thấu kính thứ nhất 10. Nếu (f/f_1) có giá trị bằng giới hạn dưới hoặc nhỏ hơn, thì năng suất khúc xạ của thấu kính thứ nhất 10 trở nên nhỏ hơn, do đó tăng quang sai có màu theo chiều dọc của toàn bộ ống kính. Nếu (f/f_1) có giá trị bằng hoặc lớn hơn giới hạn trên, vì năng suất khúc xạ trở nên quá lớn và quang sai hình cầu tăng, nên khó hiệu chỉnh quang sai.

Theo phương trình 2, khi (TL/f) bằng hoặc lớn hơn giới hạn trên, quang sai dọc trục hoặc không trục có thể được hiệu chỉnh, nhưng khó giảm thiểu kích thước của ống kính do sự tăng chiều dài quang học đầy đủ. Nếu (TL/f) bằng hoặc nhỏ hơn giới hạn dưới, việc giảm thiểu kích thước là dễ dàng. Tuy nhiên, khó sản xuất thấu kính bằng phương pháp đúc phun, vì chiều dày của các thấu kính trở nên nhỏ hơn và năng suất giảm do tăng độ nhảy.

Ống kính theo phương án thực hiện này có thể thỏa mãn các phương trình sau:

$$1,6 < Y_{img}/BF < 3,1$$

Phương trình (3)

$$Y_{img}/\tan\theta > 6,0\text{mm}$$

Phương trình (4)

trong đó Y_{img} biểu thị chiều cao ảnh lớn nhất trên trường ảnh, BF biểu thị tiêu cự sau, là tiêu cự từ phía ảnh của thấu kính thứ sáu 60 đến trường ảnh, và $\tan\theta$ biểu thị một nửa trường ngắm ở chiều cao ảnh lớn nhất.

Trong phương trình 3, nếu (Y_{img}/BF) bằng hoặc nhỏ hơn giới hạn dưới, tổng chiều dài của ống kính có thể tăng, và có thể khó hiệu chỉnh quang sai. Nếu (Y_{img}/BF) bằng hoặc lớn hơn giới hạn trên, có thể không đủ không gian để lắp dụng cụ như bộ lọc hồng ngoại.

Trong phương trình 4, ($\text{Yimg}/\text{Tan}\theta$) biểu thị tỷ lệ của chiều cao ảnh lớn nhất với một nửa trường ngắm. Nếu thỏa mãn phương trình 4, có thể tạo ra các hình ảnh có độ nét cao bằng cách sử dụng cảm biến hình ảnh lớn. Ví dụ, cảm biến hình ảnh có thể có kích thước 1/1,7". Nhờ cảm biến hình ảnh lớn này được sử dụng nên thực hiện được các chức năng điều chỉnh lệch tiêu cự, thu được hiệu quả xóa mờ nền.

Ống kính này có thể thỏa mãn phương trình sau:

$$0 < \text{Dair34}/\text{D25} < 0,15$$

Phương trình (5)

trong đó Dair34 biểu thị khoảng cách giữa thấu kính thứ ba 30 và thấu kính thứ tư 40, và D25 biểu thị khoảng cách giữa thấu kính thứ hai 20 và thấu kính thứ năm 50.

Phương trình 5 thể hiện tỷ lệ của khoảng cách giữa thấu kính thứ ba 30 và thấu kính thứ tư 40 với khoảng cách giữa thấu kính thứ hai 20 và thấu kính thứ năm 50. Khoảng cách giữa thấu kính thứ hai 20 và thấu kính thứ năm 50 bao gồm các chiều dày của thấu kính thứ ba 30 và thấu kính thứ tư 40. Nếu thỏa mãn phương trình 5, có thể tạo ra không gian thích hợp để bố trí cơ cấu để lắp chi tiết hãm ST nằm giữa thấu kính thứ nhất 10 và thấu kính thứ hai 20 và tạo ra không gian để gài mặt nạ là màng ngăn ánh sáng lóe và bóng ma trong các thấu kính tương ứng. Nếu ($\text{Dair34}/\text{D25}$) có giá trị bằng hoặc nhỏ hơn giới hạn dưới, vì khoảng cách giữa thấu kính thứ ba 30 và thấu kính thứ tư 40 là ngắn, nên thiếu không gian để gài mặt nạ. Nếu ($\text{Dair34}/\text{D25}$) có giá trị bằng hoặc lớn hơn giới hạn trên, do việc tăng tổng chiều dài của ống kính, nên khó giảm thiểu kích thước của ống kính. Ngoài ra, tỷ lệ chiều dày không đều của thấu kính thứ ba 30 với thấu kính thứ tư 40 tăng, do đó ảnh hưởng đến hiệu quả của việc đúc phun các thấu kính. Tỷ lệ chiều dày không đều này biểu thị tỷ lệ chiều dày của phần mép của thấu kính với phần tâm của nó. Nếu tỷ lệ chiều dày không đều này tăng, thì chiều dày ở giữa quá nhỏ hoặc chiều dày ở mép quá lớn khiến cho các đặc tính đúc của các thấu kính đúc phun có thể bị ảnh hưởng. Nếu thỏa mãn phương trình 5, tia sáng đi ra từ thấu kính thứ hai 20, có năng suất khúc xạ âm, làm giảm góc tới của tia sáng tới thấu kính thứ năm 50, có năng suất khúc xạ dương.

Ngoài ra, để hiệu chỉnh quang sai do việc sử dụng cảm biến hình ảnh lớn, các dạng phi cầu của thấu kính thứ ba 30 và thấu kính thứ tư 40 có thể được điều chỉnh một cách thích hợp. Vì thấu kính thứ ba 30 và thấu kính thứ tư 40 cùng có bốn bề mặt thấu kính, nên bề mặt phi cầu có thể được sử dụng một cách thích hợp, nhờ đó hiệu chỉnh hữu hiệu sự tăng quang sai phi cầu và quang sai coma do độ sáng của các thấu kính. Mặt khác, chi tiết hãm ST có thể được bố trí giữa thấu kính thứ nhất 10 và thấu kính thứ hai 20. Nếu chi tiết hãm ST nằm giữa thấu kính thứ nhất 10 và thấu kính thứ hai 20 thay vì nằm ở phía vật của thấu kính thứ nhất 10, góc tới của tia sáng trên tới bề mặt về phía vật của thấu kính thứ nhất 10 giảm đi, do đó làm giảm độ nhảy của thấu kính thứ nhất 10, và tia sáng trên của thấu kính được bố trí sau chi tiết hãm ST có thể hạ thấp chiều cao tia sáng liên tục. Độ nhảy này có thể tăng vì thông lượng ánh sáng tác động mạnh do chiều cao của tia sáng trở nên lớn hơn. Do đó, độ nhảy có thể được giảm bớt bằng cách hạ thấp chiều cao của tia sáng.

Ống kính này có thể thỏa mãn phương trình sau:

$$vd2 < 30 \quad \text{Phương trình (6)}$$

trong đó $vd2$ biểu thị số Abbe của thấu kính thứ hai 20.

Phương trình 6 đề cập đến việc hiệu chỉnh quang sai có màu. Vật liệu làm thấu kính có thể được phân loại theo số Abbe thành nhóm làm bằng thủy tinh cron có số Abbe bằng hoặc lớn hơn 50 và nhóm làm bằng thủy tinh flin có số Abbe nhỏ hơn 50. Thấu kính thứ hai 20 có năng suất khúc xạ âm có thể hiệu chỉnh hữu hiệu quang sai có màu theo chiều dọc bằng cách sử dụng vật liệu có độ phân tán cao của nhóm làm bằng thủy tinh flin.

Thấu kính thứ nhất 10 và thấu kính thứ năm 50 có thể thỏa mãn các phương trình sau:

$$vd1 > 50 \quad \text{Phương trình (7)}$$

$$vd5 > 50 \quad \text{Phương trình (8)}$$

trong đó vd1 biểu thị số Abbe của thấu kính thứ nhất 10 và vd5 biểu thị số Abbe của thấu kính thứ năm 50.

Thấu kính thứ nhất 10 có năng suất khúc xạ dương có thể sử dụng vật liệu có độ phân tán thấp thuộc nhóm làm bằng thủy tinh cron. Nếu được chế tạo bằng thủy tinh phi cầu, thấu kính thứ nhất 10 có thể sử dụng vật liệu có độ phân tán cao hơn chất dẻo, nhờ đó hiệu chỉnh hữu hiệu hơn quang sai có màu theo chiều dọc. Ví dụ, thấu kính thứ nhất 10 có thể được làm bằng vật liệu có số Abbe bằng hoặc lớn hơn 50, và thấu kính thứ hai 20 có thể được làm bằng vật liệu có số Abbe bằng hoặc nhỏ hơn 30. Ngoài ra, còn có độ chênh lệch 20 hoặc lớn hơn giữa các số Abbe của thấu kính thứ nhất 10 và thấu kính thứ hai 20, nhờ đó giảm ánh sáng lóe có màu làm ảnh hưởng đến độ tương phản. Thấu kính thứ năm 50 được chế tạo bằng vật liệu có số Abbe bằng hoặc lớn hơn 50, nhờ đó dễ dàng hiệu chỉnh quang sai có màu.

Ống kính này có thể thỏa mãn phương trình sau:

$$1,58 < N2 < 1,68 \quad \text{Phương trình (9)}$$

trong đó N2 biểu thị hệ số khúc xạ của thấu kính thứ hai 20 so với đường d.

Ống kính này có thể thỏa mãn các phương trình sau:

$$1,51 < N5 < 1,56 \quad \text{Phương trình (10)}$$

$$1,51 < N6 < 1,56 \quad \text{Phương trình (11)}$$

trong đó N5 biểu thị hệ số khúc xạ của thấu kính thứ năm 50 so với đường d, và N6 biểu thị hệ số khúc xạ của thấu kính thứ sáu 60 so với đường d.

Nếu thỏa mãn các phương trình từ 9 đến 11, có thể giảm được chi phí chế tạo các thấu kính, giảm trọng lượng của các thấu kính, và dễ dàng xử lý các thấu kính này. Ngoài ra, vì kích thước của các thấu kính tăng khi được sử dụng với cảm biến hình ảnh lớn, nên thấu kính thứ sáu 60 có hình dạng phức tạp có thể được làm bằng chất dẻo có ít khúc xạ hai lần hơn (tức là, ít khúc xạ kép hơn).

Thấu kính thứ sáu có thể thỏa mãn phương trình sau:

$$1,0 < |f/f_6| < 4,0$$

Phương trình (12)

trong đó f biểu thị tiêu cự của ống kính và f_6 biểu thị tiêu cự của thấu kính thứ sáu 60.

Phương trình 12 đề cập đến tiêu cự của thấu kính thứ sáu 60, và thấu kính thứ sáu 60 có thể hiệu chỉnh các đường cong trường loạn thị, góc thoát và độ méo xảy ra ở các thấu kính từ thứ nhất 10 đến thứ năm 50. Nếu $|f/f_6|$ nằm ngoài phạm vi của phương trình 12, thì khó hiệu chỉnh các đường cong trường loạn thị.

Thấu kính phân kỳ có số Abbe bằng hoặc nhỏ hơn 30 có thể chỉ được chế tạo cho một trong số các thấu kính từ thấu kính từ thứ nhất đến thấu kính thứ sáu 60. Nghĩa là, ống kính này chỉ sử dụng một thấu kính phân kỳ có độ phân tán cao, nhờ đó rút ngắn được tổng chiều dài và hiệu chỉnh quang sai một cách hợp lý, như quang sai có màu theo chiều dọc là quang sai có màu trên một trục và quang sai có màu phóng đại, để có hiệu năng tạo hình ảnh cao ở các góc từ vùng tâm đến vùng rìa.

Ống kính này có thể thực hiện việc ổn định hình ảnh quang học bằng cách sử dụng toàn bộ các thấu kính từ thứ nhất đến thứ sáu.

Ngoài ra, bề mặt phi cầu được sử dụng trong ống kính theo phương án thực hiện này sẽ được xác định như sau.

Dạng phi cầu có thể được thể hiện theo phương trình sau (Phương trình 13) trong đó hướng đi tới của tia sáng là dương khi trục quang là trục x và hướng vuông góc với trục quang là trục y . Trong trường hợp này, x biểu thị chiều dài từ đỉnh theo hướng trục quang, y biểu thị chiều dài theo hướng vuông góc với trục quang, K biểu thị hằng số conic, a , b , c , và d biểu thị các hệ số phi cầu, và C biểu thị số nghịch đảo của bán kính cong ($1/R$) ở đỉnh của thấu kính.

$$x = \frac{Cy^2}{1 + \sqrt{1 - (K+1)C^2y^2}} + ay^4 + by^6 + cy^8 + dy^{10}$$

Phương trình (13)

Theo sáng chế, các kết cấu khác nhau của ống kính được thể hiện theo các phương án thực hiện sau. Dưới đây, các tiêu cự được thể hiện bằng đơn vị mm, các góc nhìn được thể hiện bằng đơn vị độ, và * biểu thị bề mặt phi cầu. Ngoài ra, đối với các chiều dài bước sóng thì đường C là 656,3nm, đường d là 587,6nm, đường e là 546,1nm, đường g là 435,8nm và đường F là 486,1nm.

Trên các hình vẽ minh họa các phương án thực hiện tương ứng, một hoặc nhiều bộ lọc 71 và 72 có thể được bố trí liền kề nhất với phía ảnh I. Ví dụ, các bộ lọc 71 và 72 có thể có một hoặc nhiều bộ lọc thông thấp, bộ lọc cản hồng ngoại, và một nắp che thủy tinh. Tuy nhiên, có thể chế tạo ống kính không có bộ lọc.

Phương án thực hiện 1

Fig.1 là sơ đồ minh họa ống kính theo một phương án thực hiện sáng chế. Dữ liệu thiết kế của ống kính theo phương án thực hiện 1 được thể hiện dưới đây.

Sau đây, chiều dài của đường chéo trên mặt phẳng ảnh, nghĩa là, chiều cao ảnh lớn nhất đều là $Y=4,9\text{mm}$.

Theo phương án thực hiện 1, các thấu kính từ thứ nhất 10 đến thứ sáu 60 có năng suất khúc xạ kiểu P-N-N-P-P-N và chỉ tiết hãm ST được bố trí giữa thấu kính thứ nhất 10 và thấu kính thứ hai 20. Trong trường hợp này, P biểu thị năng suất khúc xạ dương và N biểu thị năng suất khúc xạ âm. Hệ số hiệu dụng $F/1,88$, một nửa góc nhìn là $32,59^\circ$, tổng chiều dài (TL) là 9,59mm, và tổng tiêu cự (f) là 7,55mm.

Bảng 1

Bề mặt thấu kính	Bán kính cong	Chiều dày	Hệ số khúc xạ (nd)	Số Abbe (vd)
Vật	không giới hạn	không giới hạn		
S1	không giới hạn	0,000		
S2*	3,329	1,420	1,544	56,11
S3*	-257,684	0,054		
S4(ST)	không giới hạn	0,054		
S5*	7,150	0,600	1,651	21,54
S6*	3,183	0,632		
S7*	6,753	0,550	1,544	56,11
S8*	5,146	0,144		
S9*	6,375	0,746	1,544	56,11
S10*	15,638	0,592		
S11*	-16,478	1,600	1,531	55,75
S12*	-1,599	0,127		
S13*	-8,632	0,900	1,544	56,11
S14*	1,909	0,540		
S15	không giới hạn	0,300	1,517	64,20
S16	không giới hạn	0,300		
S17	không giới hạn	0,5	1,517	64,20
S18	không giới hạn	0,518		
Img	không giới hạn	0,01		

* biểu thị bề mặt phi cầu, img biểu thị mặt phẳng ảnh hoặc cảm biến hình ảnh, và hằng số conic (K) và các giá trị của các hệ số phi cầu A, B, C, D, E và F là như dưới đây. Ngoài ra, bề mặt S1 có thể là bề mặt giả.

Bảng 2

Bề mặt thấu kính	K	A	B	C	D	E	F
S2	0,0000E+00	7,8628E-04	2,8790E-05	4,4982E-05	1,3676E-06		
S3	0,0000E+00	-3,6876E-03	4,2240E-03	-1,0098E-03	7,2356E-05		
S5	0,0000E+00	-2,1007E-02	8,1243E-03	-1,8756E-03	1,3736E-04		
S6	0,0000E+00	-2,1613E-02	5,4947E-03	-1,0900E-03	9,0234E-05		
S7	0,0000E+00	-8,5226E-03	-5,7846E-04	1,5515E-05	0,0000E+00		
S8	0,0000E+00	-1,0873E-02	-8,5762E-04	4,1969E-04	-1,1431E-04	9,4499E-06	
S9	0,0000E+00	-1,2824E-02	2,6316E-04	1,9175E-04	-3,2604E-05		
S10	0,0000E+00	-9,1650E-03	-3,1691E-05	0,0000E+00	0,0000E+00		
S11	0,0000E+00	-5,5748E-03	2,8647E-04	-5,9798E-04	1,2032E-04	-1,3160E-05	
S12	-4,8627E+00	-1,2993E-02	2,1348E-03	-3,5270E-04	3,2928E-05	-8,3881E-07	
S13	-1,5815E+02	-1,5226E-02	8,9540E-04	3,4438E-05	-3,3116E-06	5,9035E-08	
S14	-8,1401E+00	-1,0316E-02	1,0846E-03	-1,0864E-04	6,2976E-06	-2,1372E-07	3,5743E-09

Fig.2 minh hoạ quang sai hình cầu dọc trục, đường cong trường loạn thị và độ méo của ống kính trên Fig.1. Nhờ các đường cong trường loạn thị, các độ cong trường tiếp tuyến (T) và các độ cong trường đối xứng dọc (S) được thể hiện. Fig.3 là sơ đồ quang sai coma của ống kính trên Fig.1.

Phương án thực hiện 2

Fig.4 là sơ đồ minh họa ống kính theo một phương án thực hiện khác. Dữ liệu thiết kế của ống kính theo phương án thực hiện 2 được thể hiện dưới đây.

Theo phương án thực hiện 2, các thấu kính từ thứ nhất 10 đến thứ sáu 60 có các năng suất khúc xạ kiểu P-N-P-P-P-N và chi tiết hãm ST được bố trí ở phía ảnh của thấu kính thứ nhất 10. Thấu kính thứ ba 30 có thể có cả hai bề mặt hình cầu. Hệ số hiệu dụng là F/1,86, một nửa góc nhìn là $32,66^\circ$, tổng chiều dài (TL) là 9,60mm, và tổng tiêu cự (f) là 7,55mm.

Bảng 3

Bề mặt thấu kính	Bán kính cong	Chiều dày	Hệ số khúc xạ (nd)	Số Abbe (vd)
vật	không giới hạn	không giới hạn		
S1*	3,250	1,472	1,544	56,11
S2*(ST)	1571,375	0,173		
S3*	7,284	0,580	1,651	21,54
S4*	3,311	0,543		
S5	-26,067	0,550	1,531	55,75
S6	-17,286	0,040		
S7*	10,276	0,657	1,531	55,75
S8*	17,456	0,727		
S9*	-8,081	1,600	1,531	55,75
S10*	-1,442	0,077		
S11*	-8,204	0,949	1,531	55,75
S12*	1,757	0,600		
S13	không giới hạn	0,300	1,517	64,2
S14	không giới hạn	0,3		
S15	không giới hạn	0,5	1,517	64,2
S16	không giới hạn	0,52		
ảnh	không giới hạn	0,01		

Hằng số conic (K) và các hệ số phi cầu (A, B, C, D, E và F) được thể hiện dưới đây.

Bảng 4

Bề mặt thấu kính	K	A	B	C	D	E	F
S1	0,0000E+00	5,8742E-04	1,8688E-04	4,2207E-06	6,7137E-06		
S2	0,0000E+00	-7,6978E-03	6,0522E-03	-1,4329E-03	1,1431E-04		
S3	0,0000E+00	-2,9707E-02	1,2506E-02	-3,0447E-03	2,5684E-04		
S4	0,0000E+00	-2,6824E-02	9,2188E-03	-2,0903E-03	2,0186E-04		
S7	0,0000E+00	-1,2424E-02	6,9320E-05	1,6027E-04	-2,6072E-05		
S8	0,0000E+00	-9,1650E-03	-3,1691E-05	0,0000E+00	0,0000E+00		
S9	0,0000E+00	-6,0947E-03	4,3039E-04	-6,4450E-04	1,1453E-04	-9,7778E-06	
S10	-4,5780E+00	-1,8280E-02	3,0519E-03	-5,1179E-04	3,5815E-05	2,0824E-07	
S11	-2,0569E+02	-1,3414E-02	7,5877E-04	2,3031E-05	-1,6249E-06	6,4337E-09	
S12	-7,9521E+00	-9,7786E-03	1,0701E-03	-1,0836E-04	6,4484E-06	-2,2542E-07	3,7468E-09

Fig.5 minh họa quang sai hình cầu dọc trục, đường cong trường loạn thị và độ méo của ống kính trên Fig.4. Nhờ các đường cong trường loạn thị, các độ cong trường tiếp tuyến (T) và các độ cong trường đối xứng dọc (S) được thể hiện. Fig.6 là sơ đồ quang sai coma của ống kính trên Fig.4.

Phương án thực hiện 3

Fig.7 là sơ đồ minh họa ống kính theo một phương án thực hiện khác nữa. Dữ liệu thiết kế của ống kính theo phương án thực hiện 3 được thể hiện dưới đây.

Theo phương án thực hiện 3, các thấu kính từ thứ nhất 10 đến thứ sáu 60 có các năng suất khúc xạ kiểu P-N-P-P-P-N và chỉ tiết hãm ST được bố trí ở phía ảnh của thấu kính thứ nhất 10. Thấu kính thứ ba 30 có thể có cả hai bề mặt hình cầu. Hệ số hiệu dụng là F/1,88, một nửa góc nhìn là $32,56^\circ$, tổng chiều dài (TL) là 9,60mm và tổng tiêu cự (f) là 7,55mm.

Bảng 5

Bề mặt thấu kính	Bán kính cong	Chiều dày	Hệ số khúc xạ (nd)	Số Abbe (vd)
vật	không giới hạn	không giới hạn		
S1*	3,335	1,424	1,583	59,04
S2*(ST)	33,354	0,214		
S3*	7,366	0,600	1,651	21,54
S4*	3,538	0,514		
S5	-36,240	0,550	1,531	55,75
S6	-30,393	0,040		
S7*	9,407	0,746	1,531	55,75
S8*	15,638	0,664		
S9*	-10,014	1,600	1,531	55,75
S10*	-1,496	0,048		
S11*	-8,136	0,987	1,531	55,75
S12*	1,822	0,580		
S13	không giới hạn	0,300	1,517	64,2

S14	không giới hạn	0,300		
S15	không giới hạn	0,500	1,517	64,2
S16	không giới hạn	0,522		
ảnh	không giới hạn	0,010		

Hằng số conic (K) và các hệ số phi cầu (A, B, C, D, E và F) được thể hiện dưới đây.

Bảng 6

Bề mặt thấu kính	K	A	B	C	D	E	F
S1	0,0000E+00	2,7731E-04	1,5467E-04	1,6414E-05	1,0508E-06		
S2	0,0000E+00	-1,0580E-02	6,0583E-03	-1,3465E-03	1,0555E-04		
S3	0,0000E+00	-3,0566E-02	1,2686E-02	-2,9659E-03	2,5226E-04		
S4	0,0000E+00	-2,4830E-02	9,4221E-03	-2,0815E-03	1,9956E-04		
S7	0,0000E+00	-1,2824E-02	2,6316E-04	1,9175E-04	-3,2604E-05		
S8	0,0000E+00	-9,1650E-03	-3,1691E-05	0,0000E+00	0,0000E+00		
S9	0,0000E+00	-5,2209E-03	4,9345E-04	-6,6984E-04	1,1876E-04	-1,0558E-05	
S10	-4,8221E+00	-1,5855E-02	2,7804E-03	-4,7440E-04	3,7441E-05	-3,5483E-07	
S11	-1,8693E+02	-1,3506E-02	7,7481E-04	2,4694E-05	-1,5954E-06	-2,2566E-09	
S12	-8,2633E+00	-9,7284E-03	1,0526E-03	-1,0682E-04	6,4574E-06	-2,3139E-07	3,9624E-09

Fig.8 minh hoạ quang sai hình cầu dọc trục, đường cong trường loạn thị và độ méo của ống kính trên Fig.7. Nhờ các đường cong trường loạn thị, các độ cong trường tiếp tuyến (T) và các độ cong trường đối xứng dọc (S) được thể hiện. Fig.9 là sơ đồ quang sai coma của ống kính trên Fig.7.

Phương án thực hiện 4

Fig.10 là sơ đồ minh họa ống kính, theo một phương án thực hiện khác nữa. Dữ liệu thiết kế của ống kính theo phương án thực hiện 4 được thể hiện dưới đây. Theo phương án thực hiện 4, các thấu kính từ thứ nhất 10 đến thứ sáu 60 có các năng suất khúc xạ kiểu P-N-P-P-P-N và chi tiết hãm ST được bố trí ở phía ảnh của thấu kính thứ nhất 10. Thấu kính thứ ba có thể có cả hai bề mặt hình cầu. Hệ số hiệu dụng là $F/1,87$, một nửa góc nhìn là $32,81^\circ$, tổng chiều dài (TL) là 9,60mm, và tổng tiêu cự (f) là 7,50mm.

Bảng 7

Bề mặt thấu kính	Bán kính cong	Chiều dày	Hệ số khúc xạ (nd)	Số Abbe (vd)
vật	không giới hạn	không giới hạn		
S1*	3,257	1,420	1,544	56,11
S2*(ST)	-137,671	0,180		
S3*	7,944	0,600	1,651	21,54
S4*	3,350	0,529		
S5	-36,240	0,550	1,544	56,11
S6	-30,390	0,040		
S7*	9,407	0,746	1,544	56,11
S8*	15,638	0,644		
S9*	-9,571	1,600	1,531	55,75
S10*	-1,719	0,203		

S11*	-17,662	0,900	1,544	56,11
S12*	1,974	0,555		
S13	không giới hạn	0,300	1,517	64,2
S14	không giới hạn	0,300		
S15	không giới hạn	0,500	1,517	64,2
S16	không giới hạn	0,521		
ảnh	không giới hạn	0,010		

Hằng số conic (K) và các hệ số phi cầu (A, B, C, D, E và F) được thể hiện dưới đây.

Bảng 8

Bề mặt thấu kính	K	A	B	C	D	E	F
S1	0,0000E+00	7,6330E-04	1,9199E-04	1,4364E-05	8,6656E-06		
S2	0,0000E+00	-3,3119E-03	4,3710E-03	-1,0035E-03	6,6622E-05		
S3	0,0000E+00	-2,3187E-02	9,9779E-03	-2,4587E-03	1,8368E-04		
S4	0,0000E+00	-2,4132E-02	8,4223E-03	-1,9513E-03	1,8146E-04		
S7	0,0000E+00	-1,2824E-02	2,6316E-04	1,9175E-04	-3,2604E-05		
S8	0,0000E+00	-9,1650E-03	-3,1691E-05	0,0000E+00	0,0000E+00		
S9	0,0000E+00	-3,8954E-03	1,1601E-04	-5,8395E-04	1,1353E-04	-1,0290E-05	
S10	-4,4971E+00	-1,4747E-02	2,2788E-03	-3,8762E-04	3,2274E-05	-2,9870E-07	

S11	-6,5112E+02	-1,5498E-02	9,3667E-04	3,3879E-05	-3,4688E-06	6,3697E-08	
S12	-7,4259E+00	-1,0789E-02	1,1325E-03	-1,0702E-04	6,1849E-06	-2,0890E-07	3,3683E-09

Fig.11 minh họa quang sai hình cầu dọc trục, đường cong trường loạn thị và độ méo của ống kính trên Fig.10. Nhờ các đường cong trường loạn thị, các độ cong trường tiếp tuyến (T) và các độ cong trường đối xứng dọc (S) được thể hiện. Fig.12 là sơ đồ quang sai coma của ống kính trên Fig.10.

Phương án thực hiện 5

Fig.13 là sơ đồ minh họa ống kính, theo một phương án thực hiện khác. Dữ liệu thiết kế của ống kính theo phương án thực hiện 5 được thể hiện dưới đây. Theo phương án thực hiện 5, các thấu kính từ thứ nhất 10 đến thứ sáu 60 có các năng suất khúc xạ kiểu P-N-P-N-P-N và chỉ tiết hãm ST được bố trí ở phía ảnh của thấu kính thứ nhất 10. Thấu kính thứ ba này có thể có cả hai bề mặt phi cầu. Hệ số hiệu dụng là F/1,87, một nửa góc nhìn là $32,79^\circ$, tổng chiều dài (TL) là 9,60mm và tổng tiêu cự (f) là 7,50mm.

Bảng 9

Bề mặt thấu kính	Bán kính cong	Chiều dày	Hệ số khúc xạ (nd)	Số Abbe (vd)
vật	không giới hạn	không giới hạn		
S1*	3,346	1,396	1,544	56,11
S2*(ST)	-181,735	0,161		
S3*	7,383	0,580	1,651	21,54
S4*	3,267	0,793		
S5*	131,746	0,568	1,544	56,11
S6*	-20,926	0,040		

S7*	9,630	0,548	1,544	56,11
S8*	8,955	0,624		
S9*	-13,880	1,587	1,531	55,75
S10*	-1,715	0,232		
S11*	-9,603	0,900	1,544	56,11
S12*	2,076	0,538		
S13	không giới hạn	0,300	1,517	64,2
S14	không giới hạn	0,300		
S15	không giới hạn	0,500	1,517	64,2
S16	không giới hạn	0,522		
ảnh	không giới hạn	0,010		

Hằng số conic (K) và các hệ số phi cầu (A, B, C, D, E và F) được thể hiện dưới đây.

Bảng 10

Bề mặt thấu kính	K	A	B	C	D	E	F
1	0,0000E+00	7,9045E-04	9,0958E-05	3,5561E-05	2,8531E-06		
2	0,0000E+00	-4,0164E-03	4,3586E-03	-1,0430E-03	7,9637E-05		
3	0,0000E+00	-2,3310E-02	9,3867E-03	-2,2916E-03	1,9297E-04		
4	0,0000E+00	-2,3099E-02	7,2908E-03	-1,7619E-03	1,7731E-04		
5	0,0000E+00	-3,9754E-03	-1,0856E-03	1,2058E-04	-1,1398E-04		

6	0,0000E+00	-1,8281E-03	-4,3708E-04	-4,0507E-05	-6,6603E-05		
7	0,0000E+00	-1,2824E-02	2,6316E-04	1,9175E-04	-3,2604E-05		
8	0,0000E+00	-1,3016E-02	-4,0466E-04	-1,0013E-05	-8,3743E-07		
9	0,0000E+00	-2,4335E-03	7,5750E-05	-6,4068E-04	1,0844E-04	-1,2481E-05	
10	-4,5244E+00	-1,2690E-02	2,3371E-03	-3,8086E-04	3,2152E-05	-6,7759E-07	
11	-1,5657E+02	-1,5362E-02	9,3412E-04	3,4638E-05	-3,3661E-06	5,7801E-08	
12	-7,8307E+00	-1,0542E-02	1,1403E-03	-1,0904E-04	6,2237E-06	-2,0649E-07	3,3869E-09

Fig.14 minh họa quang sai hình cầu dọc trục, đường cong trường loạn thị và độ méo của ống kính trên Fig.13. Nhờ các đường cong trường loạn thị, các độ cong trường tiếp tuyến (T) và các độ cong trường đối xứng dọc (S) được thể hiện. Fig.15 là sơ đồ quang sai coma của ống kính trên Fig.13.

Phương án thực hiện 6

Fig.16 minh họa ống kính theo một phương án thực hiện khác nữa. Dữ liệu thiết kế của ống kính theo phương án thực hiện 6 được thể hiện dưới đây. Theo phương án thực hiện 6, các thấu kính từ thứ nhất 10 đến thứ sáu 60 các năng suất khúc xạ kiểu P-N-N-P-P-N và chi tiết hãm ST được bố trí giữa thấu kính thứ nhất 10 và thấu kính thứ hai 20. Hệ số hiệu dụng là F/1,68, một nửa góc nhìn là 32,74°, tổng chiều dài (TL) là 9,50mm và tổng tiêu cự (f) là 7,50mm.

Bảng 11

Bề mặt thấu kính	Bán kính cong	Chiều dày	Hệ số khúc xạ (nd)	Số Abbe (vd)
------------------	---------------	-----------	--------------------	--------------

vật	không giới hạn	không giới hạn		
S1*	3,337	1,395	1,544	56,11
S2*	-67,701	0,050		
S3(ST)	không giới hạn	0,150		
S4*	7,379	0,580	1,651	21,54
S5*	3,290	0,640		
S6	-38,072	0,550	1,544	56,11
S7	-41,132	0,043		
S8*	7,079	0,695	1,544	56,11
S9*	10,065	0,663		
S10*	-18,273	1,557	1,531	55,75
S11*	-1,841	0,234		
S12*	-7,205	0,900	1,544	56,11
S13*	2,362	0,537		
S14	không giới hạn	0,300	1,517	64,20
S15	không giới hạn	0,300		
S16	không giới hạn	0,500	1,517	64,20
S17	không giới hạn	0,394		
ảnh	không giới hạn	0,010		

Hằng số conic (K) và các hệ số phi cầu (A, B, C, D, E và F) được thể hiện dưới đây.

Bảng 12

Bề mặt thấu kính	K	A	B	C	D	E	F
S1	0,0000E+03	3,6654E-	-3,4471E-	4,4125E-	2,0032E-		

	0	04	05	05	06		
S2	0,0000E+00	-3,9715E-03	3,7979E-03	-7,5030E-04	4,8554E-05		
S4	0,0000E+00	-2,4070E-02	1,0138E-02	-2,2174E-03	1,6550E-04		
S5	0,0000E+00	-2,5347E-02	8,8856E-03	-1,9425E-03	1,6922E-04		
S8	0,0000E+00	-1,2824E-02	2,6316E-04	1,9175E-04	-3,2604E-05		
S9	0,0000E+00	-1,1346E-02	-1,0104E-04	5,3380E-05	-9,1268E-06		
S10	0,0000E+00	-5,8678E-03	-1,3478E-04	-6,3827E-04	1,2626E-04	-1,2268E-05	
S11	-5,1027E+00	-1,3262E-02	1,9447E-03	-3,8884E-04	3,2050E-05	-1,2964E-07	
S12	-8,6410E+01	-1,6075E-02	9,8423E-04	3,7361E-05	-3,4192E-06	4,9999E-08	
S13	-8,7169E+00	-1,0201E-02	1,0842E-03	-1,0755E-04	6,2678E-06	-2,1409E-07	3,6374E-09

Fig.17 minh hoạ quang sai hình cầu dọc trục, đường cong trường loạn thị và độ méo của ống kính trên Fig.16. Nhờ các đường cong trường loạn thị, các độ cong trường tiếp tuyến (T) và các độ cong trường đối xứng dọc (S) được thể hiện. Fig.18 là sơ đồ quang sai coma của ống kính trên Fig.16.

Phương án thực hiện 7

Fig.19 minh họa ống kính theo một phương án thực hiện khác nữa. Dữ liệu thiết kế của ống kính theo phương án thực hiện 7 được thể hiện dưới đây. Theo phương án thực hiện 7, các thấu kính từ thứ nhất 10 đến thứ sáu 60 có các năng suất khúc xạ kiểu P-N-N-P-P-N và chi tiết hãm ST được bố trí giữa thấu kính thứ nhất 10 và thấu kính thứ hai 20. Hệ số hiệu dụng là F/1,69, một nửa góc nhìn là $32,55^\circ$, tổng chiều dài (TL) là 9,46mm và tổng tiêu cự (f) là 7,55mm.

Bảng 13

Bề mặt thấu kính	Bán kính cong	Chiều dày	Hệ số khúc xạ (nd)	Số Abbe (vd)
vật	không giới hạn	không giới hạn		
S1	không giới hạn	0,000		
S2*	3,390	1,332	1,627	63,3
S3*	21,252	0,110		
S4(ST)	không giới hạn	0,170		
S5*	6,805	0,580	1,651	21,54
S6*	3,500	0,428		
S7	-94,674	0,550	1,544	56,11
S8*	27,562	0,084		
S9*	8,344	0,990	1,544	56,11
S10*	48,879	0,619		
S11*	-14,741	1,469	1,544	56,11
S12*	-2,079	0,164		
S13*	-11,766	0,900	1,544	56,11
S14*	2,346	0,431		
S15	không giới hạn	0,300	1,517	64,20
S16	không giới hạn	0,300		
S17	không giới hạn	0,500	1,517	64,20
S18	không giới hạn	0,518		
ảnh	không giới hạn	0,010		

Hằng số conic (K) và các hệ số phi cầu (A, B, C, D, E và F) được thể hiện dưới đây. Ngoài ra, bề mặt S1 có thể là bề mặt giả.

Bảng 14

Bề mặt thấu kính	K	A	B	C	D	E	F
S2	0,0000E+00	1,5892E-04	-2,3734E-05	4,0818E-05	-1,5847E-06		
S3	0,0000E+00	-7,8092E-03	3,3398E-03	-5,4882E-04	3,1744E-05		
S5	0,0000E+00	-2,6316E-02	9,4402E-03	-1,8123E-03	1,3035E-04		
S6	0,0000E+00	-2,2933E-02	8,4821E-03	-1,7452E-03	1,6180E-04		
S8	0,0000E+00	-1,5802E-03	5,3818E-04	1,0904E-04	7,8264E-06		
S9	0,0000E+00	-1,2824E-02	2,6316E-04	1,9175E-04	-3,2604E-05		
S10	0,0000E+00	-6,8583E-03	-1,6274E-03	1,2149E-04	-2,5329E-05		
S11	0,0000E+00	1,2280E-04	-9,7444E-04	-4,0222E-04	7,8132E-05	-1,0750E-05	
S12	-5,7072E+00	-6,7691E-03	1,6068E-03	-3,2419E-04	3,4106E-05	-1,2459E-06	
S13	-8,1535E+01	-1,6052E-02	1,0126E-03	3,5748E-05	-3,6216E-06	5,6915E-08	
S14	-9,6281E+00	-1,1253E-02	1,1546E-03	-1,1143E-04	6,1676E-06	-2,1334E-07	4,0370E-09

Dữ liệu ống kính tổng thể theo các phương án thực hiện từ 1 đến 7 được thể hiện dưới đây.

Bảng 15

Dữ liệu thấu kính	Phương án thực hiện 1	Phương án thực hiện 2	Phương án thực hiện 3	Phương án thực hiện 4	Phương án thực hiện 5	Phương án thực hiện 6	Phương án thực hiện 7
Tổng chiều dài(TL)	9,59mm	9,60mm	9,60mm	9,60mm	9,60mm	9,50mm	9,46mm
Tổng tiêu cự(f)	7,55mm	7,55mm	7,55mm	7,50mm	7,50mm	7,50mm	7,55mm
Một nửa góc nhìn	32,59°	32,66°	32,56°	32,81°	32,79°	32,74°	32,55°
Tiêu cự thấu kính thứ nhất (f1)	6,02mm	5,96mm	6,22mm	5,84mm	6,03mm	5,86mm	6,23mm
Tiêu cự thấu kính thứ hai (f2)	-9,28 mm	-9,80 mm	-11,04 mm	-9,29 mm	-9,44 mm	-9,57 mm	-11,78 mm
Tiêu cự thấu kính thứ ba (f3)	-45,01 mm	94,16 mm	341,98 mm	333,41 mm	33,09 mm	-1000,00 mm	-39,00 mm
Tiêu cự thứ tư (f4)	19,15 mm	45,39 mm	42,49 mm	41,45 mm	-327,68 mm	40,34 mm	18,25 mm
Tiêu cự thứ năm (f5)	3,20mm	3,04mm	3,09mm	3,67mm	3,51mm	3,72mm	4,25mm
Tiêu cự thứ sáu (f6)	-2,78 mm	-2,63 mm	-2,70 mm	-3,20 mm	-3,04 mm	-3,15 mm	-3,50 mm

Đã thấy rằng các phương án thực hiện từ 1 đến 7 thỏa mãn các phương trình từ 1 đến 12 như sau.

Bảng 16

Phương trình	Phương án thực hiện	Phương án thực hiện	Phương án thực hiện	Phương án thực hiện	Phương án thực hiện	Phương án thực hiện	Phương án thực hiện
	1	2	3	4	5	6	7
$0,7 < f/f_1 < 1,5$	1,253	1,268	1,214	1,284	1,244	1,28	1,212
$0,9 < TL/f < 2,0$	1,27	1,27	1,27	1,28	1,28	1,267	1,25
$1,6 < Y_{img}/BF < 3,1$	2,26	2,20	2,21	2,24	2,26	2,40	2,38
$Y_{img}/Tan > 6,0mm$	7,66mm	7,64mm	7,67mm	7,60mm	7,61mm	7,62mm	7,68mm
$0 < D_{air34}/D_{25} < 0,15$	0,054	0,016	0,016	0,016	0,016	0,017	0,031
$vd_2 < 30$	21,54	21,54	21,54	21,54	21,54	21,54	21,54
$vd_1 > 50$	56,11	56,11	59,04	56,11	56,11	56,11	63,3
$vd_5 > 50$	55,75	55,75	55,75	55,75	55,75	55,75	56,11
$1,58 < N_2 < 1,68$	1,651	1,651	1,651	1,651	1,651	1,651	1,651
$1,51 < N_5 < 1,56$	1,531	1,531	1,531	1,531	1,531	1,531	1,544
$1,51 < N_6 < 1,56$	1,544	1,531	1,531	1,544	1,544	1,544	1,544
$1,0 < f/f_6 < 4,0$	2,72	2,87	2,80	2,35	2,47	2,38	2,16

Ống kính theo các phương án thực hiện làm ví dụ có thể được giảm thiểu và có thể bao gồm thấu kính sáng. Ngoài ra, ống kính này còn có thể được sử dụng

cho thiết bị chụp ảnh có cảm biến hình ảnh lớn. Ống kính này có thể được sử dụng cho nhiều thiết bị chụp ảnh khác nhau như máy ảnh kỹ thuật số, máy ảnh ống kính rời, máy quay video, máy ảnh cho điện thoại di động và máy ảnh các thiết bị đầu cuối di động nhỏ.

Mặc dù sáng chế đã được thể hiện và được mô tả cụ thể theo các phương án thực hiện làm ví dụ, nhưng người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật này hiểu rằng có nhiều thay đổi về dạng và các chi tiết có thể được thực hiện mà không nằm ngoài phạm vi bảo hộ của sáng chế như được xác định bởi yêu cầu bảo hộ kèm theo.

Tất cả các tài liệu tham khảo, bao gồm các công bố, patent và đơn yêu cầu cấp patent nêu trên được kết hợp ở đây bằng cách viện dẫn như thể mỗi tài liệu tham khảo đề cập riêng và cụ thể được kết hợp bằng cách viện dẫn và được đề cập ở trạng thái nguyên vẹn của nó.

Nhằm mục đích hiểu rõ các nguyên lý của sáng chế, phần tham khảo được thực hiện cho các phương án thực hiện được minh họa trên các hình vẽ, và từ ngữ cụ thể được sử dụng để mô tả các phương án thực hiện này. Tuy nhiên, không có sự giới hạn phạm vi theo sáng chế được dự định bởi từ ngữ cụ thể này, và sáng chế được hiểu là bao gồm tất cả các phương án thực hiện mà có thể thực hiện được một cách bình thường đối với người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật này. Thuật ngữ được sử dụng ở đây nhằm mục đích mô tả các phương án thực hiện cụ thể và không nhằm mục đích giới hạn ở các phương án thực hiện làm ví dụ của sáng chế. Trong phần mô tả các phương án thực hiện sáng chế, các phần diễn giải chi tiết nhất định đối với giải pháp kỹ thuật đã biết được lược bỏ nếu thấy rằng chúng có thể gây khó hiểu một cách không cần thiết đối với bản chất của sáng chế.

Việc sử dụng ví dụ hoặc từ ngữ làm ví dụ bất kỳ và tất cả các ví dụ, hoặc từ ngữ làm ví dụ (ví dụ “như”) nêu trên, dự định chỉ để minh họa sáng chế rõ hơn và không đưa ra giới hạn đối với phạm vi bảo hộ của sáng chế trừ khi có yêu cầu khác. Nhiều cải biến và cách áp dụng sẽ dễ dàng trở nên rõ ràng đối với người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật này mà không nằm ngoài phạm vi bảo hộ của

sáng chế như được xác định bởi yêu cầu bảo hộ kèm theo. Do đó, phạm vi bảo hộ của sáng chế không được xác định bởi phần mô tả chi tiết sáng chế mà được xác định bởi phần yêu cầu bảo hộ dưới đây, và tất cả các khác biệt nằm trong phạm vi này sẽ được hiểu là được bao gồm trong sáng chế.

Không có mục hoặc chi tiết nào là cần thiết để thực hiện sáng chế trừ khi thành phần này được mô tả cụ thể là “cần thiết” hoặc “quyết định”. Cần hiểu rằng các thuật ngữ “bao gồm”, “gồm có”, “gồm”, “có” được sử dụng ở đây, dự định cụ thể là các thuật ngữ mở trong lĩnh vực kỹ thuật này. Việc sử dụng các thuật ngữ “một”, “này” và các tham chiếu tương tự trong ngữ cảnh mô tả sáng chế (đặc biệt là trong ngữ cảnh của yêu cầu bảo hộ dưới đây) được hiểu là bao gồm cả số ít và số nhiều, trừ khi nội dung này biểu thị rõ ràng. Ngoài ra, cần hiểu rằng mặc dù các thuật ngữ “thứ nhất”, “thứ hai” v.v. có thể được sử dụng ở đây để mô tả các chi tiết khác nhau, nhưng các chi tiết này không bị giới hạn bởi các thuật ngữ này, chúng chỉ được sử dụng để phân biệt chi tiết này với chi tiết khác. Hơn nữa, việc trích dẫn các khoảng giá trị ở đây chỉ dự định làm theo phương pháp tốc ký đề cập riêng lẻ đến từng giá trị riêng biệt nằm trong phạm vi này, trừ khi được chỉ định khác, và từng giá trị riêng biệt được kết hợp vào bản mô tả này như thể nó được viện dẫn riêng ở đây.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Ống kính bao gồm:

thấu kính thứ nhất có bề mặt lồi hướng về phía vật và có năng suất khúc xạ dương;

thấu kính thứ hai bao gồm bề mặt lõm hướng về phía ảnh và có năng suất khúc xạ âm;

thấu kính thứ ba có năng suất khúc xạ dương hoặc năng suất khúc xạ âm;

thấu kính thứ tư có năng suất khúc xạ dương hoặc năng suất khúc xạ âm và có bề mặt lồi hướng về phía vật;

thấu kính thứ năm có bề mặt lồi hướng về phía ảnh và có năng suất khúc xạ dương; và

thấu kính thứ sáu có hình dạng phi cầu lõm so với trục quang hướng về phía ảnh và có năng suất khúc xạ âm,

trong đó các thấu kính từ thứ nhất đến thứ sáu được bố trí tuần tự từ mặt hướng về phía vật đến mặt hướng về phía ảnh, trong đó cả hai bề mặt của thấu kính thứ ba có hình cầu, và

trong đó ống kính này thỏa mãn các phương trình sau:

$$1,6 < Y_{img}/BF < 3,1;$$

$$Y_{img}/\tan\theta > 6,0 \text{ mm};$$

trong đó Y_{img} biểu thị chiều cao ảnh lớn nhất trên mặt phẳng ảnh, BF biểu thị chiều dài giữa bề mặt về phía ảnh của thấu kính thứ sáu và mặt phẳng ảnh, và $\tan\theta$ biểu thị một nửa trường ngắm ở chiều cao ảnh lớn nhất.

2. Ống kính theo điểm 1, trong đó ống kính này thỏa mãn các phương trình sau:

$$0,7 < f/f_1 < 1,5; \text{ và}$$

$$0,9 < TL/f < 2,0;$$

trong đó f biểu thị tiêu cự của ống kính, f_1 biểu thị tiêu cự của thấu kính thứ nhất, và TL biểu thị chiều dài giữa thấu kính thứ nhất và mặt phẳng ảnh.

3. Ống kính theo điểm 1, trong đó ống kính này thỏa mãn phương trình sau:

$$0 < D_{air34}/D_{25} < 0,15;$$

trong đó D_{air34} biểu thị khoảng cách giữa thấu kính thứ ba và thấu kính thứ tư, và D_{25} biểu thị khoảng cách giữa thấu kính thứ hai và thấu kính thứ năm.

4. Ống kính theo điểm 1, trong đó chi tiết hãm được bố trí giữa thấu kính thứ nhất và thấu kính thứ hai.

5. Ống kính theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó ống kính này thỏa mãn phương trình sau:

$$vd_2 < 30;$$

trong đó vd_2 biểu thị số Abbe của thấu kính thứ hai.

6. Ống kính theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó ống kính này thỏa mãn các phương trình sau:

$$vd_1 > 50; \text{ và}$$

$$vd_5 > 50;$$

trong đó vd_1 biểu thị số Abbe của thấu kính thứ nhất, và vd_5 biểu thị số Abbe của thấu kính thứ năm.

7. Ống kính theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó ống kính này thỏa mãn phương trình sau:

$$1,58 < N_2 < 1,68;$$

trong đó N2 biểu thị hệ số khúc xạ của thấu kính thứ hai so với đường d.

8. Ống kính theo điểm 7, trong đó ống kính này thỏa mãn các phương trình sau:

$$1,51 < N5 < 1,56; \text{ và}$$

$$1,51 < N6 < 1,56$$

trong đó N5 biểu thị hệ số khúc xạ của thấu kính thứ năm so với đường d, và N6 biểu thị hệ số khúc xạ của thấu kính thứ sáu so với đường d.

9. Ống kính theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó thấu kính thứ sáu bao gồm một hoặc nhiều điểm uốn ở phía ảnh.

10. Ống kính theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó thấu kính thứ sáu thỏa mãn phương trình sau:

$$1,0 < | f/f_6 | < 4,0$$

trong đó f biểu thị tiêu cự của ống kính, và f₆ biểu thị tiêu cự của thấu kính thứ sáu.

11. Ống kính theo điểm 1, trong đó thấu kính thứ nhất được làm bằng chất dẻo hoặc thủy tinh.

12. Ống kính theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó các thấu kính từ thứ hai đến thứ sáu được làm bằng chất dẻo.

13. Ống kính theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó một thấu kính trong số các thấu kính từ thứ nhất đến thứ sáu là thấu kính phân kỳ có số Abbe bằng 30 hoặc nhỏ hơn.

14. Thiết bị chụp ảnh bao gồm:

ống kính bao gồm:

thấu kính thứ nhất có bề mặt lồi hướng về phía vật và có năng suất khúc xạ dương;

thấu kính thứ hai bao gồm bề mặt lõm hướng về phía ảnh và có năng suất khúc xạ âm;

thấu kính thứ ba có năng suất khúc xạ dương hoặc năng suất khúc xạ âm;

thấu kính thứ tư có năng suất khúc xạ dương hoặc năng suất khúc xạ âm và có bề mặt lồi hướng về phía vật;

thấu kính thứ năm có bề mặt lồi hướng về phía ảnh và có năng suất khúc xạ dương; và

thấu kính thứ sáu có hình dạng phi cầu lõm so với trục quang hướng về phía ảnh và có năng suất khúc xạ âm, trong đó các thấu kính từ thứ nhất đến thứ sáu được bố trí tuần tự từ mặt hướng về phía vật đến mặt hướng về phía ảnh, trong đó cả hai bề mặt của thấu kính thứ ba có hình cầu, và

trong đó ống kính này thỏa mãn các phương trình sau:

$$1,6 < Y_{img}/BF < 3,1$$

$$Y_{img}/\tan\theta > 6,0\text{mm};$$

trong đó Y_{img} biểu thị chiều cao ảnh lớn nhất trên mặt phẳng ảnh, BF biểu thị chiều dài giữa bề mặt về phía ảnh của thấu kính thứ sáu và mặt phẳng ảnh, và $\tan\theta$ biểu thị một nửa trường ngắm ở chiều cao ảnh lớn nhất.

Fig.1

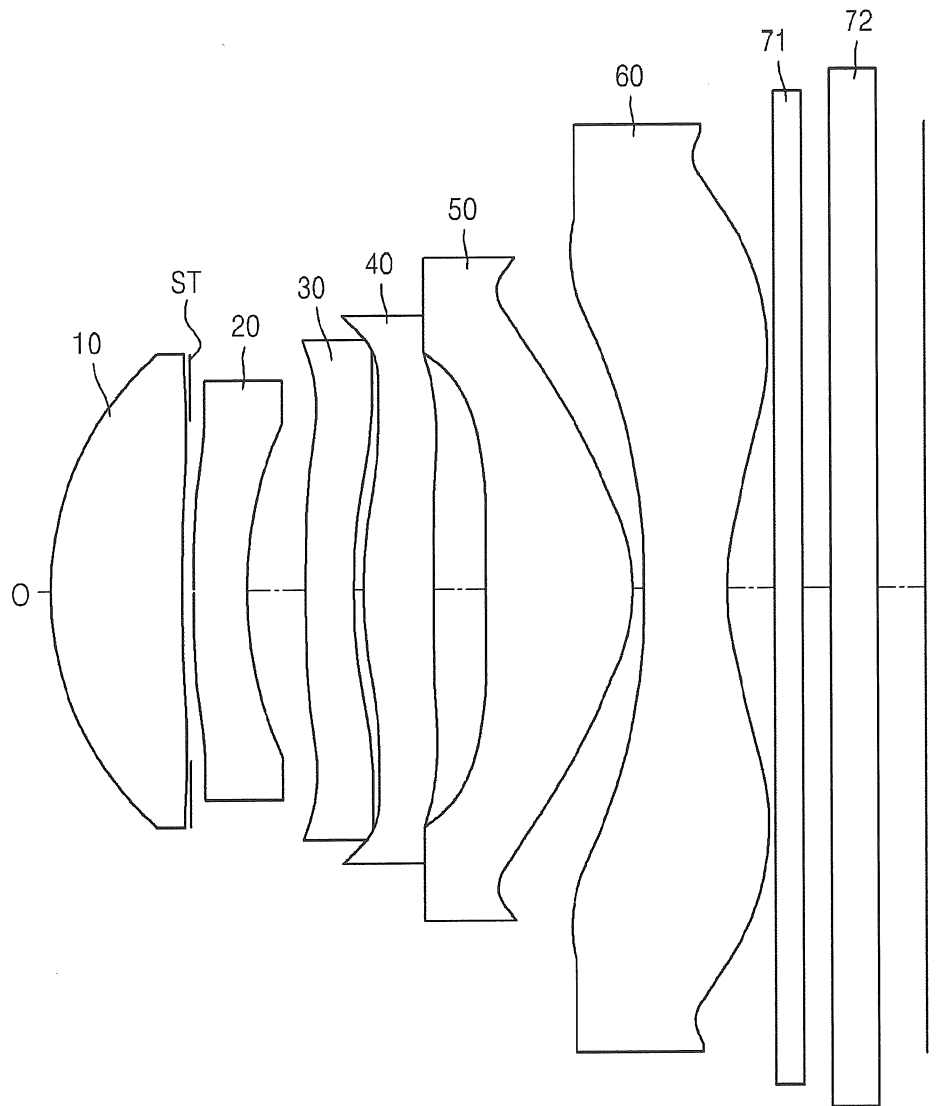


Fig.2

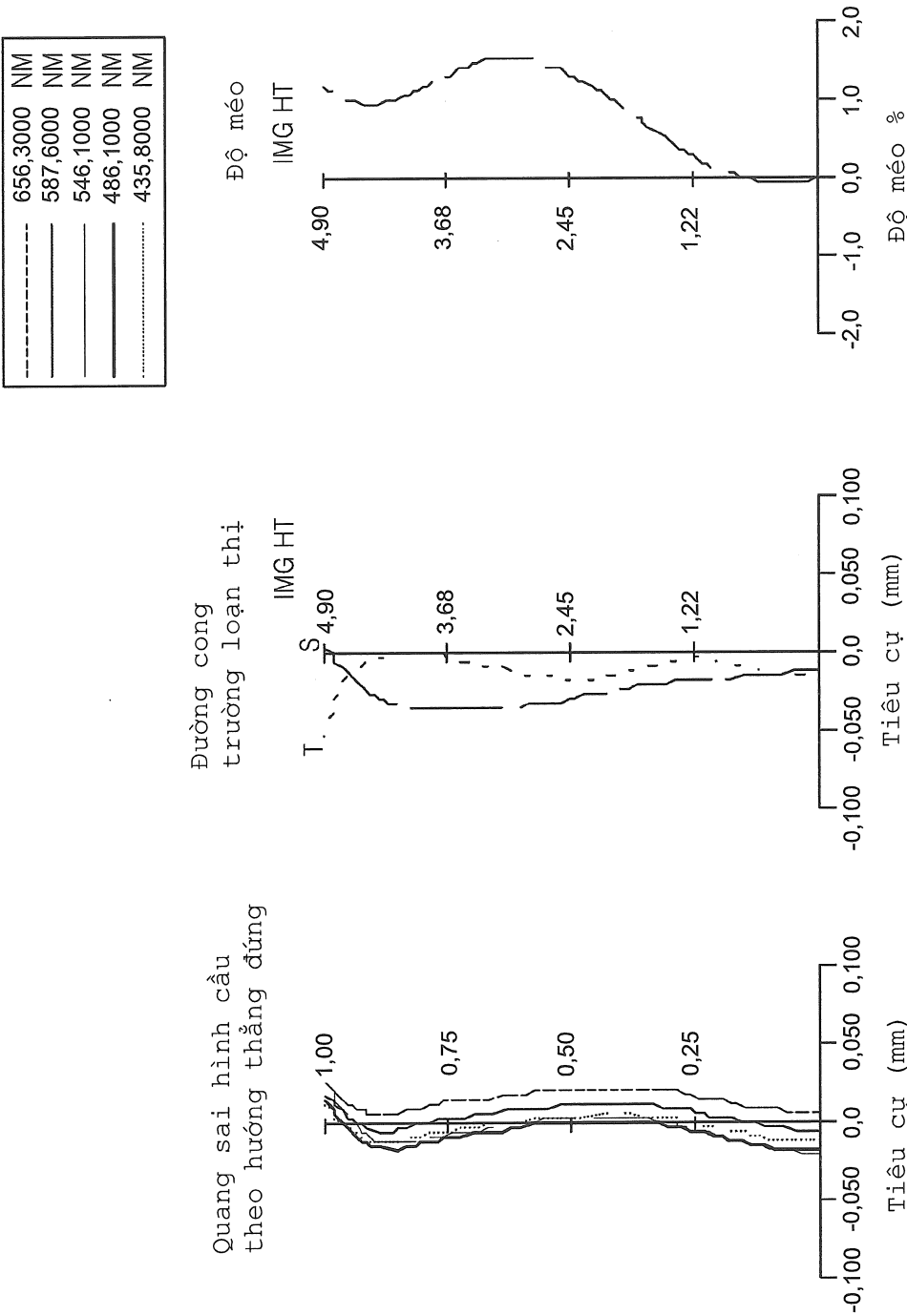


Fig.3

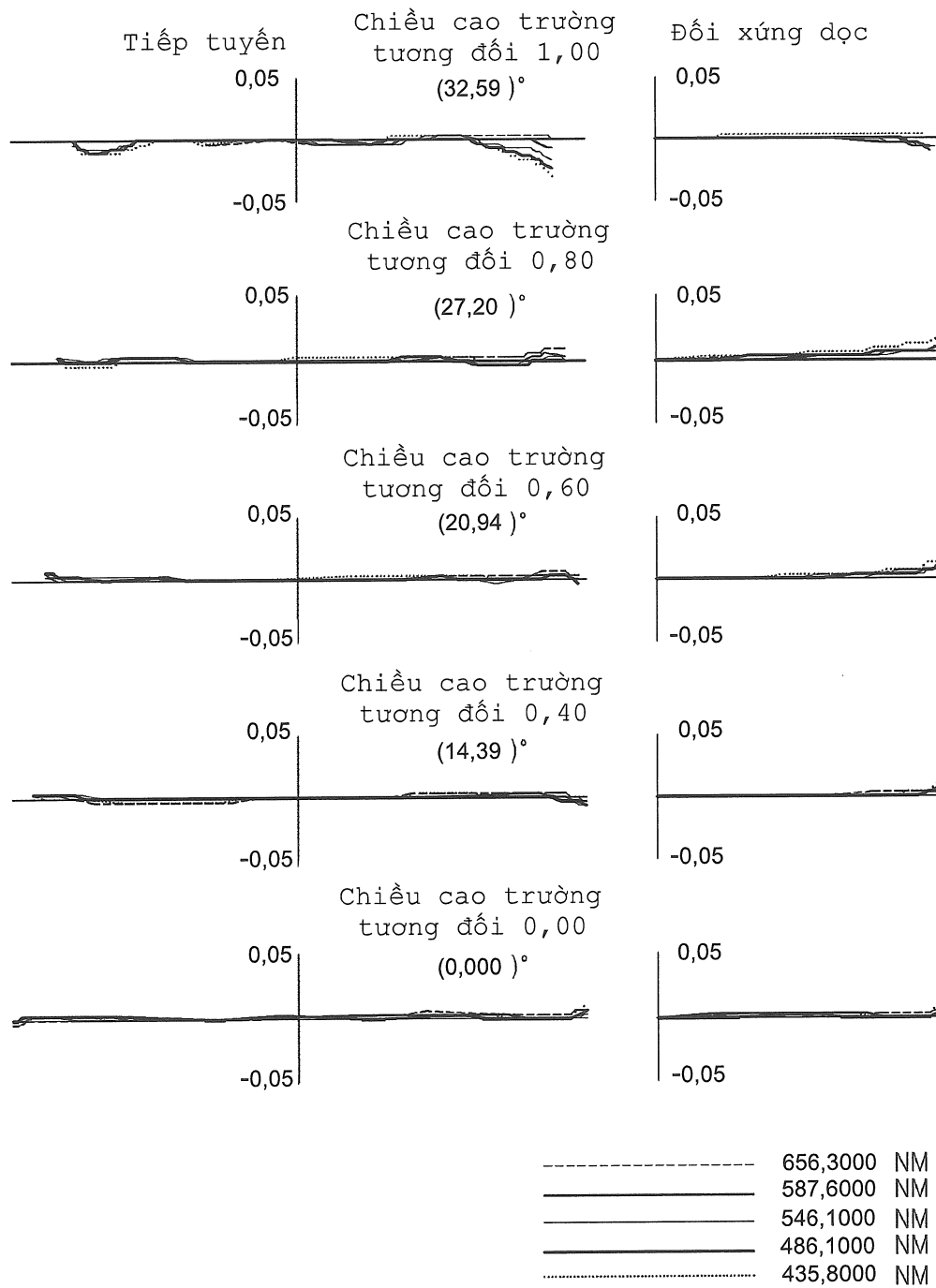


Fig.4

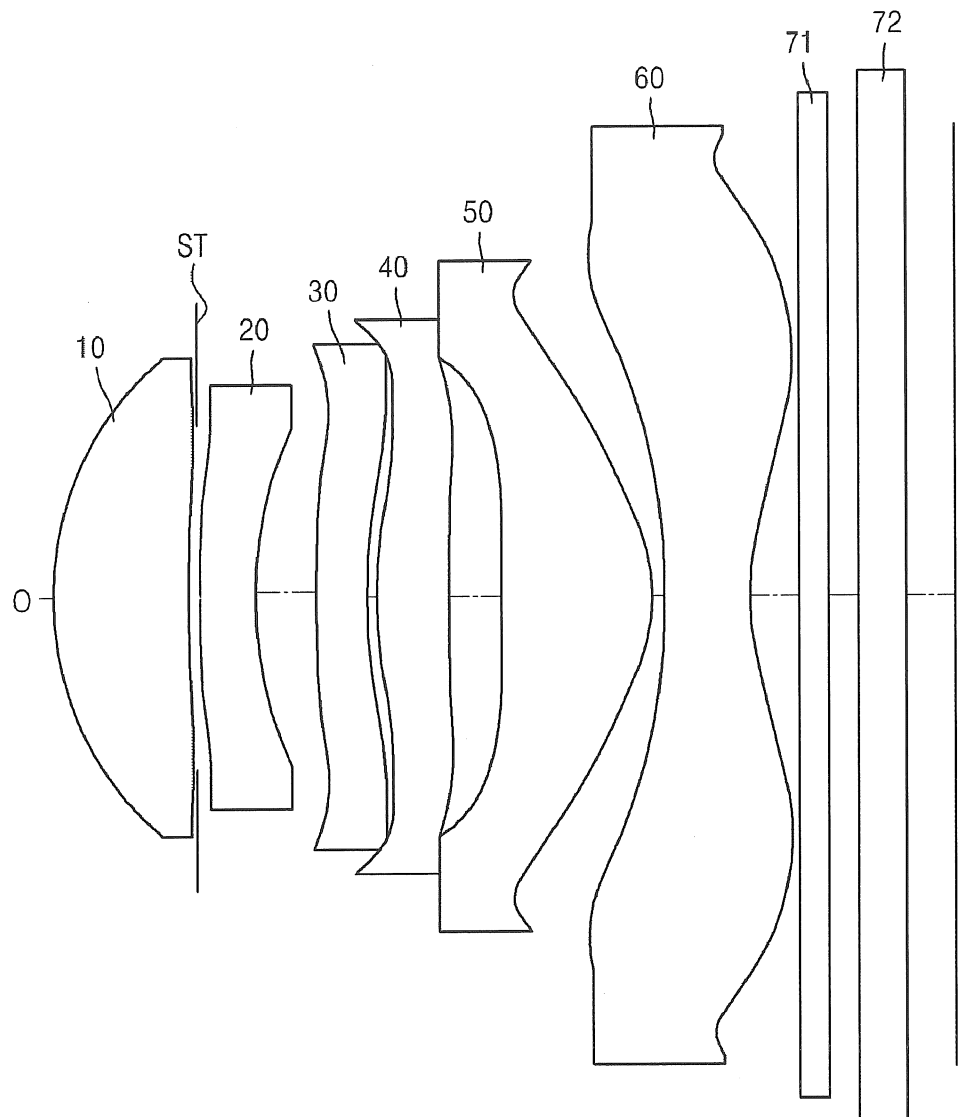


Fig.5

----	656.3000 NM
----	587.6000 NM
----	546.1000 NM
----	486.1000 NM
.....	435.8000 NM

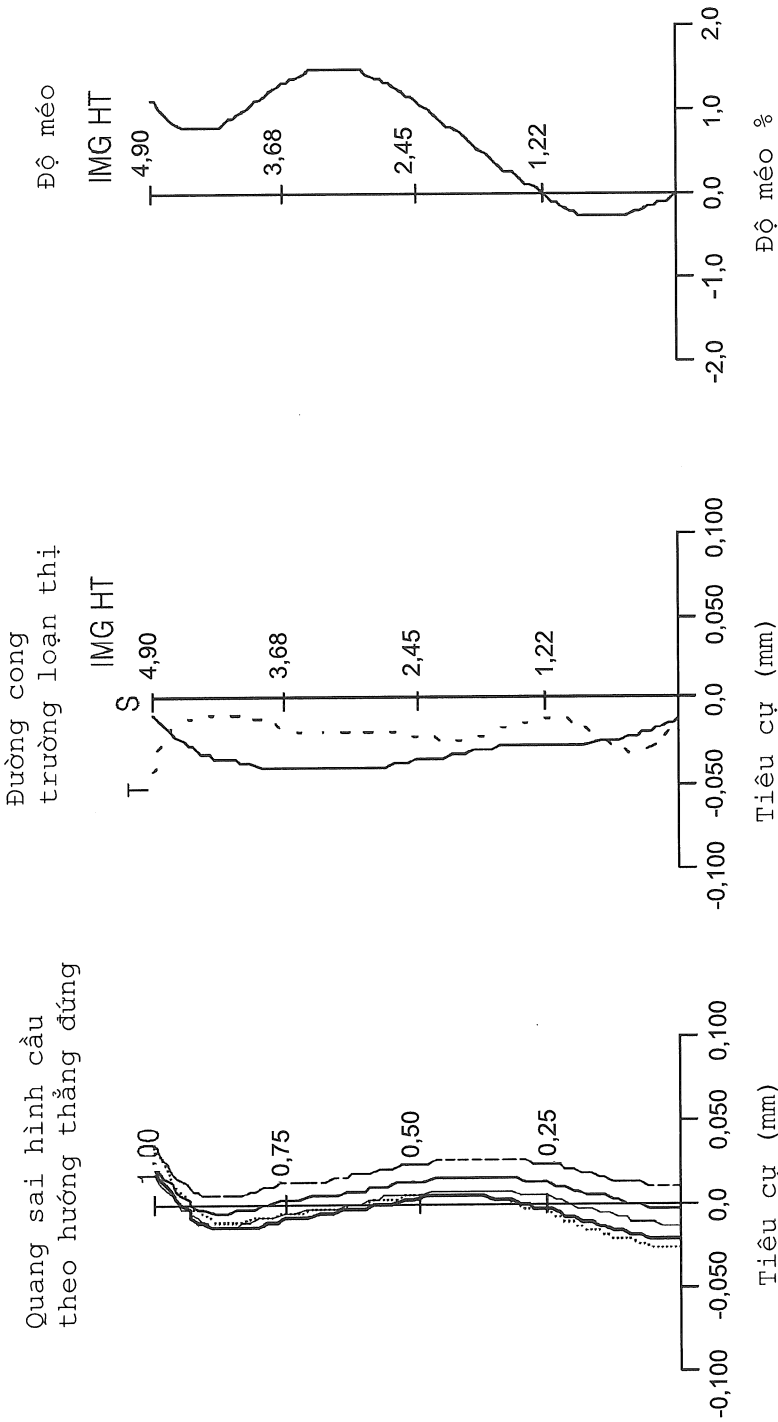
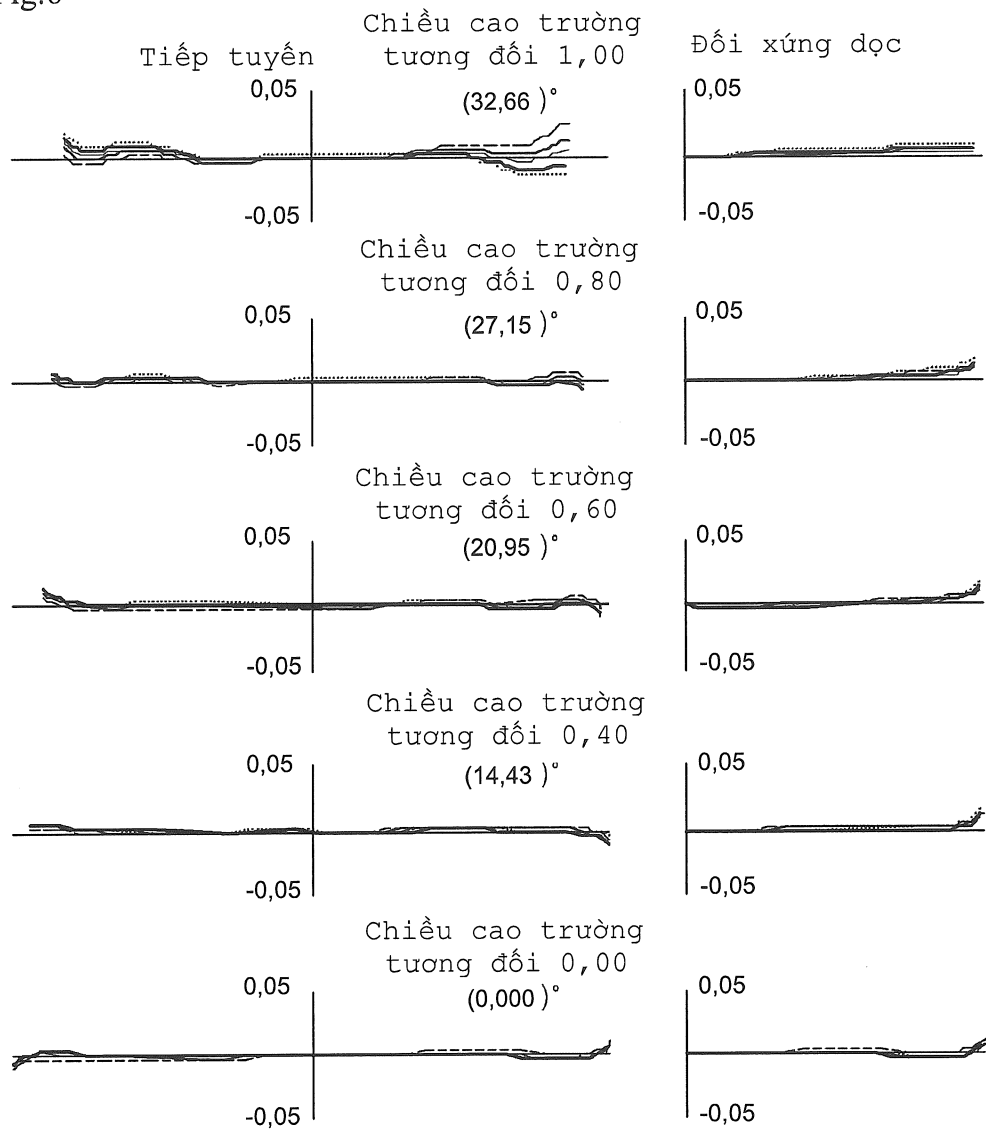


Fig.6



-----	656,3000	NM
=====	587,6000	NM
=====	546,1000	NM
=====	486,1000	NM
.....	435,8000	NM

Fig.7

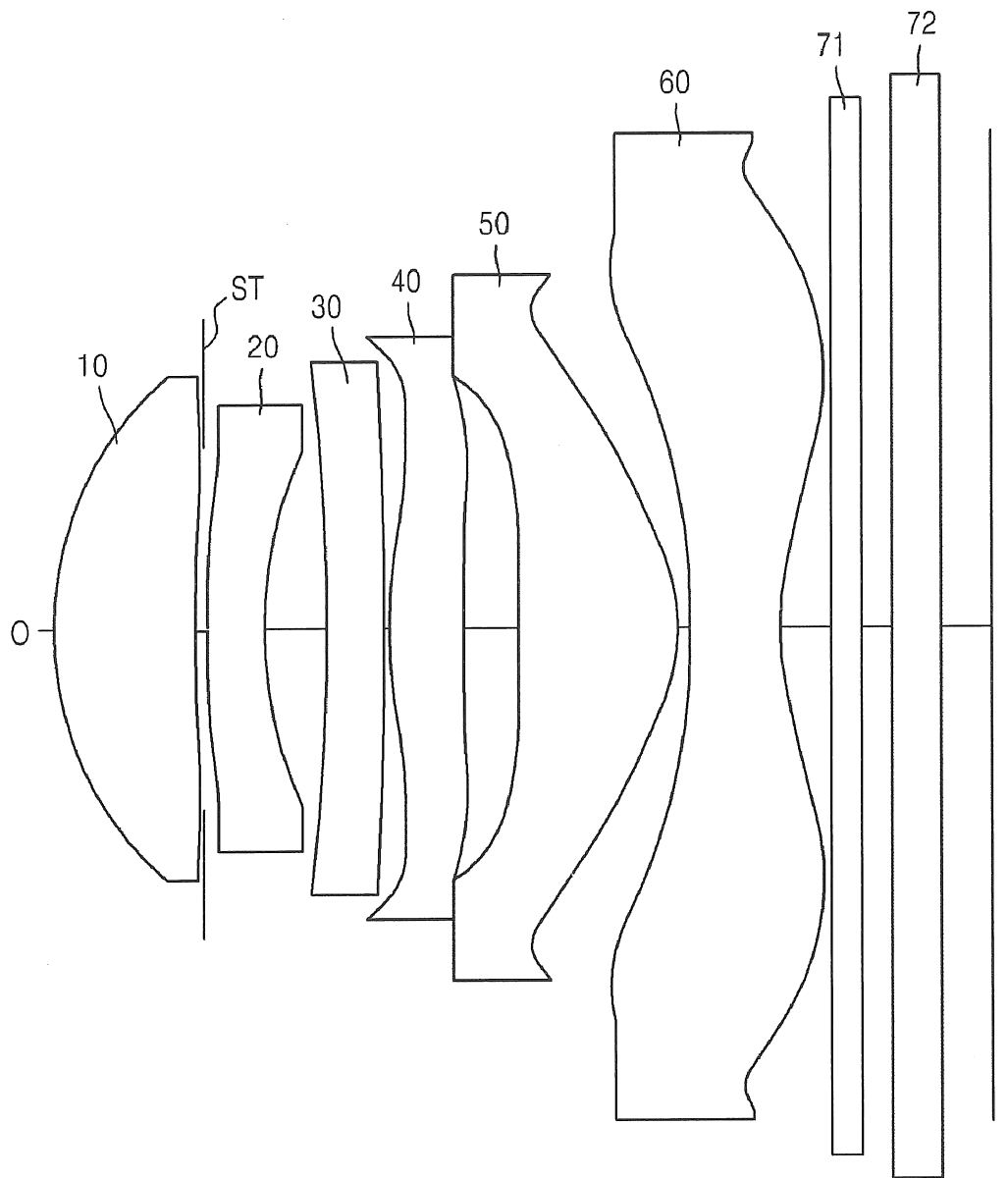


Fig.8

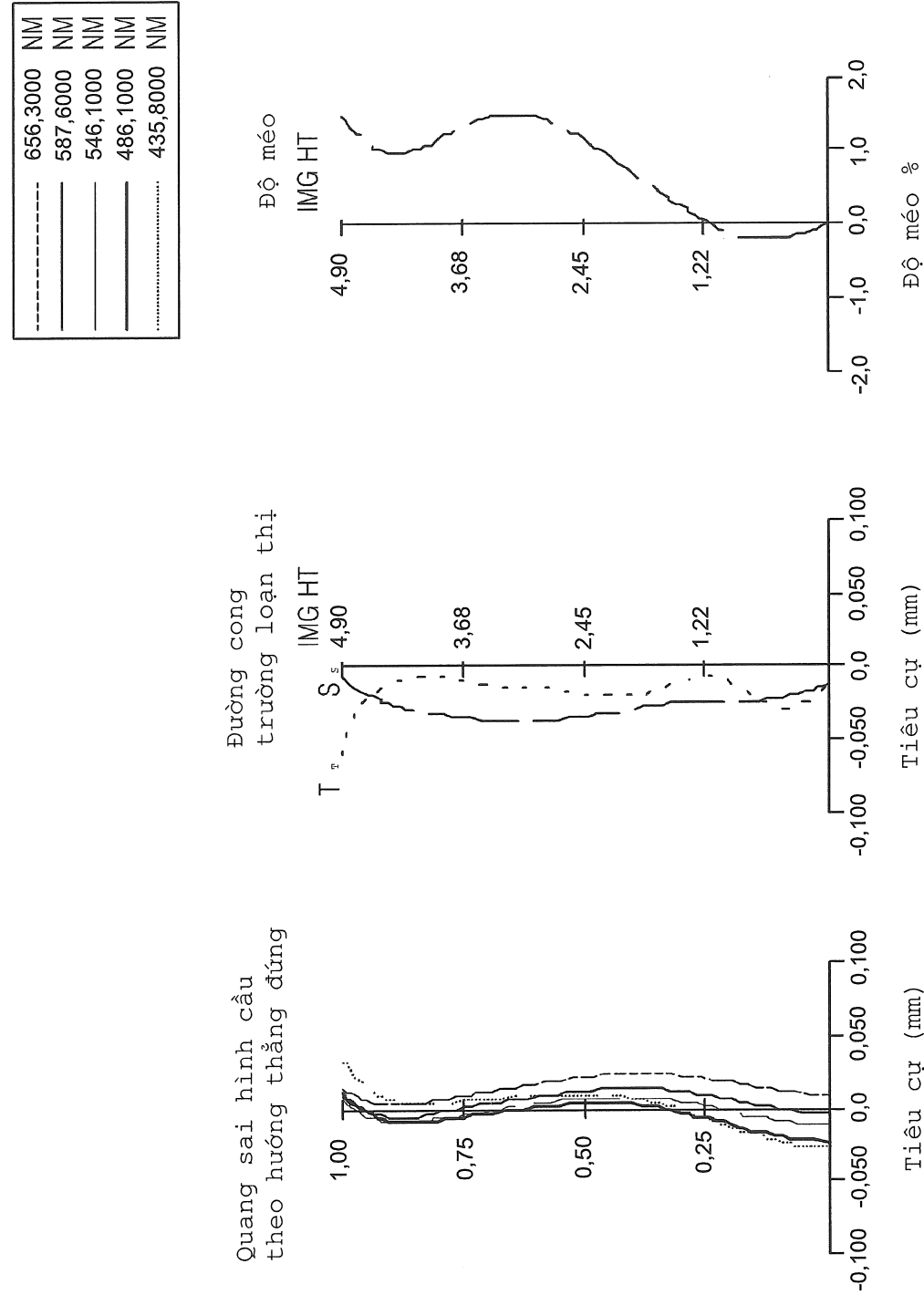
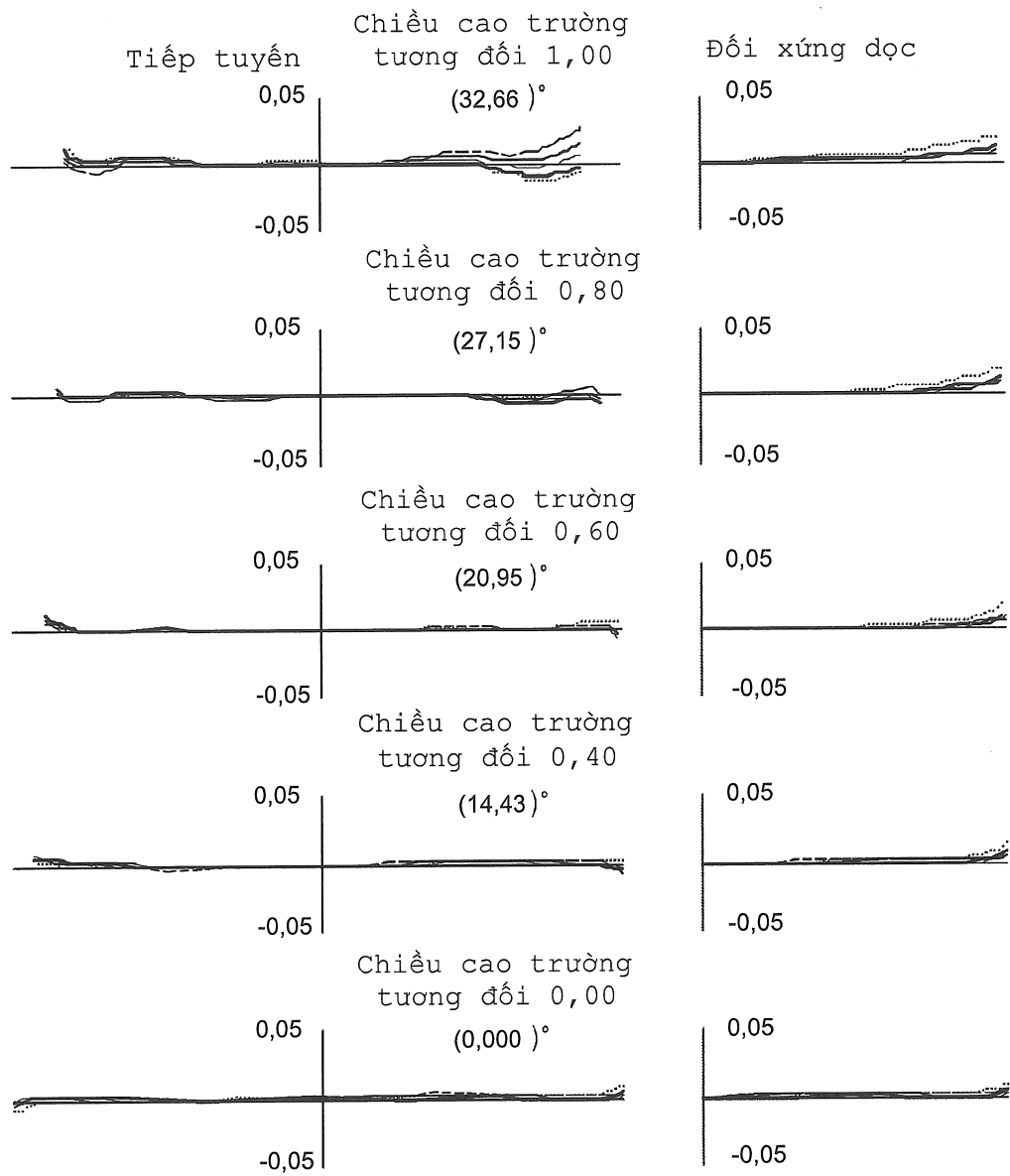


Fig.9



-----	656,3000	NM
=====	587,6000	NM
=====	546,1000	NM
=====	486,1000	NM
.....	435,8000	NM

Fig.10

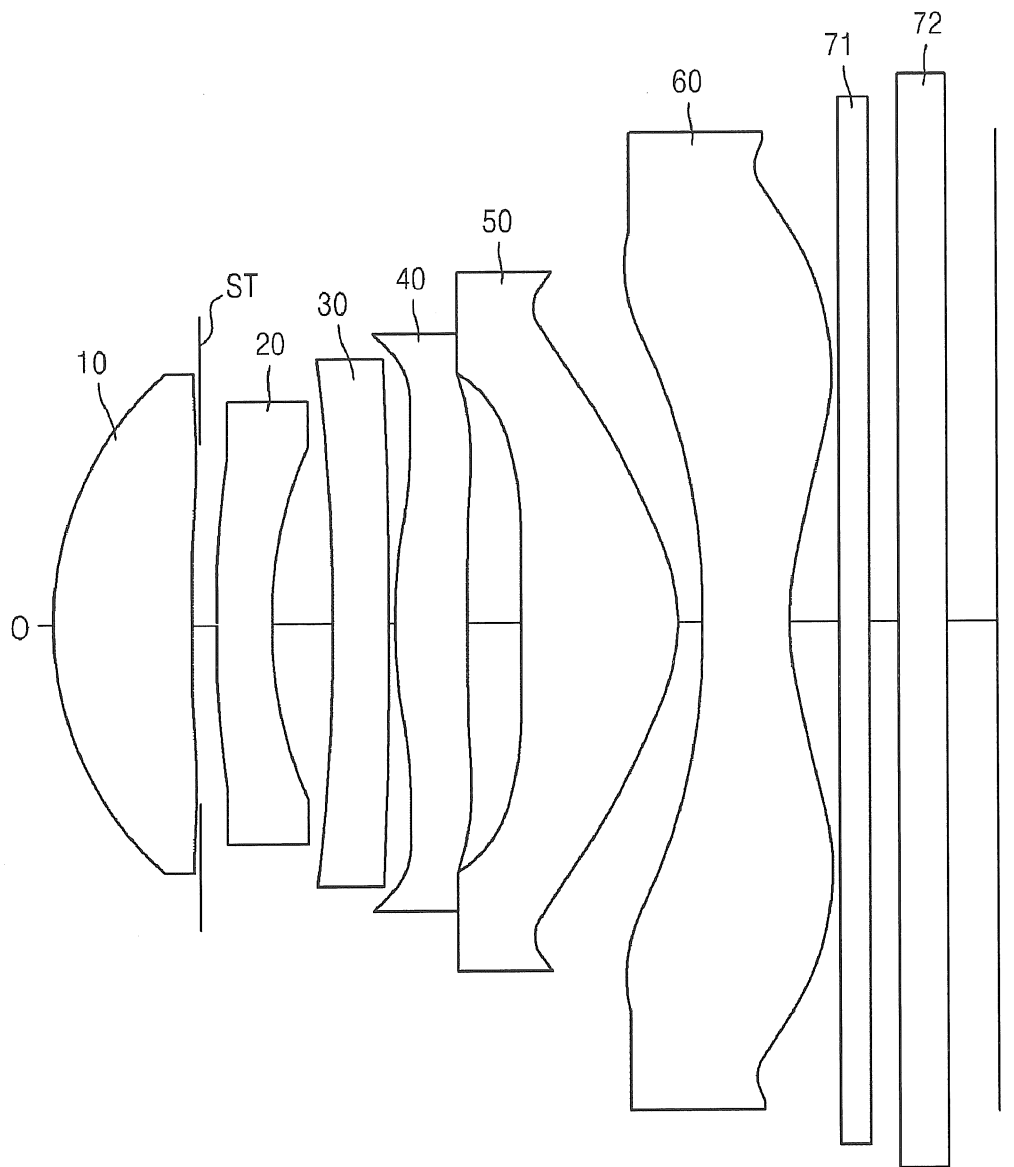


Fig.11

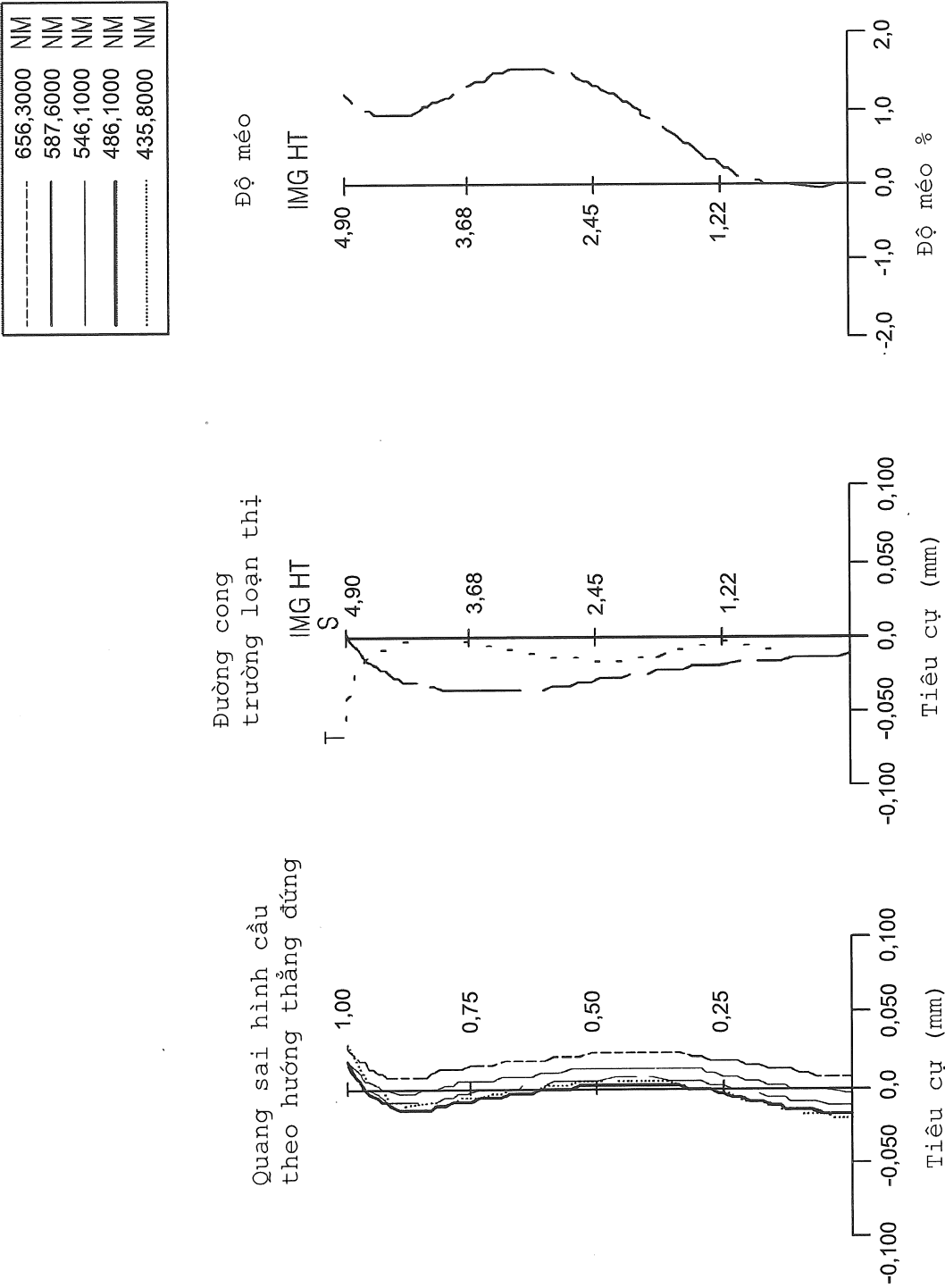
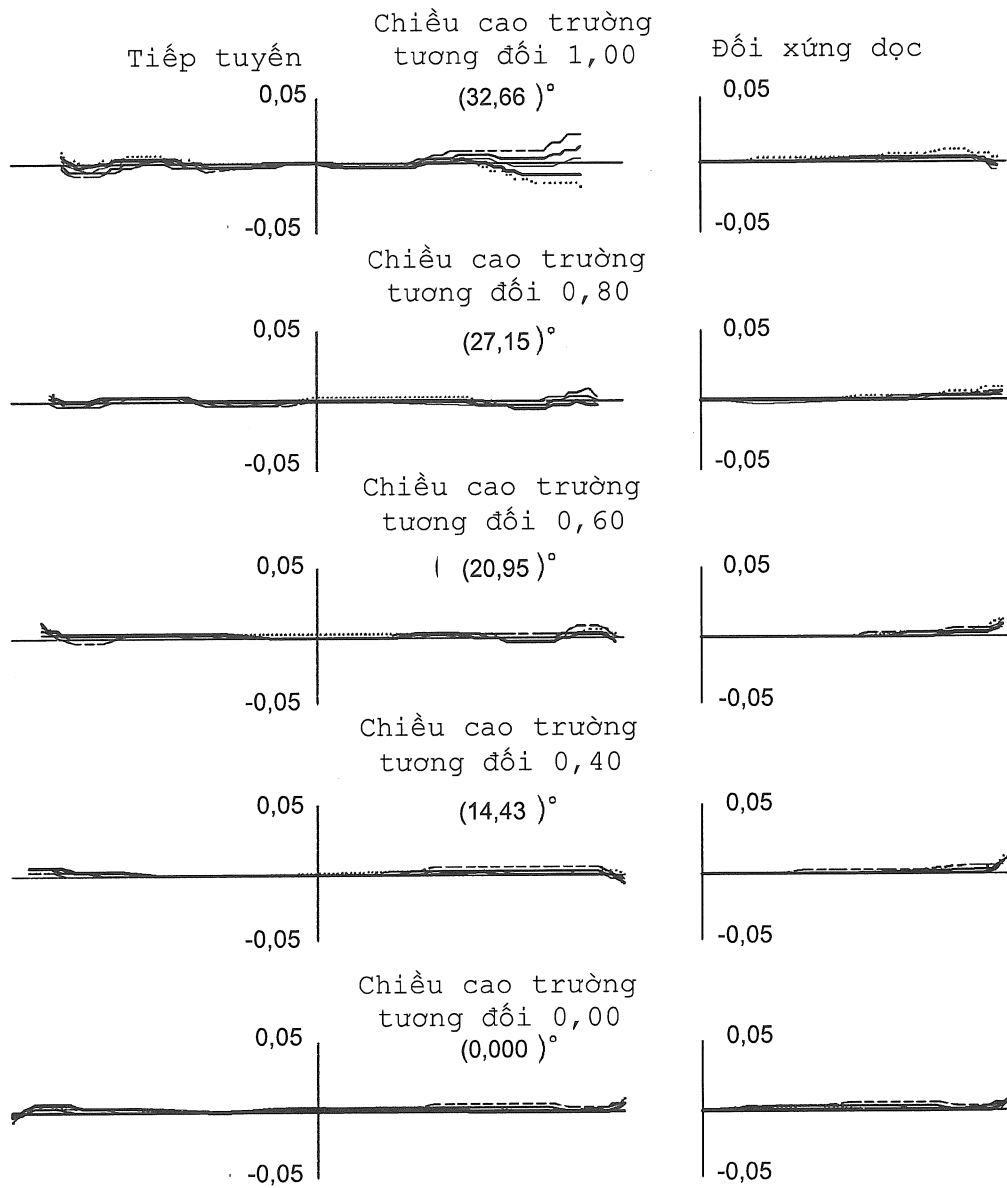


Fig.12



-----	656,3000	NM
————	587,6000	NM
————	546,1000	NM
————	486,1000	NM
.....	435,8000	NM

Fig.13

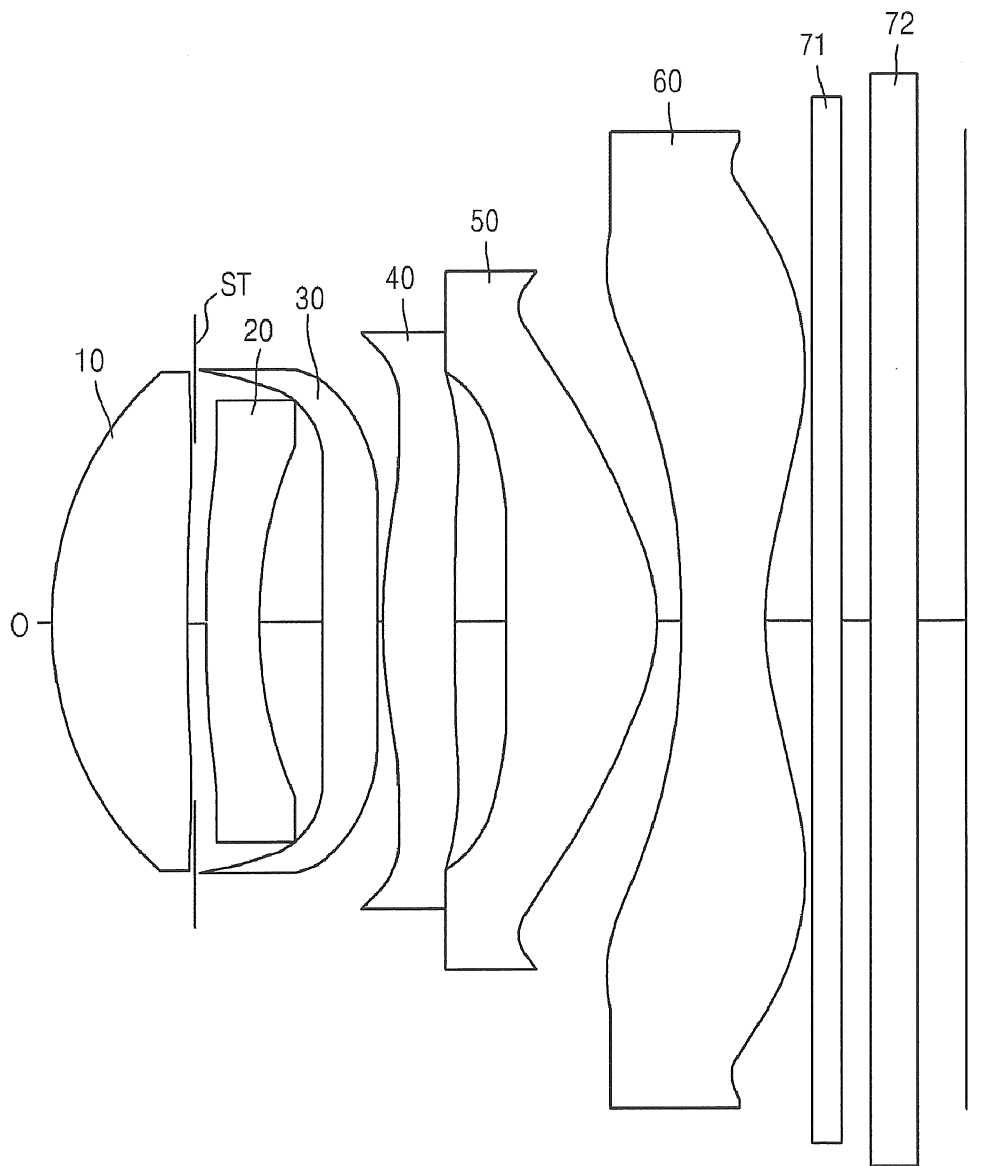


Fig.14

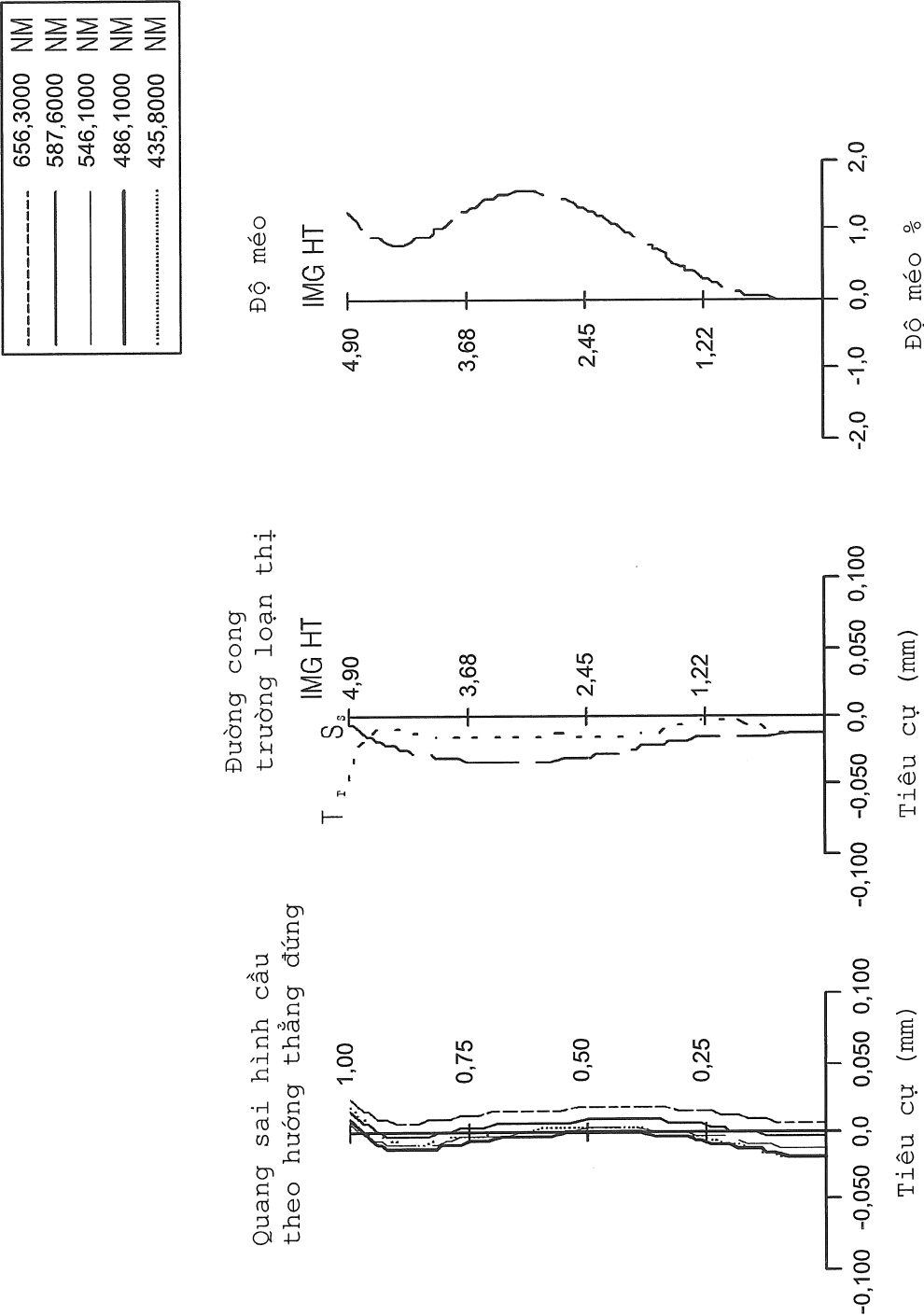


Fig.15

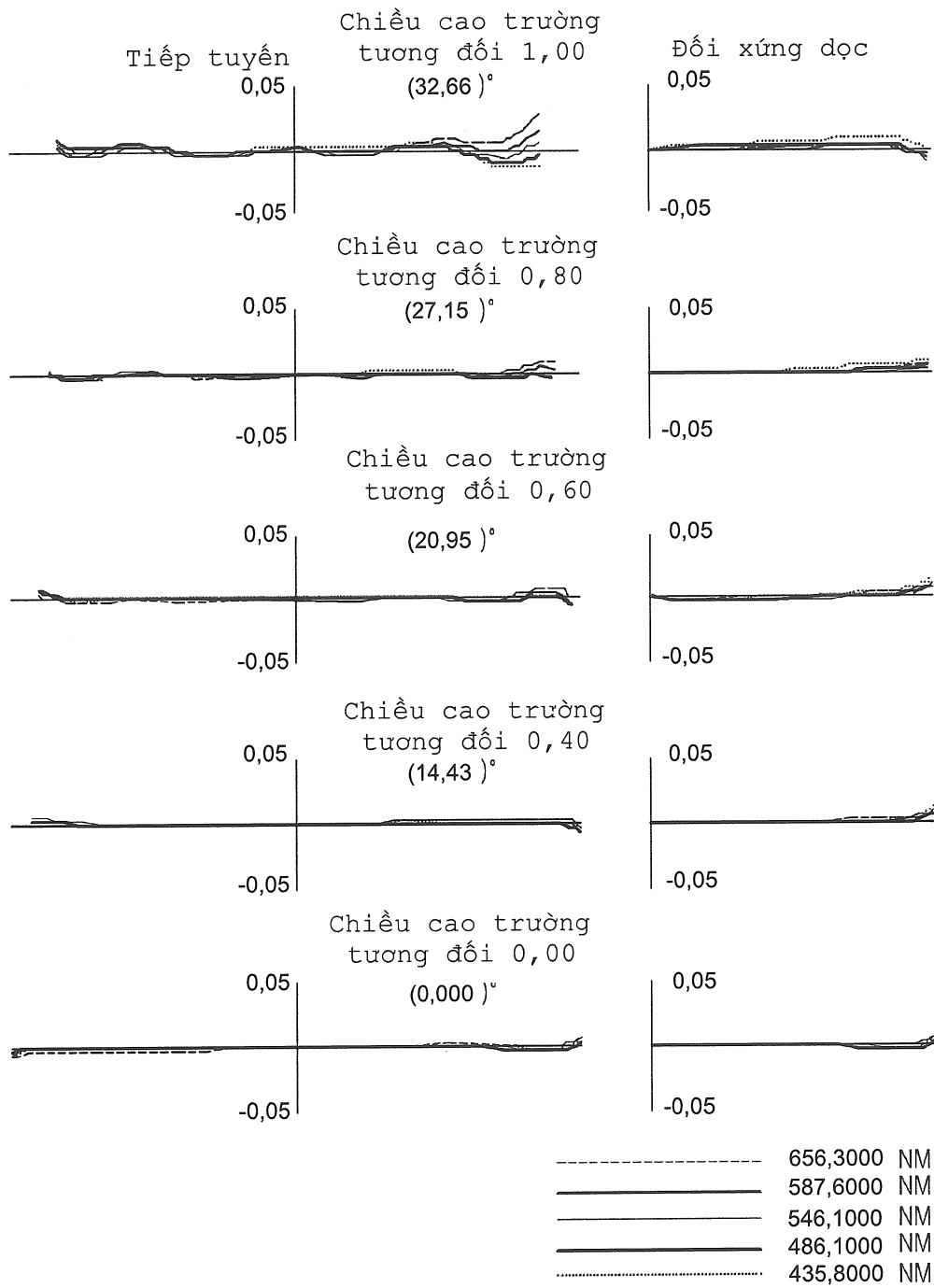


Fig.16

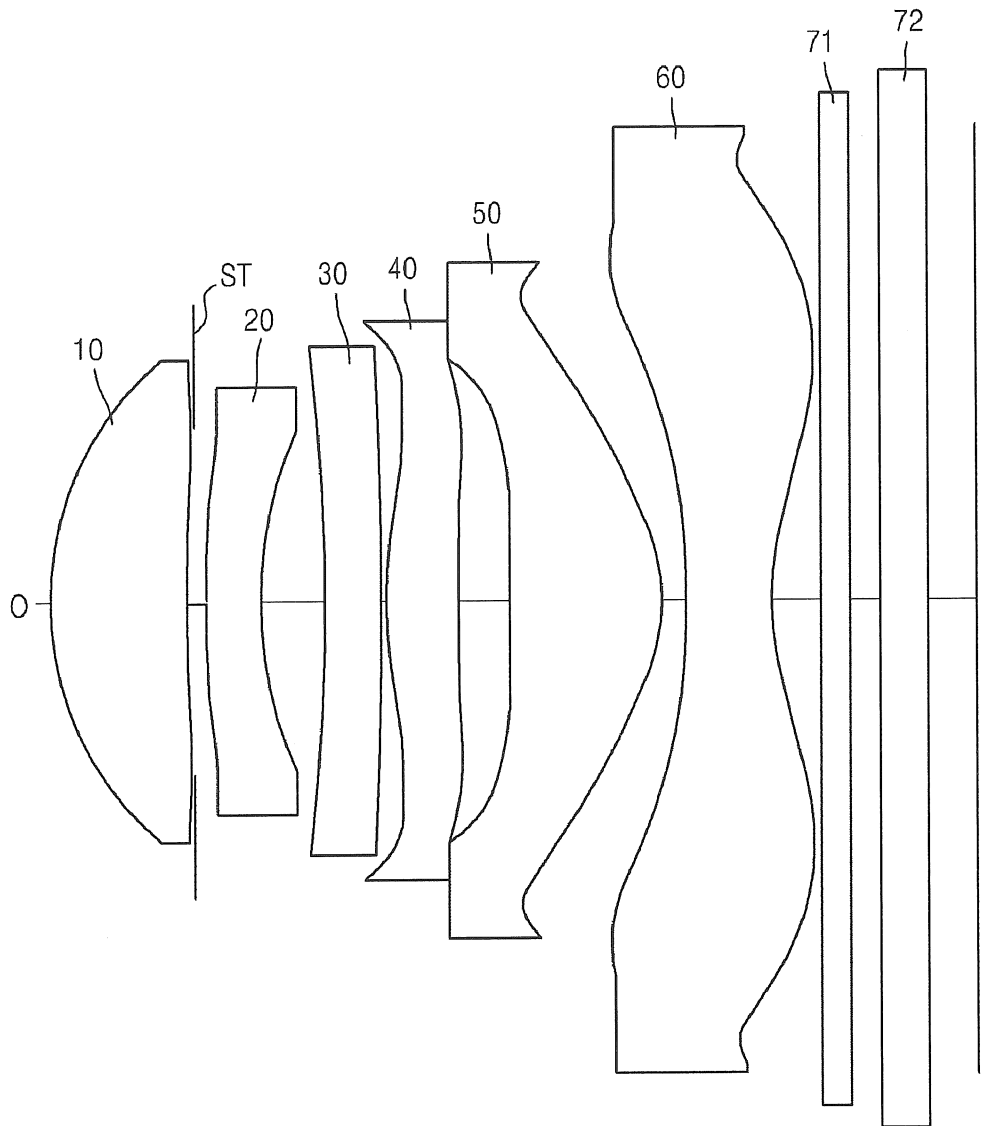


Fig.17

---	656,3000	NM
—	587,6000	NM
—	546,1000	NM
—	486,1000	NM
—	435,8000	NM

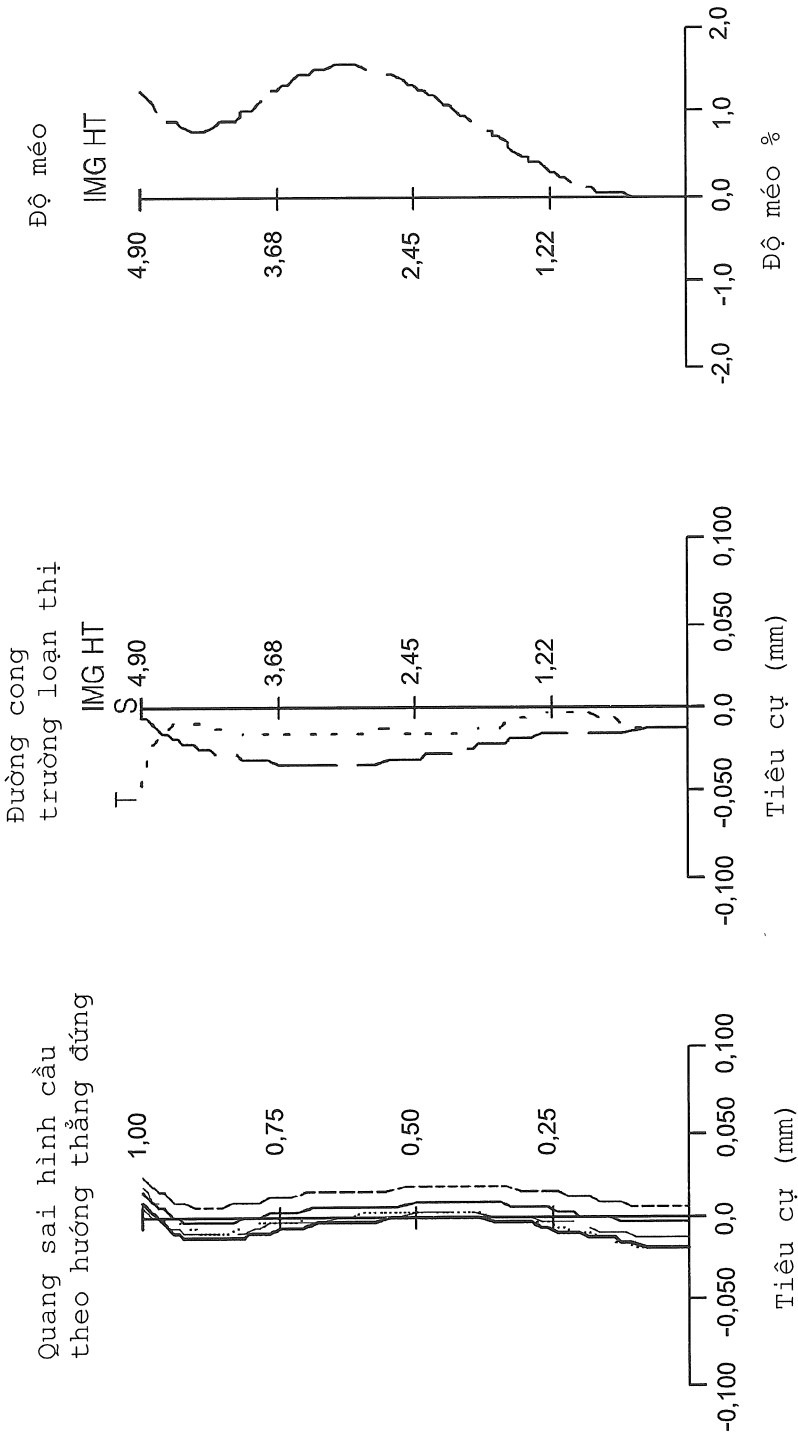


Fig.18

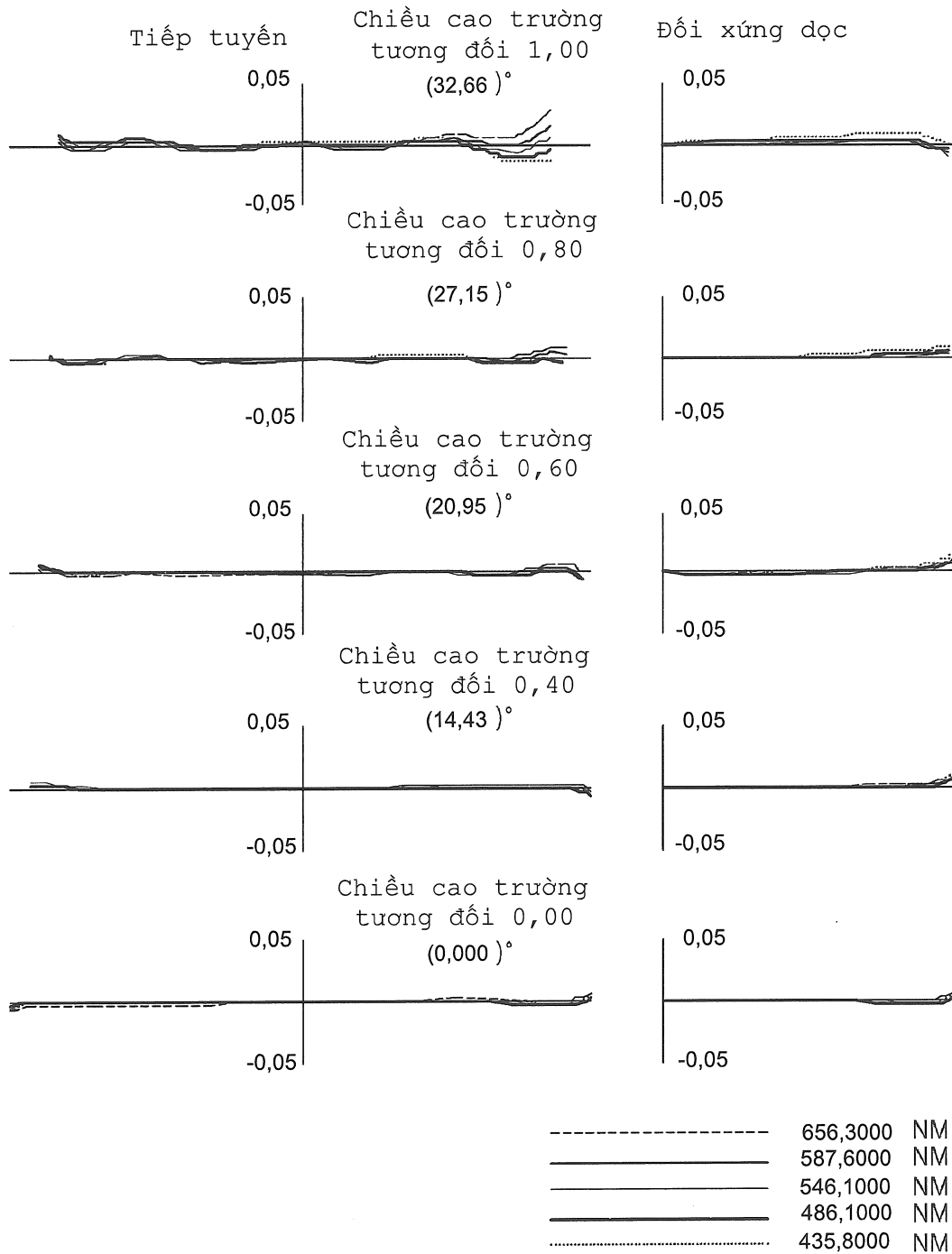


Fig.19

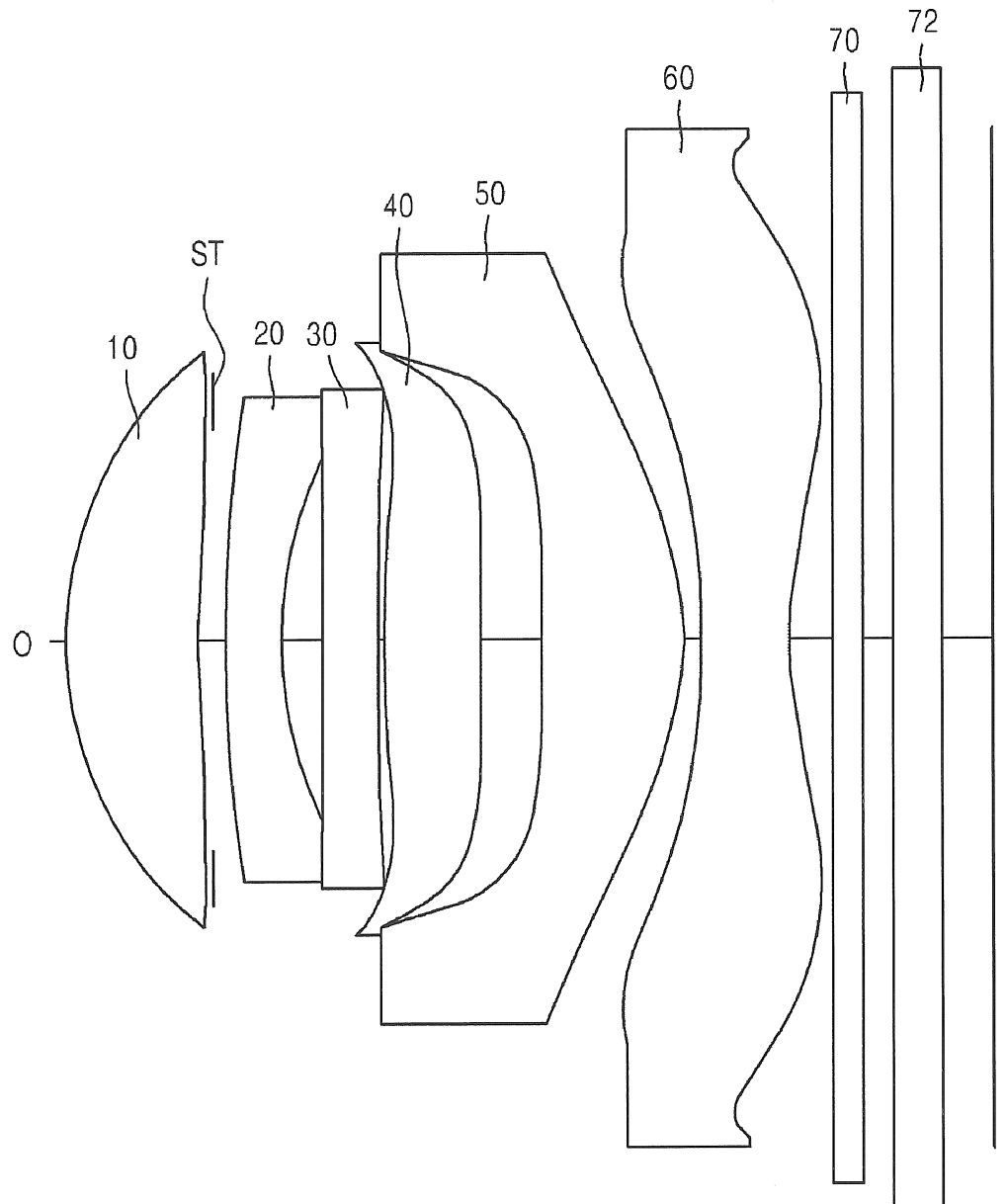


Fig.20

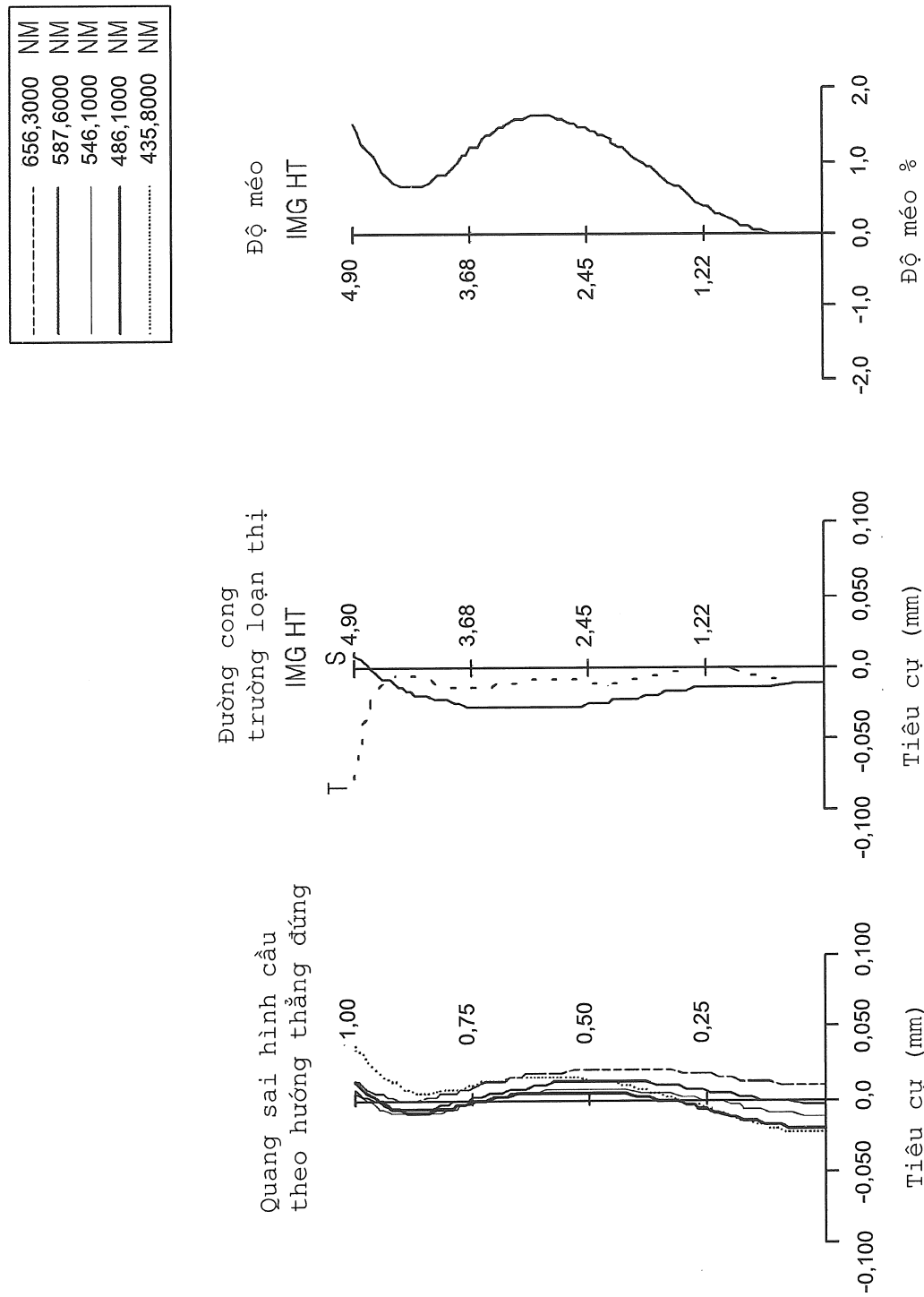
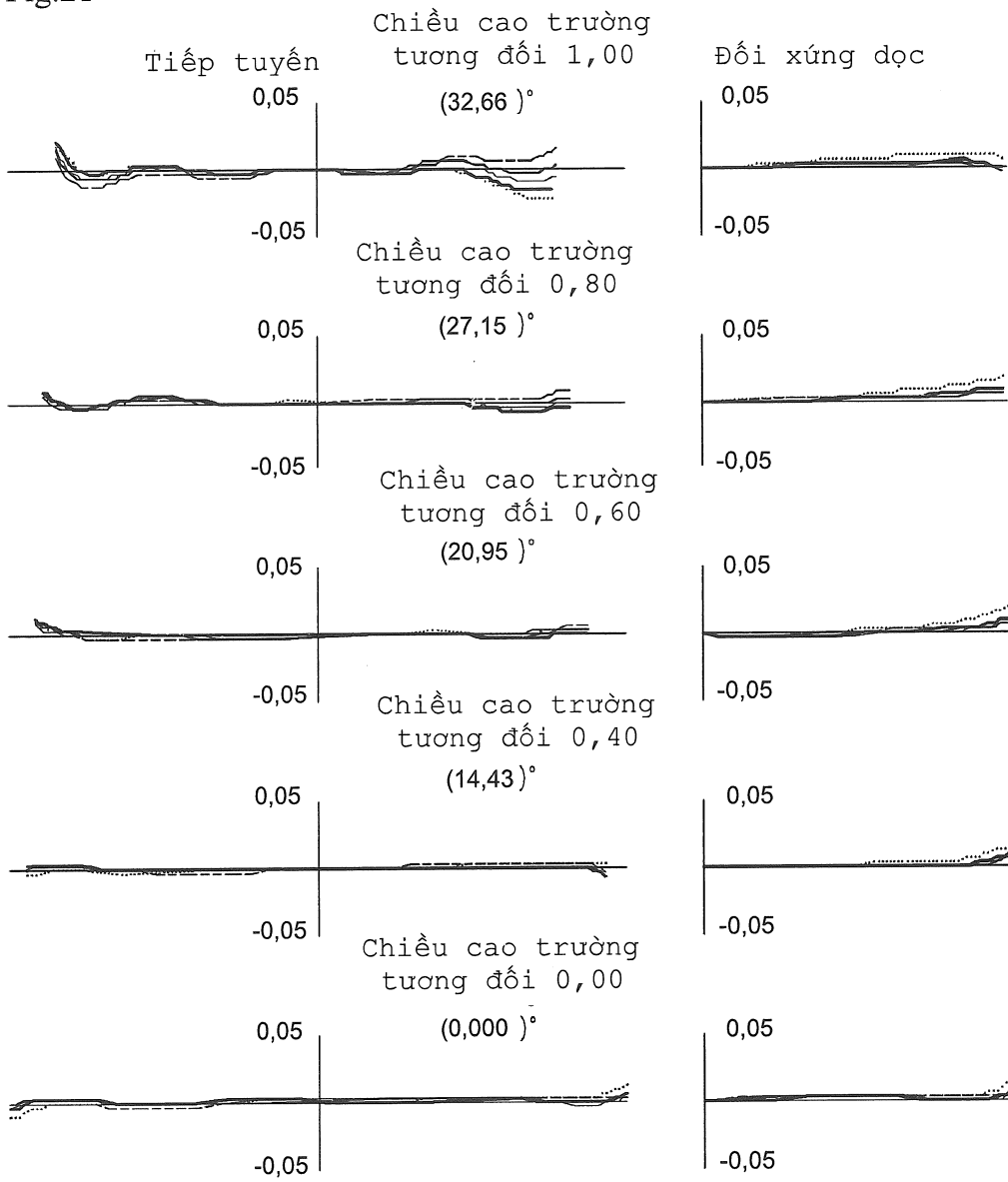


Fig.21



-----	656,3000 NM
=====	587,6000 NM
=====	546,1000 NM
=====	486,1000 NM
.....	435,8000 NM