



(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)



1-0038750

(51)⁸ G02B 13/00; H04N 5/225; G02B 13/18 (13) B

(21) 1-2018-03416

(22) 06/02/2017

(86) PCT/KR2017/001244 06/02/2017

(87) WO 2017/142242 24/08/2017

(30) 10-2016-0018456 17/02/2016 KR

(45) 26/02/2024 431

(43) 26/11/2018 368A

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

129, Samsung-ro, Yeongtong-gu, Suwon-si, Gyeonggi-do, 16677, Republic of Korea

(72) SHIN, Jeong-kil (KR); KANG, Byung-kwon (KR); KIM, Han-eung (KR); SHIN, Hyun-jun (KR); ZHAO, Liefeng (CN).

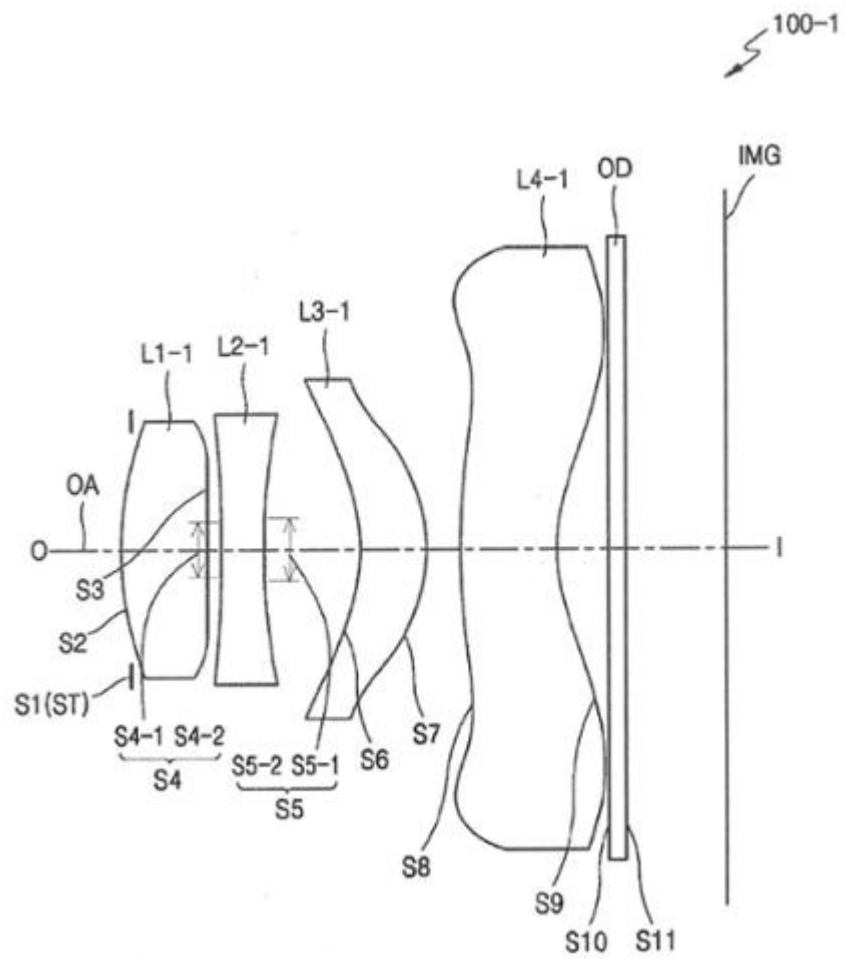
(74) Công ty Luật TNHH WINCO (WINCO LAW FIRM)

(54) CỤM THẤU KÍNH QUANG HỌC

(57) Sáng chế đề cập đến cụm thấu kính quang học được sử dụng như một phần của thiết bị điện tử được tạo cấu hình để tạo ra kết cấu nhỏ gọn và/hoặc mỏng dành cho thiết bị điện tử trong khi vẫn duy trì độ phân giải cao, bằng cách sử dụng ít nhất một thấu kính có các bề mặt phẳng trong các phần riêng của nó. Cụm thấu kính quang học này có thể bao gồm thấu kính thứ nhất, thấu kính thứ hai, thấu kính thứ ba, và thấu kính thứ tư mà được sắp xếp tuần tự dọc theo trục từ phía đối tượng tới phía ảnh, trong đó ít nhất một thấu kính trong số thấu kính thứ nhất, thấu kính thứ hai, thấu kính thứ ba, và thấu kính thứ tư bao gồm bề mặt phía đối tượng có vùng trung tâm phẳng, bề mặt phía ảnh có vùng trung tâm phẳng, và vùng ngoài biên có bề mặt phi cầu, và trong đó ít nhất một thấu kính trong số thấu kính thứ nhất, thấu kính thứ hai, thấu kính thứ ba, và thấu kính thứ tư thỏa mãn phương trình sau đây:

$$0,01 < \phi_{\text{flat-object}} < \phi_{\text{full}} < 0,5,$$

trong đó, $\phi_{\text{flat-object}}$ là đường kính của vùng trung tâm phẳng của bề mặt phía đối tượng, và ϕ_{full} là đường kính hiệu dụng của ít nhất một thấu kính, trong đó thấu kính thứ ba được tách rời về mặt không gian khỏi thấu kính thứ hai và thấu kính thứ tư.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến cụm thấu kính quang học, các thiết bị điện tử có cụm thấu kính quang học này, và các phương pháp tạo ảnh nhờ sử dụng cụm thấu kính quang học này.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Công nghệ máy ảnh đã phát triển đáng kể trong những năm gần đây ngoài các camera độc lập trong các thiết bị điện tử phổ biến khác nhau (thiết bị) chẳng hạn thiết bị truyền thông di động, thiết bị gia dụng, và v.v. Các thiết bị điện tử hiện đại sử dụng một số mô-đun cảm biến để cung cấp các dịch vụ khác nhau chẳng hạn dịch vụ đa phương tiện, dịch vụ chụp ảnh, và dịch vụ quay video. Khi sử dụng các thiết bị điện tử đã được phát triển, vai trò của camera được kết hợp trong đó đã trở nên đáng chú ý hơn. Chất lượng camera chẳng hạn độ phân giải, v.v. của các thiết bị điện tử đã được cải thiện theo nhu cầu của người dùng. Các loại chụp ảnh, ví dụ phong cảnh, chân dung, và tự chụp ("selfies") có thể được thực hiện sử dụng các thiết bị camera, và các tập tin đa phương tiện, ví dụ ảnh, video, âm thanh, thường được chia sẻ trên các trang mạng xã hội hoặc phương tiện khác.

Khi các công nghệ bán dẫn và hiển thị được cải tiến, thì các cụm thấu kính quang học dùng cho các camera của các thiết bị di động cũng được phát triển theo nhiều phương thức khác nhau, ví dụ cải thiện độ phân giải thấp thành độ phân giải cao, từ định dạng cảm biến nhỏ thành định dạng cảm biến lớn, ví dụ từ cảm biến 1/8" thành cảm biến 1/2", và với số lượng tăng lên của các cụm thấu kính.

Thị trường thiết bị di động hiện tại đang có xu hướng giảm độ dày của các thiết bị điện tử với cụm thấu kính quang học được tích hợp. Ví dụ, độ dày thiết bị gần đây đã giảm nằm trong khoảng từ 10 tới 6 mm. Xu hướng này có thể xung đột với việc gia tăng số lượng thấu kính và tăng kích thước cảm biến. Ví dụ, khó có thể đạt được chất lượng cao mà người dùng yêu cầu bằng cách sử dụng một số lượng nhỏ thấu kính. Ngoài ra, có thể khó lắp các cụm thấu kính quang học có các đặc tính quang học thích hợp và/hoặc các đặc tính quang sai trong khi vẫn tạo ra một thiết bị điện tử mỏng. Hơn nữa, khi thấu kính trở nên nhỏ hơn, thì việc sản xuất chúng cũng trở nên khó khăn hơn.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Cụm thấu kính quang học kích thước nhỏ dùng cho các thiết bị điện tử, ví dụ các thiết bị di động xách tay, được bộc lộ, cũng như các thiết bị điện tử được lắp cụm thấu kính quang học kích thước nhỏ này, và các phương pháp để tạo thành ảnh sử dụng cụm thấu kính quang học.

Các khía cạnh khác sẽ được mô tả cụ thể trong phần mô tả sáng chế dưới đây và, sẽ trở nên rõ ràng khi xem phần mô tả sáng chế, hoặc có thể được biết đến qua những phương án làm ví dụ của sáng chế bên dưới đây.

Theo một phương án, cụm thấu kính quang học bao gồm ít nhất hai thấu kính được sắp xếp từ phía đối tượng tới phía ảnh, trong đó ít nhất một thấu kính trong số ít nhất hai thấu kính có thể bao gồm bề mặt phía đối tượng có vùng trung tâm phẳng, bề mặt phía ảnh có vùng trung tâm phẳng và vùng ngoài biên có bề mặt phi cầu, và ít nhất một thấu kính có thể thỏa mãn phương trình sau đây:

$$0,01 < \varphi_{\text{flat-object}}/\varphi_{\text{full}} < 0,5,$$

trong đó, $\varphi_{\text{flat-object}}$ là đường kính của vùng trung tâm phẳng của bề mặt phía đối tượng, và φ_{full} là đường kính hiệu dụng của ít nhất một thấu kính.

Theo một khía cạnh của phương án khác, cụm thấu kính quang học bao gồm ít nhất hai thấu kính được sắp xếp từ phía đối tượng tới phía ảnh, trong đó ít nhất một thấu kính trong số ít nhất hai thấu kính bao gồm vùng thấu kính riêng phần có năng suất khúc xạ bằng không trong vùng trung tâm của nó, và

ít nhất một thấu kính có thể thỏa mãn phương trình sau đây:

$$0,01 < \varphi_{\text{flat-object}}/\varphi_{\text{full}} < 0,5,$$

trong đó $\varphi_{\text{flat-object}}$ là đường kính của vùng thấu kính riêng phần của bề mặt phía đối tượng của ít nhất một thấu kính, và φ_{full} là đường kính hiệu dụng của ít nhất một thấu kính.

Theo một khía cạnh của phương án khác, cụm thấu kính quang học bao gồm, theo thứ tự từ phía đối tượng tới phía ảnh: thấu kính thứ nhất có năng suất khúc xạ dương; thấu kính thứ hai có năng suất khúc xạ dương; thấu kính thứ ba có năng suất khúc xạ âm; thấu kính thứ tư; thấu kính thứ năm; và thấu kính thứ sáu có năng suất khúc xạ âm, vùng trung tâm của ít nhất một thấu kính trong số thấu kính thứ tư và thấu kính thứ năm có thể không có năng suất khúc xạ, và ít nhất một thấu kính trong số thấu kính thứ tư và thấu kính thứ năm có thể thỏa mãn phương trình sau đây:

$$0,01 < \phi_{\text{flat-object}} / \phi_{\text{full}} < 0,5,$$

trong đó $\phi_{\text{flat-object}}$ là đường kính của vùng trung tâm của bề mặt phía đối tượng của ít nhất một thấu kính trong số thấu kính thứ tư và thấu kính thứ năm, và ϕ_{full} là đường kính hiệu dụng của thấu kính thứ năm.

Các thiết bị điện tử bao gồm các phương án của cụm thấu kính quang học, cũng như các phương pháp để tạo thành ảnh sử dụng phương án có cụm thấu kính quang học, cũng được bộc lộ.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Những khía cạnh này và/hoặc các khía cạnh khác sẽ trở nên rõ ràng và dễ hiểu hơn theo phần mô tả của các phương án khác nhau của sáng chế dưới đây có dựa vào các hình vẽ kèm theo, trong đó:

Fig.1 là hình vẽ mặt cắt ngang của cụm thấu kính quang học theo phương án thứ nhất của sáng chế;

Fig.2 là hình vẽ thể hiện các đồ thị quang sai của cụm thấu kính quang học trên Fig.1 theo phương án thứ nhất của sáng chế;

Fig.3 là hình vẽ mặt cắt ngang của cụm thấu kính quang học theo phương án thứ hai của sáng chế;

Fig.4 là hình vẽ thể hiện các đồ thị quang sai của cụm thấu kính quang học trên Fig.3 theo phương án thứ hai của sáng chế;

Fig.5 là hình vẽ mặt cắt ngang của cụm thấu kính quang học theo phương án thứ ba của sáng chế;

Fig.6 là hình vẽ thể hiện các đồ thị quang sai của cụm thấu kính quang học trên Fig.5 theo phương án thứ ba của sáng chế;

Fig.7 là hình vẽ mặt cắt ngang của cụm thấu kính quang học theo phương án thứ tư của sáng chế;

Fig.8 là hình vẽ thể hiện các đồ thị quang sai của cụm thấu kính quang học trên Fig.7 theo phương án thứ tư của sáng chế;

Fig.9 là hình vẽ mặt cắt ngang của cụm thấu kính quang học theo phương án thứ năm của sáng chế;

Fig.10 là hình vẽ thể hiện các đồ thị quang sai của cụm thấu kính quang học trên Fig.9 theo phương án thứ năm của sáng chế;

Fig.11 là hình vẽ mặt cắt ngang của cụm thấu kính quang học theo phương án thứ

sáu của sáng chế;

Fig.12 là hình vẽ thể hiện các đồ thị quang sai của cụm thấu kính quang học trên Fig.11 theo phương án thứ sáu của sáng chế;

Fig.13 là hình vẽ mặt cắt ngang của cụm thấu kính quang học theo phương án thứ bảy của sáng chế;

Fig.14 là hình vẽ thể hiện các đồ thị quang sai của cụm thấu kính quang học trên Fig.13 theo phương án thứ bảy của sáng chế;

Fig.15 là hình vẽ mặt cắt ngang của cụm thấu kính quang học theo phương án thứ tám của sáng chế;

Fig.16 là hình vẽ thể hiện các đồ thị quang sai của cụm thấu kính quang học trên Fig.15 theo phương án thứ tám của sáng chế;

Fig.17 là hình vẽ mặt cắt ngang của cụm thấu kính quang học theo phương án thứ chín của sáng chế;

Fig.18 là hình vẽ thể hiện các đồ thị quang sai của cụm thấu kính quang học trên Fig.17 theo phương án thứ chín của sáng chế;

Fig.19 là hình vẽ thể hiện hình chiếu từ sau của thiết bị điện tử có cụm thấu kính quang học theo các phương án khác nhau của sáng chế;

Các hình vẽ từ Fig.20 tới Fig.22 thể hiện các lưu đồ bậc cao của phương pháp để thực hiện hoạt động chụp ảnh sử dụng cụm thấu kính quang học trong thiết bị điện tử theo các phương án khác nhau của sáng chế;

Fig.23 là hình vẽ sơ đồ khối thể hiện hệ thống môi trường mạng theo các phương án khác nhau của sáng chế; và

Fig.24 là hình vẽ sơ đồ khối thể hiện thiết bị điện tử theo các phương án khác nhau của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sau đây, các phương án khác nhau của sáng chế sẽ được mô tả có dựa vào các hình vẽ kèm theo. Tuy nhiên, nên hiểu rằng kỹ thuật được mô tả trong phần mô tả kỹ thuật không hạn chế với các phương án riêng biệt nhưng bao gồm các phương án cải biến, phương án tương đương, và/hoặc phương án thay thế của các phương án được mô tả trong phần mô tả này. Liên quan tới phần mô tả bằng các hình vẽ, các số chỉ dẫn giống nhau có thể được sử dụng cho các bộ phận giống nhau.

Được sử dụng trong phần mô tả này, các cách diễn đạt “có”, “có thể có”, “bao

gồm”, hoặc “có thể bao gồm”, được sử dụng trong phần mô tả sáng chế cho thấy sự có mặt của đặc điểm tương ứng (ví dụ các trị số, chức năng, thao tác, hoặc thành phần hợp thành của bộ phận) và không loại trừ sự có mặt của các đặc điểm khác.

Được sử dụng trong phần mô tả này, các cách diễn đạt như “A hoặc B”, “ít nhất một trong số A hoặc/và B”, hoặc “một hoặc nhiều trong số A hoặc/và B” có thể bao gồm tất cả các dạng kết hợp có thể có của các mục được nêu tên trong đó. Ví dụ, các cách diễn đạt như “A hoặc B”, “ít nhất một trong số A hoặc B” có chỉ tất cả các trường hợp bao gồm trường hợp (1) bao gồm ít nhất một A, trường hợp (2) bao gồm ít nhất một B, hoặc trường hợp (3) bao gồm cả hai ít nhất một A và ít nhất một B

Các cách diễn đạt chẳng hạn “thứ nhất”, “thứ hai” được sử dụng trong phần mô tả này có thể thay đổi các bộ phận khác nhau bất kể thứ tự và/hoặc mức độ ưu tiên và được sử dụng để phân biệt một bộ phận này với bộ phận khác và có thể không hạn chế ở các bộ phận này. Ví dụ, thiết bị của người dùng thứ nhất và thiết bị của người dùng thứ hai có thể chỉ các thiết bị của người dùng khác nhau bất kể thứ tự hoặc mức độ ưu tiên. Ví dụ, bộ phận thứ nhất có thể được gọi là bộ phận thứ hai mà không bị coi là nằm ngoài phạm vi của sáng chế, và tương tự, bộ phận thứ hai cũng có thể được gọi là bộ phận thứ nhất.

Nên hiểu rằng khi một bộ phận (ví dụ bộ phận thứ nhất) được ghép/được kết nối vận hành hoặc truyền thông với một bộ phận khác (ví dụ bộ phận thứ hai), thì có thể hiểu là bộ phận thứ nhất được kết nối trực tiếp với bộ phận thứ hai hoặc có thể được kết nối với bộ phận thứ hai qua bộ phận khác (ví dụ bộ phận thứ ba). Mặt khác, khi một bộ phận (ví dụ bộ phận thứ nhất) được mô tả “được kết nối trực tiếp” hoặc “được ghép trực tiếp” với bộ phận khác (ví dụ bộ phận thứ hai), thì nên hiểu rằng bộ phận khác (ví dụ bộ phận thứ ba) không có mặt bộ phận ở giữa bộ phận thứ nhất và bộ phận thứ hai.

Ví dụ, thuật ngữ “được tạo cấu hình để” được sử dụng trong phần mô tả này có thể được sử dụng thay thế với “phù hợp để”, “có khả năng để”, “được thiết kế để”, “được tạo phù hợp để”, “được tạo thành để”, “có khả năng” tùy theo ngữ cảnh. Thuật ngữ “được tạo cấu hình để” có thể không chỉ được hiểu là vật mà “được thiết kế đặc biệt” bằng phần cứng. Thay vào đó, trong một số trường hợp, cách diễn đạt chẳng hạn “thiết bị được tạo cấu hình để” có thể được hiểu là vật “có khả năng” cùng hoạt động với thiết bị hoặc các bộ phận khác. Ví dụ, cụm từ “bộ xử lý được tạo cấu hình (hoặc được thiết lập) để thực hiện A, B và C” có thể được hiểu là bộ xử lý chuyên dụng (ví dụ bộ vi xử lý nhúng) để

thực hiện hoạt động tương ứng hoặc bộ vi xử lý vạn năng (ví dụ bộ xử lý trung tâm (Central Processing Unit, CPU) hoặc bộ xử lý ứng dụng (Application Processor, AP)) mà có thể thực hiện các hoạt động bằng cách thực hiện một hoặc nhiều chương trình phần mềm được lưu trong thiết bị nhớ.

Các thuật ngữ được sử dụng trong phần mô tả này được dùng để mô tả phương án cụ thể và không hạn chế phạm vi của các phương án khác. Các thuật ngữ dạng số ít bao gồm cả các dạng số nhiều, trừ trường hợp ngữ cảnh có quy định khác một cách rõ ràng. Các thuật ngữ được sử dụng trong phần mô tả này bao gồm các thuật ngữ kỹ thuật và thuật ngữ khoa học đều có nghĩa giống như thường được hiểu đối với người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật liên quan. Các thuật ngữ được định nghĩa trong từ điển thông thường trong số các thuật ngữ được sử dụng trong phần mô tả này có thể được hiểu có nghĩa giống hoặc tương tự như nghĩa thuộc ngữ cảnh trong lĩnh vực liên quan và không được hiểu theo nghĩa lý tưởng hoặc quá mức trừ trường hợp ngữ cảnh có định nghĩa rõ ràng. Các thuật ngữ được định nghĩa trong phần mô tả không được hiểu theo nghĩa nhằm loại trừ các phương án của phần mô tả sáng chế này kể cả khi các thuật ngữ này được định nghĩa trong phần mô tả này theo các ngữ cảnh khác nhau. Được sử dụng trong phần mô tả sáng chế, thuật ngữ “và/hoặc” được hiểu theo nghĩa là đề cập đến một dạng kết hợp bất kỳ và tất cả các dạng kết hợp của các mục được nêu tên đi kèm. Các cách diễn đạt như “ít nhất một trong số”, khi đặt ở trước một danh sách gồm nhiều phần tử, sẽ được hiểu là có thể thay đổi toàn bộ danh sách gồm nhiều phần tử đó, nhưng không thể thay đổi từng phần tử riêng biệt trong danh sách đó.

Thiết bị điện tử (có thể được dùng thay thế trong phần mô tả này là “thiết bị”) theo các phương án khác nhau của sáng chế có thể bao gồm, ví dụ, ít nhất một loại thiết bị trong số: điện thoại thông minh, máy tính bảng cá nhân (PC), điện thoại di động, điện thoại có chức năng gọi video, thiết bị đọc sách điện tử, máy tính để bàn (PC), máy tính xách tay, máy tính netbook, máy trạm, máy chủ, thiết bị hỗ trợ kỹ thuật số cá nhân (Personal Digital Assistant, PDA), máy phát đa phương tiện di động (Portable Multimedia Player, PMP), máy phát nhạc MP3, thiết bị y tế, máy camera, hoặc thiết bị có thể đeo được. Theo các phương án khác nhau, thiết bị có thể đeo được có thể bao gồm ít nhất một kiểu thiết bị trong số: thiết bị loại phụ kiện (ví dụ đồng hồ đeo tay, nhẫn, vòng đeo tay, vòng đeo chân, vòng đeo cổ, kính mắt, kính áp tròng, hoặc thiết bị điện tử lắp trên đầu (Head-Mounted Device, HMD)), thiết bị kiểu tích hợp vào quần áo hoặc lớp độn

vải (ví dụ quần áo điện tử), thiết bị kiểu gắn lên người (ví dụ miếng dán trên da hoặc hình xăm), và thiết bị kiểu cấy vào cơ thể (ví dụ mạch cấy ghép).

Theo một số phương án của sáng chế, thiết bị điện tử có thể thiết bị gia dụng. Ví dụ, thiết bị gia dụng có thể bao gồm ít nhất một thiết bị trong số: máy thu tín hiệu truyền hình (TeleVision, TV), máy phát đĩa đa năng kỹ thuật số (Digital Versatile Disc, DVD), thiết bị âm thanh, tủ lạnh, điều hoà không khí, máy hút bụi, lò nướng, lò vi sóng, máy giặt, máy lọc không khí, thiết bị set-top box, bảng điều khiển tự động trong nhà, bảng điều khiển an ninh, TV box (ví dụ Samsung HomeSync™, Apple TV™, hoặc Google TV™), thiết bị chơi game (ví dụ Xbox™, PlayStation™), từ điển điện tử, khóa điện tử, máy ghi hình, hoặc khung ảnh điện tử.

Theo một phương án khác, thiết bị điện tử có thể bao gồm ít nhất một thiết bị trong số: các thiết bị y tế khác nhau (ví dụ các thiết bị đo lường y tế di động khác nhau (thiết bị giám sát lượng đường trong máu, thiết bị giám sát nhịp tim, thiết bị đo huyết áp, hoặc thiết bị đo nhiệt độ cơ thể, v.v.), thiết bị chụp X-quang cộng hưởng từ (Magnetic Resonance Angiography, MRA), thiết bị chụp ảnh cắt lớp cộng hưởng từ (Magnetic Resonance Imaging, MRI), thiết bị chụp vi tính cắt lớp (Computed Tomography, CT), và thiết bị siêu âm, v.v.), thiết bị dẫn đường, hệ thống vệ tinh dẫn đường toàn cầu (Global Navigation Satellite System, GNSS), thiết bị ghi dữ liệu hành trình (Event Data Recorder, EDR), thiết bị ghi dữ liệu chuyến bay (Flight Data Recorder, FDR), thiết bị giải trí trên ô tô, thiết bị điện tử trên tàu thuyền (ví dụ thiết bị dẫn đường hàng hải, la bàn hồi chuyển, v.v), các thiết bị an ninh hàng không, robot dùng trong công nghiệp hoặc trong gia đình, máy giao dịch tự động (Automatic Teller Machine, ATM), thiết bị điểm bán hàng (Point Of Sales, POS) trong các cửa hàng, hoặc các thiết bị nối với mạng lưới vạn vật kết nối với Internet (Internet of Things) (ví dụ bóng đèn, các loại cảm biến, đồng hồ đo điện hoặc ga, thiết bị tưới nước, hệ thống báo cháy, máy điều nhiệt, đèn đường, lò nướng bánh, thiết bị tập luyện, bình nước nóng, thiết bị sưởi, bình đun, v.v.).

Theo một số phương án, thiết bị điện tử có thể bao gồm ít nhất một thiết bị trong số: một phần các vật dụng trong nhà hoặc chi tiết của một toà nhà hoặc công trình xây dựng, bảng tin điện tử, thiết bị thu nhận chữ ký điện tử, máy chiếu, hoặc các loại thiết bị đo khác nhau (ví dụ đồng hồ đo nước, đồng hồ đo điện, đồng hồ đo ga, đồng hồ đo sóng điện từ, v.v.). Theo các phương án khác nhau, thiết bị điện tử có thể là một thiết bị trong số các thiết bị khác nhau được mô tả bên trên hoặc dạng kết hợp của một hoặc nhiều thiết

bị. Các thiết bị điện tử theo một phương án của sáng chế có thể là thiết bị điện tử dạng uốn được. Ngoài ra, thiết bị điện tử theo một phương án của sáng chế không bị hạn chế bởi nhưng thiết bị được liệt kê ở trên và có thể bao gồm thiết bị điện tử mới theo sự phát triển của công nghệ.

Sau đây, thiết bị điện tử theo các phương án khác nhau của sáng chế sẽ được mô tả có dựa vào các hình vẽ kèm theo. Được sử dụng trong phần mô tả, thuật ngữ “người dùng” có thể chỉ người mà sử dụng thiết bị điện tử hoặc thiết bị sử dụng thiết bị điện tử (ví dụ thiết bị điện tử có trí thông minh nhân tạo (Artificial Intelligence, AI)).

Sau đây, cụm thấu kính quang học theo các phương án khác nhau, thiết bị có cụm thấu kính quang học này, và phương pháp để tạo ảnh sẽ được mô tả chi tiết có dựa vào các hình vẽ kèm theo.

Cụm thấu kính quang học theo các phương án khác nhau có thể bao gồm ít nhất hai thấu kính được sắp xếp từ phía đối tượng tới phía ảnh. Ít nhất một thấu kính trong số ít nhất hai thấu kính có thể bao gồm vùng thứ nhất lần lượt bao gồm các mặt phẳng trên phía đối tượng và phía ảnh, và vùng thứ hai bao gồm bề mặt phi cầu. Vùng thứ nhất có thể là vùng trung tâm mà qua đó trục quang học đi qua, và vùng thứ hai có thể là vùng ngoài biên mà bao quanh vùng trung tâm.

Fig.1 là hình vẽ thể hiện cụm thấu kính quang học 100-1 theo phương án thứ nhất của sáng chế.

Theo phương án thứ nhất, cụm thấu kính quang học 100-1 có thể bao gồm thấu kính thứ nhất L1-1, thấu kính thứ hai L2-1, thấu kính thứ ba L3-1, và thấu kính thứ tư L4-1, mà được sắp xếp theo tuần tự dọc theo trục quang học OA, từ phía đối tượng O tới phía ảnh I.

Sau đây, theo các phương án khác nhau, khi mô tả cấu hình của mỗi thấu kính trong số các thấu kính, phía ảnh có thể thể hiện chiều mà trong đó mặt phẳng ảnh IMG mà trên đó ảnh được tạo thành tồn tại và phía đối tượng có thể thể hiện chiều mà trong đó đối tượng được tạo ảnh tồn tại. Ngoài ra, theo các phương án khác nhau, "bề mặt phía đối tượng" của thấu kính có thể thể hiện bề mặt thấu kính hướng về phía đối tượng, dựa trên trục quang học OA, tức là, bề mặt phía trái của hình vẽ, và "bề mặt phía ảnh" của thấu kính có thể thể hiện bề mặt thấu kính hướng về phía mặt phẳng ảnh, dựa trên trục quang học OA, tức là, bề mặt phía phải của hình vẽ. Mặt phẳng ảnh IMG, ví dụ, có thể là mặt phẳng của bề mặt thiết bị tạo ảnh hoặc bề mặt cảm biến ảnh. Cảm biến ảnh có thể

bao gồm, ví dụ, kết cấu từ linh kiện bán dẫn ôxit kim loại bù (Complementary Metal Oxide Semiconductor, CMOS) hoặc linh kiện ghép tích điện (Charged Coupled Device, CCD). Cảm biến ảnh không bị hạn chế ở đó và có thể là thiết bị bất kỳ mà chuyển đổi ảnh của đối tượng thành tín hiệu ảnh điện.

Thấu kính thứ nhất L1-1 có thể có năng suất khúc xạ dương, và có thể có bề mặt phía đối tượng lồi. Sau đây, thấu kính có năng suất khúc xạ dương có thể được biểu diễn như thấu kính dương, và thấu kính có năng suất khúc xạ âm có thể được biểu diễn như thấu kính âm. Thấu kính thứ nhất L1-1 cũng có thể là thấu kính hai mặt lồi. Thấu kính thứ hai L2-1 có thể có các vùng phẳng (tức là, phẳng hoặc gần phẳng) lần lượt trên bề mặt phía đối tượng và bề mặt phía ảnh. Tức là, vùng riêng phần của bề mặt phía đối tượng của thấu kính thứ hai L2-1 có thể là vùng phẳng, bề mặt vùng riêng phần do đó nằm trong mặt phẳng. Vùng riêng phần của bề mặt phía ảnh của thấu kính thứ hai L2-1 cũng có thể là mặt phẳng. Thấu kính thứ hai L2-1 có thể bao gồm, ví dụ, vùng trung tâm quanh trục quang học OA và vùng ngoài biên mà bao quanh vùng trung tâm. Cụ thể là, thấu kính thứ hai L2-1 có thể bao gồm bề mặt phía đối tượng S4 gồm có vùng trung tâm thứ nhất S4-1 mà là mặt phẳng, và vùng ngoài biên thứ nhất S4-2 có bề mặt phi cầu. (Đã được biến đến trong kỹ thuật camera, bề mặt phi cầu là bề mặt có tiết diện không phải là một phần của mặt cầu hoặc mặt trụ). Ngoài ra, thấu kính thứ hai L2-1 có thể bao gồm bề mặt phía ảnh S5 với vùng trung tâm thứ hai S5-1 mà là mặt phẳng, và vùng ngoài biên thứ hai S5-2 có bề mặt phi cầu. (Các kích thước, tức là, các diện tích bề mặt, của các vùng trung tâm thứ nhất và thứ hai S4-1 và S5-1 có thể xấp xỉ bằng nhau. Vùng trung tâm của thấu kính thứ hai L2-1 có thể gồm có các vùng trung tâm thứ nhất và thứ hai S4-1 và S5-1 và một phần của thấu kính thứ hai L2-1 trực tiếp ở giữa). Thấu kính thứ hai L2-1 có thể có năng suất khúc xạ bằng không trong vùng trung tâm của nó. Chú ý rằng trong khi thuật ngữ “năng suất khúc xạ” thường dùng để chỉ đặc tính có tính khúc xạ của thấu kính tổng thể, hoặc đôi khi là đặc tính có tính khúc xạ của một phía của thấu kính, ở đây thuật ngữ năng suất khúc xạ có thể được sử dụng để mô tả đặc tính có tính khúc xạ chỉ của vùng riêng phần của thấu kính, so với trục quang học của thấu kính. Ví dụ, năng suất khúc xạ của vùng trung tâm của thấu kính, hoặc của vùng ngoài biên của thấu kính, có thể được mô tả. Trong trường hợp vùng riêng biệt, năng suất khúc xạ của vùng riêng biệt có thể được xem xét một cách cô lập bằng cách bỏ qua phần đóng góp năng suất khúc xạ của phần còn lại của thấu kính.

Vùng ngoài biên thứ nhất S4-2 và vùng ngoài biên thứ hai S5-2 của thấu kính thứ hai L2-1 có thể có các năng suất khúc xạ không bằng không (dương hoặc âm). Vùng ngoài biên thứ nhất S4-2 có thể lồi về phía đối tượng O. Vùng ngoài biên thứ hai S5-2 có thể lồi về phía ảnh I.

Thấu kính thứ hai L2-1 có thể có bán kính vô hạn của phần cong trong vùng trung tâm S5-1 (tức là, sao cho toàn bộ bề mặt của vùng trung tâm S5-1 nằm trong mặt phẳng) và có thể không có hệ số phi cầu. Bán kính của phần cong trong vùng ngoài biên S5-2 có thể là vô hạn (trong trường hợp mặt phẳng hoàn toàn dành cho thấu kính), hoặc hữu hạn, và có thể có hệ số phi cầu.

Ít nhất một thấu kính trong số thấu kính thứ ba L3-1 và thấu kính thứ tư L4-1 có thể có bề mặt có ít nhất một điểm võng xuống. Điểm võng xuống có thể là, ví dụ, điểm mà ký hiệu của bán kính của phần cong thay đổi nằm trong khoảng từ từ + tới - hoặc từ - tới +. Ngoài ra, điểm võng xuống có thể là điểm mà hình dạng của thấu kính thay đổi từ hình dạng lồi thành hình dạng lõm hoặc từ hình dạng lõm thành hình dạng lồi. Bán kính của phần cong có thể là giá trị chỉ báo mức độ cong trong mỗi điểm của bề mặt bị cong hoặc cong.

Thấu kính thứ ba L3-1 có thể bao gồm bề mặt phía đối tượng lõm S6. Bề mặt phía ảnh S7 của thấu kính thứ ba L3-1 có thể có ít nhất một điểm võng xuống. Thấu kính thứ ba L3-1 có thể có hình dạng lồi về phía ảnh I trong vùng gần trục quang học OA của bề mặt phía ảnh (trong bán kính định trước từ trục quang học OA). Bề mặt phía đối tượng S6 của thấu kính thứ ba L3-1 có thể có hình dạng lõm về phía đối tượng O.

Theo các phương án khác nhau, thấu kính thứ tư L4-1 có thể có ít nhất một điểm võng xuống trên ít nhất một bề mặt trong số bề mặt phía đối tượng S8 và bề mặt phía ảnh S9. Bề mặt phía đối tượng S8 của thấu kính thứ tư L4-1 có thể có hình dạng lồi gần trục quang học OA và hình dạng lõm trong vùng hình khuyên xa hơn từ trục quang học OA (ví dụ, về phía hoặc trong vùng ngoài biên của thấu kính thứ tư). Bề mặt phía ảnh của thấu kính thứ tư L4-1 có thể có hình dạng lõm gần trục quang học và hình dạng lồi trong vùng xa hơn từ trục quang học OA (ví dụ, vùng ngoài biên của thấu kính thứ tư), như được thể hiện trên Fig.1.

Theo các phương án khác nhau, ít nhất một thấu kính trong số thấu kính thứ nhất L1-1, thấu kính thứ hai L2-1, thấu kính thứ ba L3-1, và thấu kính thứ tư L4-1 có thể là thấu kính phi cầu. Theo một phương án, mỗi thấu kính trong số thấu kính thứ nhất L1-1,

thấu kính thứ hai L2-1, thấu kính thứ ba L3-1 và thấu kính thứ tư L4-1 có thể là thấu kính phi cầu.

Theo các phương án khác nhau, khẩu độ ST còn có thể được cung cấp trên phía đối tượng O của thấu kính thứ nhất L1-1.

Theo các phương án khác nhau, ít nhất một bộ phận quang OD có thể được cung cấp giữa thấu kính thứ tư L4-1 và mặt phẳng ảnh IMG. Bộ phận quang OD có thể bao gồm bộ lọc thông thấp, bộ lọc cắt hồng ngoại (IR), kính che, hoặc dạng kết hợp của chúng. Nếu bộ lọc cắt hồng ngoại IR được tạo ra như bộ phận quang OD, thì các tia nhìn thấy được có thể truyền qua bộ lọc cắt hồng ngoại (IR), và các tia hồng ngoại có thể được phát xạ ra ngoài sao cho các tại IR có thể không được truyền tới mặt phẳng ảnh IMG. Cụm thấu kính quang học 100-1 cũng có thể được tạo cấu hình mà không có bộ phận quang OD.

Fig.3 là hình vẽ mặt cắt ngang của cụm thấu kính quang học 100-2 theo phương án thứ hai của sáng chế.

Cụm thấu kính quang học 100-2 có thể bao gồm thấu kính thứ nhất L1-2 có năng suất khúc xạ dương, thấu kính thứ hai L2-2 có năng suất khúc xạ âm, thấu kính thứ ba L3-2, và thấu kính thứ tư L4-2, mà được sắp xếp từ phía đối tượng O tới phía ảnh I. Theo phương án hiện thời, các phần mô tả về các bộ phận tương tự với các bộ phận của phương án được mô tả bên trên sẽ được bỏ qua để cho ngắn gọn, nhưng các phần mô tả dựa trên mỗi thấu kính trong số các thấu kính trên Fig.3 (ví dụ: thấu kính thứ nhất L1-2, thấu kính thứ hai L2-2, thấu kính thứ ba L3-2, hoặc thấu kính thứ tư L4-2) sẽ được cung cấp, vì chúng có thể có các cấu hình khác với phương án trước đó, mặc dù các chú giải giống nhau có thể được sử dụng.

Theo các phương án khác nhau, thấu kính thứ nhất L1-2 có thể có bề mặt phía đối tượng lồi. Thấu kính thứ hai L2-2 có thể là thấu kính mặt khum lõm với bề mặt lõm S5 hướng về phía phía ảnh.

Theo một phương án, thấu kính thứ ba L3-2 có thể bao gồm các vùng phẳng trên mỗi bề mặt trong số bề mặt phía đối tượng S6 và bề mặt phía ảnh S7. Tức là, vùng riêng phần của bề mặt phía đối tượng S6 của thấu kính thứ ba L3-2 và vùng riêng phần của bề mặt phía ảnh S7 của thấu kính thứ ba L3-2 có thể đều là bề mặt phẳng. Thấu kính thứ ba L3-2 có thể bao gồm vùng trung tâm thứ nhất S6-1 mà là mặt phẳng trên bề mặt phía đối tượng S6 và vùng ngoài biên thứ nhất S6-2 có bề mặt phi cầu. Ngoài ra, thấu kính thứ ba

L3-2 có thể bao gồm vùng trung tâm thứ hai S7-1 mà là mặt phẳng trên bề mặt phía ảnh S7 và vùng ngoài biên thứ hai S7-2 có bề mặt phi cầu. (Các kích thước, tức là, các diện tích bề mặt, của các vùng trung tâm thứ nhất và thứ hai S6-1 và S7-1 có thể xấp xỉ bằng nhau. Vùng trung tâm của thấu kính thứ ba L3-2 có thể gồm có các vùng trung tâm thứ nhất và thứ hai S6-1 và S7-1 và một phần của thấu kính thứ ba L3-2 trực tiếp ở giữa). Thấu kính thứ ba L3-2 có thể có năng suất khúc xạ bằng không trong ít nhất vùng trung tâm tổng thể, tức là, từ bề mặt S6 thông qua thấu kính tới bề mặt S7. Được chú ý bên trên, trong khi thuật ngữ “năng suất khúc xạ” thường dùng để chỉ đặc tính có tính khúc xạ của thấu kính tổng thể, hoặc đôi khi là đặc tính có tính khúc xạ của một phía của thấu kính, ở đây thuật ngữ năng suất khúc xạ có thể được sử dụng để mô tả đặc tính có tính khúc xạ của vùng riêng biệt của thấu kính, so với trục quang học của thấu kính. Ví dụ, năng suất khúc xạ của vùng trung tâm của thấu kính có thể có đặc trưng. Ví dụ, mỗi vùng trong số vùng ngoài biên thứ nhất S6-2 và vùng ngoài biên thứ hai S7-2 của thấu kính thứ ba L3-2 có thể có năng suất khúc xạ không bằng không (dương hoặc âm). Vùng ngoài biên thứ nhất S6-2 có thể lõm về phía đối tượng, như được thể hiện. Vùng ngoài biên thứ hai S7-2 có thể lồi về phía phía ảnh.

Theo các phương án khác nhau, ít nhất một thấu kính trong số thấu kính thứ nhất L1-2, thấu kính thứ hai L2-2, thấu kính thứ ba L3-2, và thấu kính thứ tư L4-2 có thể là thấu kính phi cầu. Ví dụ, thấu kính thứ nhất L1-2, thấu kính thứ hai L2-2, thấu kính thứ ba L3-2, và thấu kính thứ tư L4-2 lần lượt có thể là các thấu kính phi cầu hai mặt. Do đó, cụm thấu kính quang học 100-2 có thể được tạo cấu hình với kết cấu thu gọn trong khi vẫn duy trì được chất lượng độ phân giải cao. Ngoài ra, ít nhất một thấu kính trong số thấu kính thứ nhất L1-2, thấu kính thứ hai L2-2, thấu kính thứ ba L3-2 và thấu kính thứ tư L4-2 có thể được tạo thành từ vật liệu chất dẻo sao cho các chi phí có thể được làm giảm xuống và các bề mặt phi cầu có thể được sản xuất dễ dàng. Ví dụ, mỗi thấu kính trong số thấu kính thứ nhất L1-2, thấu kính thứ hai L2-2, thấu kính thứ ba L3-2, và thấu kính thứ tư L4-2 có thể là thấu kính bằng chất dẻo.

Fig.5 là hình vẽ mặt cắt ngang của cụm thấu kính quang học 100-3 theo phương án thứ ba của sáng chế. Cụm thấu kính quang học 100-3 có thể bao gồm thấu kính thứ nhất L1-3 có năng suất khúc xạ dương, thấu kính thứ hai L2-3 có năng suất khúc xạ âm, thấu kính thứ ba L3-3, thấu kính thứ tư L4-3, và thấu kính thứ năm L5-3, mà được sắp xếp từ phía đối tượng O tới phía ảnh I theo tuần tự dọc theo trục OA.

Thấu kính thứ nhất L1-3 có thể bao gồm bề mặt phía đối tượng lồi về phía phía đối tượng O. Thấu kính thứ hai L2-3 có thể bao gồm bề mặt phía ảnh lõm. Thấu kính thứ hai L2-3 có thể là thấu kính mặt khum lõm về phía phía ảnh I. Khẩu độ ST có thể được cung cấp giữa thấu kính thứ nhất L1-3 và thấu kính thứ hai L2-3.

Thấu kính thứ ba L3-3 có thể bao gồm các vùng bề mặt phẳng lần lượt trên bề mặt phía đối tượng S6 và bề mặt phía ảnh S7. Tức là, vùng riêng phần của bề mặt phía đối tượng của thấu kính thứ ba L3-3 và vùng riêng phần của bề mặt phía ảnh của thấu kính thứ ba L3-3 có thể là mặt phẳng. Thấu kính thứ ba L3-3 có thể bao gồm, theo một phương án, vùng trung tâm thứ nhất S6-1 mà là bề mặt phẳng trên bề mặt phía đối tượng S6, và vùng ngoài biên thứ nhất S6-2 có bề mặt phi cầu. Ngoài ra, thấu kính thứ ba L3-3 có thể bao gồm vùng trung tâm thứ hai S7-1 mà là bề mặt phẳng trên bề mặt phía ảnh S7, và vùng ngoài biên thứ hai S7-2 có bề mặt phi cầu. (Các kích thước, tức là, các diện tích bề mặt, của các vùng trung tâm thứ nhất và thứ hai S6-1 và S7-1 có thể xấp xỉ bằng nhau. Vùng trung tâm của thấu kính thứ ba L3-3 có thể gồm có các vùng trung tâm thứ nhất và thứ hai S6-1 và S7-1 và một phần của thấu kính thứ hai L3-3 trực tiếp ở giữa). Thấu kính thứ ba L3-3 có thể có năng suất khúc xạ bằng không trong vùng trung tâm của nó. Được chú ý bên trên, năng suất khúc xạ có thể được xem xét dành cho các vùng riêng biệt của thấu kính so với khoảng cách từ trục quang học của thấu kính. Do đó năng suất khúc xạ của vùng ngoài biên hoặc vùng trung tâm của thấu kính có thể được xem xét. Theo một phương án, mỗi vùng trong số vùng ngoài biên thứ nhất S6-2 và vùng ngoài biên thứ hai S7-2 của thấu kính thứ ba L3-3 có thể có năng suất khúc xạ không bằng không.

Theo các phương án khác nhau, ít nhất một thấu kính trong số thấu kính thứ nhất L1-3, thấu kính thứ hai L2-3, thấu kính thứ ba L3-3, thấu kính thứ tư L4-3, và thấu kính thứ năm L5-3 có thể là thấu kính phi cầu. Ví dụ, mỗi thấu kính trong số thấu kính thứ nhất L1-3, thấu kính thứ hai L2-3, thấu kính thứ ba L3-3, thấu kính thứ tư L4-3 và thấu kính thứ năm L5-3 có thể là thấu kính phi cầu hai mặt. Do đó, cụm thấu kính quang học 100-3 có thể được thực hiện với kết cấu thu gọn và vẫn cung cấp chất lượng độ phân giải cao. Ngoài ra, ít nhất một thấu kính trong số thấu kính thứ nhất L1-3, thấu kính thứ hai L2-3, thấu kính thứ ba L3-3, thấu kính thứ tư L4-3 và thấu kính thứ năm L5-3 có thể được tạo thành từ vật liệu chất dẻo sao cho các chi phí có thể được làm giảm xuống và các bề mặt phi cầu có thể được sản xuất dễ dàng. Theo một phương án, mỗi thấu kính trong số thấu kính thứ nhất L1-3, thấu kính thứ hai L2-3, thấu kính thứ ba L3-3, thấu kính

thứ tư L4-3 và thấu kính thứ năm L5-3 có thể là thấu kính bằng chất dẻo.

Bề mặt phía ảnh của thấu kính thứ năm L5-3 có thể có ít nhất một điểm võng xuống. Bề mặt phía đối tượng của thấu kính thứ năm L5-3 có thể có hình dạng lõm gần trục quang học và hình dạng lõm trong vùng hình khuyên xa hơn từ trục quang học. Bề mặt phía ảnh của thấu kính thứ năm L5-3 có thể có hình dạng lõm gần trục quang học và hình dạng lõm trong vùng hình khuyên xa hơn từ trục quang học.

Fig.7 là hình vẽ mặt cắt ngang của cụm thấu kính quang học 100-4 theo phương án thứ tư của sáng chế. Cụm thấu kính quang học 100-4 có thể bao gồm thấu kính thứ nhất L1-4, thấu kính thứ hai L2-4, thấu kính thứ ba L3-4, thấu kính thứ tư L4-4, và thấu kính thứ năm L5-4, mà được sắp xếp từ phía đối tượng O tới phía ảnh I. Theo phương án hiện thời, các phần mô tả về các bộ phận tương tự với các bộ phận của các phương án được mô tả bên trên sẽ được bỏ qua, và các phần mô tả dựa trên mỗi thấu kính trong số các thấu kính (ví dụ: thấu kính thứ nhất L1-4, thấu kính thứ hai L2-4, thấu kính thứ ba L3-4, thấu kính thứ tư L4-4 hoặc thấu kính thứ năm L5-4) sẽ được cung cấp, vì các cấu hình thấu kính trên Fig.7 có thể khác với các cấu hình thấu kính của các phương án được thảo luận trước đó (mặc dù các chú giải giống nhau có thể được sử dụng).

Cụm thấu kính quang học 100-4 có thể bao gồm thấu kính thứ nhất L1-4, thấu kính thứ hai L2-4, thấu kính thứ ba L3-4, thấu kính thứ tư L4-4, và thấu kính thứ năm L5-4. Thấu kính thứ ba L3-4 có thể có hình dạng lõm về phía phía ảnh I. Thấu kính thứ tư L4-4 có thể bao gồm, ví dụ, vùng phẳng trên mỗi bề mặt trong số bề mặt phía đối tượng S8 và bề mặt phía ảnh S9. Tức là, vùng riêng phần của bề mặt phía đối tượng của thấu kính thứ tư L4-4 và vùng riêng phần của bề mặt phía ảnh của thấu kính thứ tư L4-4 có thể là các bề mặt phẳng. Thấu kính thứ tư L4-4 có thể bao gồm vùng trung tâm thứ nhất S8-1 mà là mặt phẳng trên bề mặt phía đối tượng S8 và vùng ngoài biên thứ nhất S8-2 có bề mặt phi cầu. Ngoài ra, thấu kính thứ tư L4-4 có thể bao gồm vùng trung tâm thứ hai S9-1 mà là mặt phẳng trên bề mặt phía ảnh S9 và vùng ngoài biên thứ hai S9-2 có bề mặt phi cầu. Thấu kính thứ tư L4-4 có thể có năng suất khúc xạ bằng không trong vùng trung tâm của nó. (Được chú ý bên trên, các năng suất khúc xạ của các vùng riêng biệt của thấu kính so với khoảng cách từ trục quang học có thể được xem xét độc lập ở đây). Ví dụ, mỗi vùng trong số vùng ngoài biên thứ nhất S8-2 và vùng ngoài biên thứ hai S9-2 của thấu kính thứ tư L4-4 có thể có năng suất khúc xạ không bằng không (dương hoặc âm). (Các kích thước, tức là, các diện tích bề mặt, của các vùng trung tâm thứ nhất và thứ hai

S8-1 và S9-1 có thể xấp xỉ bằng nhau. Vùng trung tâm của thấu kính thứ tư L4-4 có thể gồm có các vùng trung tâm thứ nhất và thứ hai S8-1 và S9-1 và một phần của thấu kính thứ tư L4-4 trực tiếp ở giữa).

Fig.9 là hình vẽ mặt cắt ngang của cụm thấu kính quang học 100-5 theo phương án thứ năm của sáng chế. Cụm thấu kính quang học 100-5 có thể bao gồm thấu kính thứ nhất L1-5 có năng suất khúc xạ dương, thấu kính thứ hai L2-5 có năng suất khúc xạ âm, thấu kính thứ ba L3-5, thấu kính thứ tư L4-5, và thấu kính thứ năm L5-5, mà được sắp xếp từ phía đối tượng O tới phía ảnh I. Theo phương án hiện thời, các phần mô tả về các bộ phận tương tự với các bộ phận của phương án được mô tả bên trên sẽ được bỏ qua, và các phần mô tả dựa trên mỗi thấu kính trong số các thấu kính (ví dụ: thấu kính thứ nhất L1-5, thấu kính thứ hai L2-5, thấu kính thứ ba L3-5, thấu kính thứ tư L4-5, hoặc thấu kính thứ năm L5-5) sẽ được cung cấp (vì các cấu hình này có thể khác với các cấu hình được mô tả trước đó mặc dù các chú giải giống nhau có thể được sử dụng).

Theo phương án trên Fig.9, hai thấu kính có thể bao gồm các vùng phẳng lần lượt trên bề mặt phía đối tượng và bề mặt phía ảnh. Ví dụ, vùng riêng phần của bề mặt phía đối tượng S6 của thấu kính thứ ba L3-5 và vùng riêng phần của bề mặt phía ảnh S7 của thấu kính thứ ba L3-5 có thể là mặt phẳng. Thấu kính thứ ba L3-5 có thể bao gồm, ví dụ, vùng trung tâm thứ nhất S6-1 mà là mặt phẳng trên bề mặt phía đối tượng S6 và vùng ngoài biên thứ nhất S6-2 có bề mặt phi cầu. Thấu kính thứ ba L3-5 có thể bao gồm vùng trung tâm thứ hai S7-1 mà là mặt phẳng trên bề mặt phía ảnh S7 và vùng ngoài biên thứ hai S7-2 có bề mặt phi cầu. Được chú ý bên trên, năng suất khúc xạ có thể được xem xét độc lập dành cho các vùng riêng biệt của thấu kính. Ví dụ, mỗi vùng trong số vùng ngoài biên thứ nhất S6-2 và vùng ngoài biên thứ hai S7-2 của thấu kính thứ ba L3-5 có thể có năng suất khúc xạ không bằng không. (Các kích thước, tức là, các diện tích bề mặt, của các vùng trung tâm thứ nhất và thứ hai S6-1 và S7-1 của thấu kính thứ ba L3-5 có thể xấp xỉ bằng nhau. Vùng trung tâm của thấu kính thứ ba L3-5 có thể gồm có các vùng trung tâm thứ nhất và thứ hai S6-1 và S7-1 và một phần của thấu kính thứ hai L3-5 trực tiếp ở giữa). Vùng riêng phần của bề mặt phía đối tượng S6 của thấu kính thứ tư L4-5 và vùng riêng phần của bề mặt phía ảnh S7 của nó có thể đều là mặt phẳng. Thấu kính thứ tư L4-5 có thể bao gồm, ví dụ, vùng trung tâm thứ ba S8-1 mà là mặt phẳng trên bề mặt phía đối tượng S8 và vùng ngoài biên thứ ba S8-2 có bề mặt phi cầu. (Các kích thước của các vùng trung tâm S8-1 và S8-2 có thể xấp xỉ bằng nhau). Thấu kính thứ tư L4-5 có thể bao

gồm vùng trung tâm thứ tư S9-1 mà là mặt phẳng trên bề mặt phía ảnh S9 và vùng ngoài biên thứ tư S9-2 có bề mặt phi cầu. (Các kích thước của các vùng trung tâm S8-1 và S9-1 có thể xấp xỉ bằng nhau). Thấu kính thứ tư L4-5 có thể có năng suất khúc xạ bằng không trong vùng trung tâm của nó (mà có thể bao gồm cả hai vùng trung tâm S8 và S9 và một phần của thấu kính L4-5 giữa chúng). Ví dụ, mỗi vùng trong số vùng ngoài biên thứ nhất S8-2 và vùng ngoài biên thứ hai S9-2 của thấu kính thứ tư L4-5 có thể có năng suất khúc xạ bằng không.

Thấu kính thứ năm L5-5 có thể có ít nhất một điểm võng xuống trên mỗi bề mặt trong số bề mặt phía đối tượng và bề mặt phía ảnh. Ví dụ, bề mặt phía ảnh có thể là bề mặt lõm gần trục quang học và bề mặt lồi trong vùng hình khuyên xa hơn từ trục quang học.

Fig.11 là hình vẽ mặt cắt ngang của cụm thấu kính quang học 100-6 theo phương án thứ sáu của sáng chế.

Theo các phương án khác nhau, cụm thấu kính quang học 100-6 có thể bao gồm thấu kính thứ nhất L1-6, thấu kính thứ hai L2-6 có năng suất khúc xạ âm, thấu kính thứ ba L3-6, thấu kính thứ tư L4-6, thấu kính thứ năm L5-6, và thấu kính thứ sáu L6-6, mà được sắp xếp từ phía đối tượng O tới phía ảnh I.

Theo phương án trên Fig.11, các phần mô tả về các bộ phận tương tự với các bộ phận của phương án thứ năm được mô tả ở trên sẽ được bỏ qua. Vùng riêng phần của bề mặt phía đối tượng S1 của thấu kính thứ nhất L1-6 và vùng riêng phần của bề mặt phía ảnh S2 của nó có thể là các mặt phẳng. Thấu kính thứ nhất L1-6 có thể bao gồm, ví dụ, vùng trung tâm thứ nhất S1-1 mà là mặt phẳng trên bề mặt phía đối tượng S1 và vùng ngoài biên thứ nhất S1-2 có bề mặt phi cầu trên bề mặt phía đối tượng S1. Ngoài ra, thấu kính thứ nhất L1-6 có thể bao gồm vùng trung tâm thứ hai S2-1 mà là mặt phẳng trên bề mặt phía ảnh S2 và vùng ngoài biên thứ hai S2-2 có bề mặt phi cầu. Thấu kính thứ nhất L1-6 có thể có năng suất khúc xạ bằng không trong vùng trung tâm của nó. Ví dụ, mỗi vùng trong số vùng ngoài biên thứ nhất S1-2 và vùng ngoài biên thứ hai S2-2 của thấu kính thứ nhất L1-6 có thể có năng suất khúc xạ bằng không. (Các kích thước, tức là, các diện tích bề mặt, của các vùng trung tâm thứ nhất và thứ hai S1-1 và S2-1 có thể xấp xỉ bằng nhau. Vùng trung tâm thấu kính thứ nhất L1-6 có thể gồm có các vùng trung tâm thứ nhất và thứ hai S1-1 và S2-1 và một phần của thấu kính thứ nhất L1-6 trực tiếp ở giữa).

Thấu kính thứ hai L2-6 có thể có hình dạng mặt khum lõm về phía phía ảnh S2. Thấu kính thứ ba L3-6 có thể bao gồm bề mặt phía ảnh lõm về phía phía ảnh. Thấu kính thứ tư L4-6 có thể có, ví dụ, hình dạng mặt khum lõm về phía phía ảnh. Thấu kính thứ năm L5-6 có thể có, ví dụ, bề mặt phía đối tượng lõm và bề mặt phía ảnh lõm. Thấu kính thứ năm L5-6 và thấu kính thứ sáu L6-6 có thể là các thấu kính phi cầu. Bề mặt phía đối tượng của thấu kính thứ sáu L6-6 có thể có hình dạng lõm gần trục quang học và hình dạng lõm trong vùng hình khuyên xa hơn từ trục quang học (ví dụ, về phía hoặc trong vùng ngoài biên). Bề mặt phía ảnh của thấu kính thứ sáu L6-6 có thể có hình dạng lõm gần trục quang học và hình dạng lõm trong vùng hình khuyên xa hơn từ trục quang học. Ví dụ, thấu kính thứ sáu L6-6 có thể có hình dạng mặt khum lõm về phía phía đối tượng trong vùng gần trục quang học. Ví dụ, khẩu độ ST có thể được cung cấp thêm ở phía đối tượng của thấu kính thứ ba L3-6.

Fig.13 là hình vẽ mặt cắt ngang của cụm thấu kính quang học 100-7 theo phương án thứ bảy của sáng chế. Theo các phương án khác nhau, cụm thấu kính quang học 100-7 có thể bao gồm thấu kính thứ nhất L1-7, thấu kính thứ hai L2-7, thấu kính thứ ba L3-7, thấu kính thứ tư L4-7, thấu kính thứ năm L5-7, và thấu kính thứ sáu L6-7, mà được sắp xếp từ phía đối tượng O tới phía ảnh I. Theo phương án trên Fig.13, các phần mô tả về các bộ phận tương tự với các bộ phận của phương án được mô tả bên trên sẽ được bỏ qua, và các phần mô tả dựa trên mỗi thấu kính trong số các thấu kính (ví dụ: thấu kính thứ nhất L1-7, thấu kính thứ hai L2-7, thấu kính thứ ba L3-7, thấu kính thứ tư L4-7, thấu kính thứ năm L5-7, hoặc thấu kính thứ sáu L6-7) sẽ được cung cấp.

Ví dụ, thấu kính thứ nhất L1-7 có thể có năng suất khúc xạ dương. Thấu kính thứ nhất L1-7 có thể có hình dạng mặt khum lõm về phía phía đối tượng O. Thấu kính thứ hai L2-7 có thể có năng suất khúc xạ dương. Thấu kính thứ hai L2-7 có thể là, ví dụ, thấu kính hai mặt lõm. Khẩu độ ST có thể được cung cấp giữa thấu kính thứ nhất L1-7 và thấu kính thứ hai L2-7. Thấu kính thứ ba L3-7 có thể có, ví dụ, năng suất khúc xạ âm. Thấu kính thứ ba L3-7 có thể có hình dạng mặt khum lõm về phía phía đối tượng O. Vùng riêng phần của bề mặt phía đối tượng S7 của thấu kính thứ tư L4-7 và vùng riêng phần của bề mặt phía ảnh S8 của nó đều có thể là mặt phẳng. Thấu kính thứ tư L4-7 có thể bao gồm, ví dụ, vùng trung tâm thứ nhất S7-1 mà là mặt phẳng trên bề mặt phía đối tượng S7 và vùng ngoài biên thứ nhất S7-2 có bề mặt phi cầu. Thấu kính thứ tư L4-7 có thể bao gồm vùng trung tâm thứ hai S8-1 mà là mặt phẳng trên bề mặt phía ảnh S8 và vùng ngoài biên

thứ hai S8-2 có bề mặt phi cầu. Thấu kính thứ tư L4-7 có thể có năng suất khúc xạ bằng không trong vùng trung tâm của nó. Ví dụ, mỗi vùng trong số vùng ngoài biên thứ nhất S7-1 và vùng ngoài biên thứ hai S8-2 có thể có năng suất khúc xạ âm hoặc dương. (Các kích thước, tức là, các diện tích bề mặt, của các vùng trung tâm thứ nhất và thứ hai S7-1 và S8-1 của thấu kính thứ tư S4-7 có thể xấp xỉ bằng nhau. Vùng trung tâm của thấu kính thứ tư L4-7 có thể gồm có các vùng trung tâm thứ nhất và thứ hai S7-1 và S8-1 và một phần của thấu kính thứ tư L4-7 trực tiếp ở giữa).

Thấu kính thứ năm L5-7 và thấu kính thứ sáu L6-7 có thể bao gồm ít nhất một điểm võng xuống. Thấu kính thứ sáu L6-7 có thể có năng suất khúc xạ âm.

Fig.15 là hình vẽ mặt cắt ngang của cụm thấu kính quang học 100-8 theo phương án thứ tám của sáng chế.

Cụm thấu kính quang học 100-8 có thể bao gồm thấu kính thứ nhất L1-8, thấu kính thứ hai L2-8, thấu kính thứ ba L3-8, thấu kính thứ tư L4-8, thấu kính thứ năm L5-8, và thấu kính thứ sáu L6-8, mà được sắp xếp từ phía đối tượng O tới phía ảnh I. Theo phương án trên Fig.15, các phần mô tả về các bộ phận tương tự với các bộ phận của phương án được mô tả bên trên sẽ được bỏ qua, và các phần mô tả dựa trên mỗi thấu kính trong số các thấu kính (ví dụ: thấu kính thứ nhất L1-8, thấu kính thứ hai L2-8, thấu kính thứ ba L3-8, thấu kính thứ tư L4-8, thấu kính thứ năm L5-8, hoặc thấu kính thứ sáu L6-8) sẽ được cung cấp. Ví dụ, vùng riêng phần của bề mặt phía đối tượng S9 của thấu kính thứ năm L5-8 và vùng riêng phần của bề mặt phía ảnh S10 của nó đều có thể là mặt phẳng. Thấu kính thứ năm L5-8 có thể bao gồm, ví dụ, vùng trung tâm thứ nhất S9-1 mà là mặt phẳng trên bề mặt phía đối tượng S9 và vùng ngoài biên thứ nhất S9-2 có bề mặt phi cầu. Thấu kính thứ năm L5-8 có thể bao gồm vùng trung tâm thứ hai S10-1 mà là mặt phẳng trên bề mặt phía ảnh S10 và vùng ngoài biên thứ hai S10-2 có bề mặt phi cầu. Thấu kính thứ năm L5-8 có thể có năng suất khúc xạ bằng không trong vùng trung tâm của nó. Mỗi vùng trong số vùng ngoài biên thứ nhất S9-2 và vùng ngoài biên thứ hai S10-2 của thấu kính thứ năm L5-8 có thể có năng suất khúc xạ âm hoặc dương. (Các kích thước, tức là, các diện tích bề mặt, của các vùng trung tâm thứ nhất và thứ hai S9-1 và S10-1 có thể xấp xỉ bằng nhau. Vùng trung tâm của thấu kính thứ năm L5-8 có thể gồm có các vùng trung tâm thứ nhất và thứ hai S9-1 và S10-1 và một phần của thấu kính thứ năm L5-8 trực tiếp ở giữa).

Fig.17 là hình vẽ mặt cắt ngang của cụm thấu kính quang học 100-9 theo phương

án thứ chín của sáng chế.

Cụm thấu kính quang học 100-9 có thể bao gồm thấu kính thứ nhất L1-9, thấu kính thứ hai L2-9, thấu kính thứ ba L3-9, thấu kính thứ tư L4-9, thấu kính thứ năm L5-9, thấu kính thứ sáu L6-9, và thấu kính thứ bảy L7-9, mà được sắp xếp từ phía đối tượng O tới phía ảnh I.

Thấu kính thứ nhất L1-9 có thể là thấu kính hai mặt lồi. Thấu kính thứ hai L2-9 có thể có hình dạng mặt khum lõm về phía phía ảnh I. Vùng riêng phần của bề mặt phía đối tượng S6 của thấu kính thứ ba L3-9 và vùng riêng phần của bề mặt phía ảnh S7 của nó đều có thể là mặt phẳng. Thấu kính thứ ba L3-9 có thể bao gồm, ví dụ, vùng trung tâm thứ nhất S6-1 mà là mặt phẳng trên bề mặt phía đối tượng S6 và vùng ngoài biên thứ nhất S6-2 có bề mặt phi cầu. Thấu kính thứ ba L3-9 có thể bao gồm vùng trung tâm thứ hai S7-1 mà là mặt phẳng trên bề mặt phía ảnh S7 và vùng ngoài biên thứ hai S7-2 có bề mặt phi cầu. Thấu kính thứ ba L3-9 có thể có năng suất khúc xạ bằng không trong vùng trung tâm của nó. Thấu kính thứ tư L4-9 có thể là thấu kính mặt khum lồi về phía phía đối tượng O. Thấu kính thứ năm L5 có thể là thấu kính mặt khum lõm về phía phía ảnh I. Thấu kính thứ sáu L6-9 và thấu kính thứ bảy L7-9 có thể có, ví dụ, ít nhất một điểm võng xuống. (Các kích thước, tức là, các diện tích bề mặt, của các vùng trung tâm thứ nhất và thứ hai S6-1 và S7-1 của thấu kính thứ ba L3-9 có thể xấp xỉ bằng nhau. Vùng trung tâm của thấu kính thứ ba L3-9 có thể gồm có các vùng trung tâm thứ nhất và thứ hai S6-1 và S7-1 và một phần của thấu kính thứ ba L3-9 trực tiếp ở giữa).

Theo các phương án khác nhau, ít nhất một thấu kính trong số các thấu kính từ thứ nhất tới thứ bảy có thể bao gồm thấu kính phi cầu. Ví dụ, ít nhất một thấu kính trong số các thấu kính từ thứ nhất tới thứ bảy có thể bao gồm ít nhất một bề mặt phi cầu. Ví dụ, mỗi thấu kính trong số các thấu kính từ thứ nhất tới thứ bảy có thể là thấu kính phi cầu. Ít nhất một thấu kính trong số các thấu kính từ thứ nhất tới thứ bảy có thể bao gồm thấu kính bằng chất dẻo. Ví dụ, mỗi thấu kính trong số các thấu kính từ thứ nhất tới thứ bảy có thể là thấu kính bằng chất dẻo. Cụm thấu kính quang học 100-9 có thể bao gồm khẩu độ ST trên phía đối tượng O của thấu kính thứ hai L2-9.

Trên các hình vẽ thể hiện các phương án khác nhau được mô tả ở trên, các vùng trung tâm đối diện của các thấu kính với các bề mặt vùng trung tâm phẳng được thể hiện để gần như có kích thước bằng nhau, tức là, diện tích bề mặt. Tuy nhiên, cụm thấu kính quang học theo các phương án khác nhau có thể thỏa mãn phương trình sau đây.

$$0,01 < \varphi_{\text{flat-object}} / \varphi_{\text{full}} < 0,5 \dots (1)$$

trong đó, khi vùng trung tâm được tạo cấu hình như bề mặt phẳng được chứa trong mỗi bề mặt trong số bề mặt phía đối tượng và bề mặt phía ảnh của ít nhất một thấu kính, thì $\varphi_{\text{flat-object}}$ là đường kính của vùng trung tâm được tạo cấu hình với bề mặt phẳng trên bề mặt phía đối tượng của ít nhất một thấu kính, và φ_{full} là đường kính hiệu dụng của ít nhất một thấu kính. (Được biết trong kỹ thuật thấu kính, theo tiêu chuẩn “hệ thống hợp” để đo lường thấu kính được thông qua bởi Hiệp hội các nhà sản xuất thấu kính quang học, thì “đường kính hiệu dụng” của thấu kính có thể được định rõ là gấp hai lần khoảng cách từ tâm hình học của mép xa nhất của thấu kính của hình dạng thấu kính).

Khi phương trình 1 được thỏa mãn, thì các thấu kính có thể được sản xuất dễ dàng, và quang sai có thể được điều chỉnh phù hợp.

Cụm thấu kính quang học theo các phương án khác nhau có thể thỏa mãn phương trình sau đây.

$$0,01 < \varphi_{\text{flat-image}} / \varphi_{\text{full}} < 0,5 \dots (2)$$

trong đó, khi vùng trung tâm được tạo cấu hình như bề mặt phẳng được chứa trong mỗi bề mặt trong số bề mặt phía đối tượng và bề mặt phía ảnh của ít nhất một thấu kính, thì $\varphi_{\text{flat-image}}$ là đường kính của vùng trung tâm được tạo cấu hình với bề mặt phẳng trên bề mặt phía ảnh của ít nhất một thấu kính, và φ_{full} là đường kính hiệu dụng của ít nhất một thấu kính. Khi phương trình 2 được thỏa mãn, thì các thấu kính có thể được sản xuất dễ dàng, và quang sai có thể được điều chỉnh phù hợp. Cả hai phía của vùng riêng phần của thấu kính được sản xuất có các bề mặt phẳng sao cho khả năng sản xuất các thấu kính được cải thiện và kích thước của vùng phẳng được điều chỉnh tới mức nhỏ nhất có thể xuất hiện quang sai và do đó vấn đề liên quan tới chất lượng quang học có thể được giảm xuống.

Cụm thấu kính quang học theo các phương án khác nhau có thể có kích thước nhỏ gọn và độ phân giải cao. Cụm thấu kính quang học có thể được lắp trên thiết bị đầu cuối di động, ví dụ, và có thể được áp dụng cho camera kỹ thuật số, máy ghi hình, máy tính cá nhân hoặc các sản phẩm điện tử khác.

Trong khi đó, các bề mặt phi cầu làm ví dụ được sử dụng trong cụm thấu kính quang học theo các phương án khác nhau của sáng chế sẽ được định rõ như được mô tả bên dưới.

Khi chiều trục quang học là trục x và chiều vuông góc với chiều trục quang học là

trục y, thì các bề mặt phi cầu có thể được thể hiện nhờ sử dụng phương trình sau đây khi chiều chiều của các tia là chiều dương. Ở đây, x là khoảng cách từ đỉnh của thấu kính theo chiều trục quang học, y là khoảng cách theo chiều vuông góc với trục quang học, K là hằng số conic, A, B, C, D, và ... là các hệ số phi cầu, và c là nghịch đảo (1/R) của bán kính cong ở đỉnh của thấu kính.

$$x = \frac{cy^2}{1 + \sqrt{1 - (K+1)c^2y^2}} + Ay^4 + By^6 + Cy^8 + Dy^{10} + \dots$$

... (3)

Theo các phương án, cụm thấu kính quang học có thể được thực hiện theo các ví dụ có các thiết kế khác nhau sau đây.

Theo mỗi phương án trong số các phương án, số bề mặt thấu kính S1, S2, S3, ..., và Sn (n là số tự nhiên) được cho tuần tự từ phía đối tượng O tới phía ảnh I, và vùng trung tâm được tạo cấu hình như bề mặt phẳng được đánh số theo dạng Sn-1, và vùng ngoài biên được tạo cấu hình của bề mặt phi cầu được đánh số theo dạng Sn-2. EFL là tiêu cự của cụm thấu kính quang học, F-number là số F, FOV là góc nhìn, R là bán kính của phần cong, Dn là độ dày của thấu kính hoặc khoảng cách trong không khí giữa các thấu kính, IMH là độ cao ảnh, Nd là chỉ số khúc xạ, và Vd là số Abbe. ST là khẩu độ. * biểu thị bề mặt phi cầu.

<Phương án thứ nhất>

Bảng 1 thể hiện dữ liệu thiết kế của cụm thấu kính quang học theo phương án thứ nhất trên Fig.1 được mô tả ở trên. Các tham số thiết kế làm ví dụ là:

$$EFL = 3,02 \text{ mm}$$

$$FOV = 74 \text{ độ}$$

$$F\text{-number} = 2,0$$

$$IMH = 2,285 \text{ mm}$$

$$\phi_{\text{flat-L2S1}}/\phi_{\text{full-L2}} = 0,12$$

$$\phi_{\text{flat-L2S2}}/\phi_{\text{full-L2}} = 0,12$$

$\phi_{\text{flat-L2S1}}$ là đường kính của vùng trung tâm phẳng của bề mặt phía đối tượng của thấu kính thứ hai, $\phi_{\text{flat-L2S2}}$ là đường kính của vùng trung tâm phẳng của bề mặt phía ảnh của thấu kính thứ hai, và $\phi_{\text{full-L2}}$ là đường kính hiệu dụng của thấu kính thứ hai.

Bảng 1

Bề mặt thấu kính	R (mm)	Dn (mm)	Nd	Vd	Đường kính hiệu dụng (mm)	Đường kính lỗ (mm)
S1(ST)	Vô hạn	-0,08			1,48	0
S2*	1,5826	0,5695	1,5373	55,7	1,5	0
S3*	6,7858	0,0882			1,6	0
S4	S4-1	Vô hạn	0	1,6483	22,4	0,2
	S4-2*	Vô hạn	0,27	1,6483	22,4	1,7
S5	S5-1	Vô hạn	0		0,2	0
	S5-2*	Vô hạn	0,6095		1,7	0,2
S6*	-1,2435	0,4257	1,5373	55,7	1,9	0
S7*	-0,8957	0,214			2,1	0
S8*	2,1594	0,6257	1,5465	56,1	3,1	0
S9*	1,007	0,3292			3,8	0
S10	Vô hạn	0,1100	1,5187	64,2	3,9	0
S11	Vô hạn	0,6100			4,0	0
IMG		0,0200			4,57	0

Trong phương án thứ nhất, thấu kính thứ hai L2-1 có thể bao gồm bề mặt phía đối tượng S4 và bề mặt phía ảnh S5 đều bao gồm vùng trung tâm S4-1 và vùng trung tâm S5-1 đều được tạo cấu hình như các bề mặt phẳng. Bề mặt phía đối tượng S4 có thể bao gồm vùng trung tâm S4-1 có bề mặt phẳng với đường kính hiệu dụng 0,2 mm và vùng ngoài biên S4-2 có đường kính lỗ 0,2 mm. Bề mặt phía ảnh S5 có thể bao gồm vùng trung tâm S5-1 có bề mặt phẳng với đường kính hiệu dụng 0,2 mm và vùng ngoài biên S5-2 có đường kính lỗ 0,2 mm.

Bảng 2 thể hiện các hệ số phi cầu trong thiết kế làm ví dụ của phương án thứ nhất.

Bảng 2

Bề mặt thấu kính	R	K	A	B	C	D	E	F
S2	1,58E+00	-1,95E+00	-8,14E-03	3,61E-02	-1,47E-01	6,56E-02	-2,26E-01	0,00E+00
S3	6,79E+00	-1,47E+02	-2,97E-01	-3,81E-02	-1,95E-02	1,04E-01	-5,28E-02	0,00E+00
S4-2	Vô hạn	-2,00E+02	-1,96E-01	1,28E-02	4,04E-02	2,25E-01	-6,45E-02	0,00E+00
S5-2	Vô hạn	-2,00E+02	1,02E-01	-4,33E-05	1,38E-01	-2,05E-01	1,22E-01	0,00E+00
S6	-1,24E+00	-4,74E+00	-9,73E-02	-1,39E-02	7,84E-02	2,00E-02	-1,49E-02	-9,00E-03
S7	-8,96E-01	-2,48E+00	-1,30E-01	5,41E-02	-2,95E-02	3,67E-02	4,31E-02	-1,99E-02
S8	2,16E+00	-5,57E+00	-1,53E-01	4,53E-02	-3,27E-04	-3,67E-03	7,64E-04	1,96E-05
S9	1,01E+00	-4,20E+00	-1,07E-01	5,44E-02	-2,22E-02	5,65E-03	-8,35E-04	5,23E-05

Fig.2 thể hiện các đồ thị quang sai cầu theo chiều dọc, các đường cong miền loạn thị, và quang sai biến dạng của cụm thấu kính quang học theo phương án thứ nhất. Quang sai cầu theo chiều dọc được thể hiện tương ứng đối với ánh sáng có bước sóng 656.0000

nanô mét (NM), ánh sáng có bước sóng 587.0000 NM, và ánh sáng có bước sóng 486.0000 NM, và các đường cong miền loạn thị bao gồm phần uốn cong miền tiếp tuyến T và phần uốn cong miền đối xứng dọc S. Các đường cong miền loạn thị được thể hiện dành cho ánh sáng có bước sóng 587.0000 NM, và quang sai biến dạng được thể hiện dành cho ánh sáng có bước sóng 587.0000 NM.

<Phương án thứ hai>

Bảng 3 thể hiện dữ liệu thiết kế của cụm thấu kính quang học theo phương án thứ hai trên Fig.3 được mô tả ở trên. Các tham số thiết kế làm ví dụ là:

$$EFL = 3,42 \text{ mm}$$

$$FOV = 66 \text{ độ}$$

$$F\text{-number} = 2,8$$

$$IMH = 2,285 \text{ mm}$$

$$\phi_{\text{flat-L3S1}}/\phi_{\text{full-L3}} = 0,09$$

$$\phi_{\text{flat-L3S2}}/\phi_{\text{full-L3}} = 0,09$$

trong đó $\phi_{\text{flat-L3S1}}$ là đường kính của vùng trung tâm phẳng của bề mặt phía đối tượng của thấu kính thứ ba, $\phi_{\text{flat-L3S2}}$ là đường kính của vùng trung tâm phẳng của bề mặt phía ảnh của thấu kính thứ ba, và $\phi_{\text{full-L3}}$ là đường kính hiệu dụng của thấu kính thứ ba.

Bảng 3

Bề mặt thấu kính	R (mm)	Dn (mm)	Nd	Vd	Đường kính hiệu dụng (mm)	Đường kính lỗ (mm)
S1(ST)	Vô hạn	-0,12			1,221341378	
S2*	1,3500	0,5522	1,547	56,2	1,3	0
S3*	-8,8895	0,0400			1,4	0
S4*	17,2093	0,3700	1,6384	23,4	1,4	0
S5*	2,1401	0,5478			1,4	0
S6	S6-1	Vô hạn	0,0000	1,6384	23,4	0,2
	S6-2*	Vô hạn	0,3161	1,6384	23,4	1,8
S7	S7-1	Vô hạn	0,0000		0,2	0
	S7-2*	Vô hạn	0,3194		2,2	0,2
S8*	2,4920	0,8000	1,547	56,2	3	0
S9*	1,7854	0,1545			3,7	0
S10	Vô hạn	0,3000	1,5187	64,2	3,9	0
S11	Vô hạn	0,4950			3,8	0
IMG		0,0050			4,57	0

Trong phương án thứ hai, thấu kính thứ ba L3-2 có thể bao gồm bề mặt phía đối tượng S6 và bề mặt phía ảnh S7 lần lượt bao gồm vùng trung tâm phẳng S6-1 và vùng

trung tâm phẳng S7-1. Bề mặt phía đối tượng S6 có thể bao gồm vùng trung tâm phẳng S6-1 với đường kính hiệu dụng 0,2 mm và vùng ngoài biên S6-2 có đường kính lỗ 0,2 mm. Bề mặt phía ảnh S7 có thể bao gồm vùng trung tâm phẳng S7-1 với đường kính hiệu dụng 0,2 mm và vùng ngoài biên S7-2 có đường kính lỗ 0,2 mm.

Bảng 4 thể hiện các hệ số phi cầu theo phương án thứ hai.

Bảng 4

Bề mặt thấu kính	R	K	A	B	C	D	E	F	G
S2	1,35E+00	-5,55E-01	-9,99E-03	-3,76E-02	-5,02E-02	-1,18E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
S3	-8,89E+00	1,32E+02	-2,36E-02	-7,02E-03	2,12E-02	-2,37E-02	-5,48E-02	0,00E+00	0,00E+00
S4	1,72E+01	7,96E+01	1,28E-02	1,17E-01	9,48E-02	-1,35E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
S5	2,14E+00	-2,89E+00	1,28E-01	6,55E-03	2,52E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
S6-2	Vô hạn	2,19E+04	-3,81E-02	-1,07E-01	-5,59E-02	9,24E-02	-1,25E-01	-8,59E-02	-5,99E-03
S7-2	Vô hạn	2,00E+02	-1,12E-01	8,22E-02	-8,14E-02	5,06E-03	1,28E-03	-1,66E-03	4,93E-03
S8	2,49E+00	-2,12E+01	-1,60E-01	5,29E-02	-1,98E-03	3,79E-04	-2,27E-05	-2,69E-05	-2,04E-05
S9	1,79E+00	-7,77E+00	-7,60E-02	1,55E-02	-3,35E-03	1,99E-04	-1,06E-05	1,87E-05	4,42E-07

Fig.4 thể hiện các đồ thị quang sai cầu theo chiều dọc, các đường cong miền loạn thị, và quang sai biến dạng của cụm thấu kính quang học theo phương án thứ hai.

<Phương án thứ ba>

Bảng 5 thể hiện dữ liệu thiết kế của cụm thấu kính quang học theo phương án thứ ba trên Fig.5. Dữ liệu thiết kế làm ví dụ như sau:

$$\text{EFL} = 3,40 \text{ mm}$$

$$\text{FOV} = 67 \text{ độ}$$

$$\text{F-number} = 2,3$$

$$\text{IMH} = 2,300 \text{ mm}$$

$$\phi_{\text{flat-L3S1}}/\phi_{\text{full-L3}} = 0,11$$

$$\phi_{\text{flat-L3S2}}/\phi_{\text{full-L3}} = 0,11$$

trong đó $\phi_{\text{flat-L3S1}}$ là đường kính của vùng trung tâm phẳng của bề mặt phía đối tượng của thấu kính thứ ba, $\phi_{\text{flat-L3S2}}$ là đường kính của vùng trung tâm phẳng của bề mặt phía ảnh của thấu kính thứ ba, và $\phi_{\text{full-L3}}$ là đường kính hiệu dụng của thấu kính thứ ba.

Bảng 5

Bề mặt thấu kính	R (mm)	Dn (mm)	Nd	Vd	Đường kính hiệu dụng (mm)	Đường kính lỗ (mm)
S1*	1,2781	0,5485	1,5334	55,9	1,50	0
S2*	-10,1664	0,0400			1,40	0
S3(ST)	Vô hạn	0,0400			1,30	0
S4*	7,6992	0,3000	1,6411	23,9	1,30	0
S5*	1,6504	0,2904			1,40	0
S6	S6-1	Vô hạn	0,0000	1,5334	55,9	0,20
	S6-2*	Vô hạn	0,3000	1,5334	55,9	1,60
S7	S7-1	Vô hạn	0,0000			0,20
	S7-2*	Vô hạn	0,3053			1,90
S8*	-5,7016	0,3710	1,6411	23,9	2,00	0
S9*	-4,6941	0,0400			2,50	0
S10*	1,2551	0,4427	1,5334	55,9	3,10	0
S11*	1,1029	0,1520			3,50	0
S12	Vô hạn	0,3000	1,5187	64,2	3,80	0
S13	Vô hạn	0,7819			3,95	0
IMG		0,0081			4,62	0

Theo phương án thứ ba, thấu kính thứ ba L3-3 có thể bao gồm bề mặt phía đối tượng S6 và bề mặt phía ảnh S7 lần lượt bao gồm vùng trung tâm phẳng S6-1 và vùng trung tâm phẳng S7-1. Bề mặt phía đối tượng S6 có thể bao gồm vùng trung tâm phẳng S6-1 với đường kính hiệu dụng 0,2 mm và vùng ngoài biên S6-2 có đường kính lỗ 0,2 mm. Bề mặt phía ảnh S7 có thể bao gồm vùng trung tâm phẳng S7-1 với đường kính hiệu dụng 0,2 mm và vùng ngoài biên S7-2 có đường kính lỗ 0,2 mm.

Bảng 6 thể hiện các hệ số phi cầu theo phương án thứ ba.

Bảng 6

Bề mặt thấu kính	R	K	A	B	C	D	E	F
S1	1,28E+00	-7,86E-02	-3,10E-02	9,74E-02	-4,23E-01	6,52E-01	-5,94E-01	0,00E+00
S2	-1,02E+01	-3,25E+02	-5,09E-02	1,13E-01	-4,12E-01	1,46E-01	7,11E-02	0,00E+00
S4	7,70E+00	4,39E+01	-6,18E-02	2,48E-01	-5,60E-01	1,20E-01	5,13E-01	0,00E+00
S5	1,65E+00	-5,78E+00	1,26E-01	2,25E-01	-1,69E-01	-3,59E-01	8,78E-01	0,00E+00
S6-2	Vô hạn	0,00E+00	-2,09E-01	2,30E-01	3,22E-01	-7,25E-01	4,03E-01	0,00E+00
S7-2	Vô hạn	0,00E+00	-2,48E-01	1,55E-01	-2,50E-02	1,82E-01	-1,33E-01	0,00E+00
S8	-5,70E+00	-4,58E+02	6,76E-02	-3,47E-01	1,19E-01	2,47E-02	-7,72E-02	0,00E+00
S9	-4,69E+00	1,22E+01	9,95E-02	-1,93E-01	8,93E-02	-2,51E-02	4,87E-03	0,00E+00
S10	1,26E+00	-9,08E+00	-2,45E-01	-1,51E-03	9,64E-02	-4,86E-02	1,02E-02	-8,57E-04
S11	1,10E+00	-5,82E+00	-1,90E-01	6,02E-02	-1,48E-02	2,50E-03	-4,98E-04	7,95E-05

Fig.6 thể hiện các đồ thị quang sai cầu theo chiều dọc, các đường cong miền loạn thị, và quang sai biến dạng của cụm thấu kính quang học theo phương án thứ ba.

<Phương án thứ tư>

Bảng 7 thể hiện dữ liệu thiết kế làm ví dụ của cụm thấu kính quang học theo phương án thứ tư trên Fig.7.

$$EFL = 3,40 \text{ mm}$$

$$FOV = 67^\circ$$

$$F\text{-number} = 2,3$$

$$IMH = 2,300 \text{ mm}$$

$$\phi_{\text{flat-L4S1}}/\phi_{\text{full-L4}} = 0,08$$

$$\phi_{\text{flat-L4S2}}/\phi_{\text{full-L4}} = 0,08$$

trong đó $\phi_{\text{flat-L4S1}}$ là đường kính của vùng trung tâm phẳng của bề mặt phía đối tượng của thấu kính thứ tư, $\phi_{\text{flat-L4S2}}$ là đường kính của vùng trung tâm phẳng của bề mặt phía ảnh của thấu kính thứ tư, và $\phi_{\text{full-L4}}$ là đường kính hiệu dụng của thấu kính thứ tư.

Bảng 7

Bề mặt thấu kính		R (mm)	Dn (mm)	Nd	Vd	Đường kính hiệu dụng (mm)	Đường kính lỗ (mm)
S1*		1,2758	0,5516	1,5334	55,9	1,50	0
S2*		-8,7035	0,0400			1,40	0
S3(ST)		Vô hạn	0,0400			1,30	0
S4*		6,8241	0,3000	1,6411	23,9	1,30	0
S5*		1,5635	0,2744			1,40	0
S6*		-7,8179	0,3348	1,5334	55,9	1,50	0
S7*		-7,5877	0,3468			1,80	0
S8	S8-1	Vô hạn	0,0000	1,6411	23,9	0,20	0
	S8-2*	Vô hạn	0,3000	1,6411	23,9	2,10	0,2
S9	S9-1	Vô hạn	0,0000			0,20	0
	S9-2*	Vô hạn	0,0400			2,50	0,2
S10*		1,5345	0,4774	1,5334	55,9	3,30	0
S11*		1,4978	0,1252			3,60	0
S12		Vô hạn	0,3000	1,5187	64,2	3,90	0
S13		Vô hạn	0,7819			4,03	0
IMG			0,0081			4,61	0

Theo phương án thứ tư, thấu kính thứ tư L4-4 có thể bao gồm bề mặt phía đối tượng S8 và bề mặt phía ảnh S9 đều bao gồm vùng trung tâm S8-1 và vùng trung tâm S9-1 có cả hai mặt được tạo cấu hình như các bề mặt phẳng. Bề mặt phía đối tượng S8 có thể bao gồm vùng trung tâm phẳng S8-1 với đường kính hiệu dụng 0,2 mm và vùng ngoài biên S8-2 có đường kính lỗ 0,2 mm. Bề mặt phía ảnh S9 có thể bao gồm vùng trung tâm

phẳng S9-1 với đường kính hiệu dụng 0,2 mm và vùng ngoài biên S9-2 có đường kính lỗ 0,2 mm.

Bảng 8 thể hiện các hệ số phi cầu theo phương án thứ tư.

Bảng 8

Bề mặt thấu kính	R	K	A	B	C	D	E	F
S1	1,28E+00	-6,85E-02	-3,17E-02	1,10E-01	-4,40E-01	6,42E-01	-5,46E-01	0,00E+00
S2	-8,70E+00	-2,27E+02	-4,66E-02	1,36E-01	-4,25E-01	4,02E-02	2,70E-01	0,00E+00
S4	6,82E+00	3,77E+01	-6,99E-02	2,51E-01	-5,47E-01	-2,44E-02	8,00E-01	0,00E+00
S5	1,56E+00	-5,43E+00	1,31E-01	2,18E-01	-2,04E-01	-3,13E-01	9,56E-01	0,00E+00
S6	-7,82E+00	0,00E+00	-1,25E-01	1,63E-01	3,69E-01	-6,92E-01	1,50E-01	0,00E+00
S7	-7,59E+00	2,25E+01	-2,01E-01	2,06E-01	-1,83E-02	1,47E-01	-1,80E-01	0,00E+00
S8-2	Vô hạn	0,00E+00	2,56E-02	-3,62E-01	1,24E-01	5,52E-02	-9,97E-02	0,00E+00
S9-2	Vô hạn	0,00E+00	-4,55E-02	-1,85E-01	1,03E-01	-3,28E-02	9,38E-04	0,00E+00
S10	1,53E+00	-1,20E+01	-1,94E-01	-8,41E-03	9,40E-02	-4,89E-02	1,03E-02	-7,93E-04
S11	1,50E+00	-8,59E+00	-1,37E-01	4,70E-02	-1,37E-02	2,81E-03	-4,84E-04	5,14E-05

Fig.8 thể hiện các đồ thị quang sai cầu theo chiều dọc, các đường cong miền loạn thị, và quang sai biến dạng của cụm thấu kính quang học theo phương án thứ tư.

<Phương án thứ năm>

Bảng 9 thể hiện dữ liệu thiết kế của cụm thấu kính quang học theo phương án thứ năm trên Fig.9. Ví dụ.

$$\text{EFL} = 3,40 \text{ mm}$$

$$\text{FOV} = 67 \text{ độ}$$

$$\text{F-number} = 2,3$$

$$\text{IMH} = 2,300 \text{ mm}$$

$$\phi_{\text{flat-L3S1}}/\phi_{\text{full-L3}} = 0,11$$

$$\phi_{\text{flat-L3S2}}/\phi_{\text{full-L3}} = 0,11$$

$$\phi_{\text{flat-L4S1}}/\phi_{\text{full-L4}} = 0,08$$

$$\phi_{\text{flat-L4S2}}/\phi_{\text{full-L4}} = 0,08$$

$\phi_{\text{flat-L3S1}}$ là đường kính của vùng trung tâm phẳng của bề mặt phía đối tượng của thấu kính thứ ba, $\phi_{\text{flat-L3S2}}$ là đường kính của vùng trung tâm phẳng của bề mặt phía ảnh của thấu kính thứ ba, $\phi_{\text{full-L3}}$ là đường kính hiệu dụng của thấu kính thứ ba, $\phi_{\text{flat-L4S1}}$ là đường kính của vùng trung tâm phẳng của bề mặt phía đối tượng của thấu kính thứ tư, $\phi_{\text{flat-L4S2}}$ là đường kính của vùng trung tâm phẳng của bề mặt phía ảnh của thấu kính thứ tư, và $\phi_{\text{full-L4}}$ là đường kính hiệu dụng của thấu kính thứ tư.

Bảng 9

Bề mặt thấu kính	R (mm)	Dn (mm)	Nd	Vd	Đường kính hiệu dụng (mm)	Đường kính lỗ (mm)
S1*	1,2765	0,5470	1,5334	55,9	1,50	0
S2*	-12,5369	0,0400			1,40	0
S3(ST)	Vô hạn	0,0400			1,30	0
S4*	5,9363	0,3000	1,6411	23,9	1,30	0
S5*	1,5457	0,2818			1,40	0
S6	S6-1	Vô hạn	0,0000	1,5334	55,9	0,20
	S6-2*	Vô hạn	0,3000	1,5334	55,9	1,60
S7	S7-1	Vô hạn	0,0000			0,20
	S7-2*	Vô hạn	0,3398			1,80
S8	S8-1	Vô hạn	0,0000	1,6411	23,9	0,20
	S8-2*	Vô hạn	0,3378	1,6411	23,9	2,00
S9	S9-1	Vô hạn	0,0000			0,20
	S9-2*	Vô hạn	0,0400			2,40
S10*	1,4225	0,4710	1,5334	55,9	3,30	0
S11*	1,4337	0,1326			3,60	0
S12	Vô hạn	0,3000	1,5187	64,2	3,90	0
S13	Vô hạn	0,7819				0
IMG		0,0081				0

Theo phương án thứ năm, thấu kính thứ ba L3-5 có thể bao gồm bề mặt phía đối tượng S6 và bề mặt phía ảnh S7 đều bao gồm vùng trung tâm S6-1 và vùng trung tâm S7-1 có cả hai mặt được tạo cấu hình như các bề mặt phẳng. Bề mặt phía đối tượng S6 có thể bao gồm vùng trung tâm phẳng S6-1 với đường kính hiệu dụng 0,2 mm và vùng ngoài biên S6-2 có đường kính lỗ 0,2 mm. Bề mặt phía ảnh S7 có thể bao gồm vùng trung tâm phẳng S7-1 với đường kính hiệu dụng 0,2 mm và vùng ngoài biên S7-2 có đường kính lỗ 0,2 mm.

Ngoài ra, thấu kính thứ tư L4-5 có thể bao gồm bề mặt phía đối tượng S8 và bề mặt phía ảnh S9 đều bao gồm vùng trung tâm S8-1 và vùng trung tâm S9-1 có cả hai mặt được tạo cấu hình như các bề mặt phẳng. Bề mặt phía đối tượng S8 có thể bao gồm vùng trung tâm phẳng S8-1 với đường kính hiệu dụng 0,2 mm và vùng ngoài biên S8-2 có đường kính lỗ 0,2 mm. Bề mặt phía ảnh S9 có thể bao gồm vùng trung tâm phẳng S9-1 với đường kính hiệu dụng 0,2 mm và vùng ngoài biên S9-2 có đường kính lỗ 0,2 mm.

Bảng 10 thể hiện các hệ số phi cầu theo phương án thứ năm.

Bảng 10

Bề mặt thấu kính	R	K	A	B	C	D	E	F
S1	1,28E+00	-5,75E-02	-2,96E-02	1,04E-01	-4,29E-01	6,30E-01	-5,39E-01	0,00E+00
S2	-1,25E+01	-3,22E+02	-4,85E-02	1,16E-01	-4,17E-01	1,50E-01	1,24E-01	0,00E+00
S4	5,94E+00	1,58E+01	-9,24E-02	2,54E-01	-5,50E-01	1,32E-01	5,51E-01	0,00E+00
S5	1,55E+00	-5,80E+00	1,33E-01	2,24E-01	-2,36E-01	-3,14E-01	9,47E-01	0,00E+00
S6-2	Vô hạn	0,00E+00	-1,87E-01	2,66E-01	3,09E-01	-8,13E-01	4,47E-01	0,00E+00
S7-2	Vô hạn	0,00E+00	-2,95E-01	2,43E-01	-3,71E-02	1,34E-01	-1,29E-01	0,00E+00
S8-2	Vô hạn	0,00E+00	4,93E-02	-6,00E-01	3,31E-01	7,21E-02	-2,46E-01	0,00E+00
S9-2	Vô hạn	0,00E+00	-3,68E-02	-2,54E-01	1,62E-01	-4,36E-02	-4,31E-03	0,00E+00
S10	1,42E+00	-1,15E+01	-1,82E-01	-1,40E-02	9,27E-02	-4,86E-02	1,05E-02	-8,19E-04
S11	1,43E+00	-8,11E+00	-1,37E-01	4,70E-02	-1,37E-02	2,81E-03	-4,84E-04	5,14E-05

Fig.10 thể hiện các đồ thị quang sai cầu theo chiều dọc, các đường cong miền loạn thị, và quang sai biến dạng của cụm thấu kính quang học theo phương án thứ năm.

<Phương án thứ sáu>

Bảng 11 thể hiện dữ liệu thiết kế của cụm thấu kính quang học theo phương án thứ sáu trên Fig.11.

EFL = 2,15 mm

FOV = 86 độ

F-number = 1,8

IMH = 2,000 mm

$\phi_{\text{flat-L1S1}}/\phi_{\text{full-L1}} = 0,08$

$\phi_{\text{flat-L1S2}}/\phi_{\text{full-L1}} = 0,08$

trong đó $\phi_{\text{flat-L1S1}}$ là đường kính của vùng trung tâm phẳng của bề mặt phía đối tượng của thấu kính thứ nhất, $\phi_{\text{flat-L1S2}}$ là đường kính của vùng trung tâm phẳng của bề mặt phía ảnh của thấu kính thứ nhất, và $\phi_{\text{full-L1}}$ là đường kính hiệu dụng của thấu kính thứ nhất.

Bảng 11

Bề mặt thấu kính	R (mm)	Dn (mm)	Nd	Vd	Đường kính hiệu dụng (mm)	Đường kính lỗ (mm)
S1	S1-1	Vô hạn	0,0000	1,5471	56,1	0,20
	S1-2*	1000,0000	0,4150	1,5471	56,1	2,40
S2	S2-1	Vô hạn	0,0000			0,20
	S2-2*	1000,0000	0,0506			1,90
S3*	1,3206	0,2719	1,6417	23,9	1,60	0

S4*	1,1918	0,2247			1,30	0
S5(ST)*	4,3989	0,5774	1,5471	56,1	1,10	0
S6*	-1,4274	0,0200			1,50	0
S7*	2,2508	0,1850	1,658	21,5	1,80	0
S8*	1,3002	0,3334			1,90	0
S9*	-6,9679	0,5549	1,5471	56,1	2,00	0
S10*	-0,8279	0,2189			2,20	0
S11*	3,5687	0,3400	1,5471	56,1	2,60	0
S12*	0,6800	0,2095			3,40	0
S13	Vô hạn	0,1100	1,5187	64,2	3,60	0
S14	Vô hạn	0,3858			3,66	0
IMG		0,0035			4,00	0

Theo phương án thứ sáu, thấu kính thứ nhất L1-6 có thể bao gồm bề mặt phía đối tượng S1 và bề mặt phía ảnh S2 đều bao gồm vùng trung tâm S1-1 và vùng trung tâm S2-1 được tạo cấu hình như các bề mặt phẳng. Bề mặt phía đối tượng S1 có thể bao gồm vùng trung tâm phẳng S1- với đường kính hiệu dụng 0,2 mm và vùng ngoài biên S1-2 có đường kính lỗ 0,2 mm. Bề mặt phía ảnh S2 có thể bao gồm vùng trung tâm phẳng S2-1 với đường kính hiệu dụng 0,2 mm và vùng ngoài biên S2-2 có đường kính lỗ 0,2 mm.

Bảng 12 thể hiện các hệ số phi cầu theo phương án thứ sáu.

Bảng 12

Bề mặt thấu kính	R	K	A	B	C	D	E	F	G	H	J
S1-2	1,00E+0 3	0,00E+0 0	1,77E-01	-1,27E-01	1,90E-01	-3,08E-01	3,70E-01	-2,70E-01	1,01E-01	-1,06E-02	-3,19E-03
S2-2	1,00E+0 3	0,00E+0 0	-1,34E-01	2,26E+00	-1,03E+01	2,81E+01	-4,90E+01	5,42E+01	-3,63E+01	1,31E+01	-1,87E+00
S3	1,32E+0 0	-1,10E+0 1	-1,95E-01	2,13E+00	-1,39E+01	4,73E+01	-9,29E+01	1,08E+02	-6,89E+01	1,82E+01	0,00E+00
S4	1,19E+0 0	-7,73E-01	-7,56E-01	6,30E+00	-6,03E+01	3,61E+02	-1,30E+03	2,84E+03	-3,45E+03	1,81E+03	0,00E+00
S5	4,40E+0 0	3,54E+01	-1,93E-01	4,70E-02	-5,14E+00	4,07E+01	-1,95E+02	5,52E+02	-8,54E+02	5,49E+02	0,00E+00
S6	-1,43E+0 0	-2,03E+01	-8,76E-01	2,37E+00	-6,90E+00	1,52E+01	-4,45E+01	1,43E+02	-3,05E+02	3,41E+02	-1,55E+02
S7	2,25E+0 0	-3,19E+00	-4,14E-01	7,52E-01	-5,25E-01	-3,19E+00	1,44E+01	-2,62E+01	2,28E+01	-7,81E+00	0,00E+00
S8	1,30E+0 0	-2,30E+00	-4,03E-01	8,83E-01	-1,27E+00	4,12E-01	3,11E+00	-6,62E+00	5,57E+00	-1,78E+00	0,00E+00
S9	-6,97E+0 0	4,03E+00	6,61E-02	-5,79E-01	2,40E+00	-5,99E+00	1,00E+01	-1,05E+01	6,20E+00	-1,63E+00	0,00E+00
S10	-8,28E-01	-1,76E+00	6,84E-02	-1,57E-01	-2,44E-01	2,19E+00	-5,11E+00	6,40E+00	-4,02E+00	9,72E-01	0,00E+00
S11	3,57E+00	-3,50E+02	-6,32E-01	7,22E-01	-3,17E-01	-3,58E-01	6,13E-01	-3,59E-01	9,68E-02	-1,01E-02	0,00E+00
S12	6,80E-01	-5,53E+00	-3,42E-01	4,52E-01	-4,43E-01	2,98E-01	-1,36E-01	3,99E-02	-6,63E-03	4,72E-04	0,00E+00

Fig.12 thể hiện các đồ thị quang sai cầu theo chiều dọc, các đường cong miền

loạn thị, và quang sai biến dạng của cụm thấu kính quang học theo phương án thứ sáu.

<Phương án thứ bảy>

Bảng 13 thể hiện dữ liệu thiết kế của cụm thấu kính quang học theo phương án thứ bảy trên Fig.13.

$$EFL = 4,19 \text{ mm}$$

$$FOV = 78 \text{ độ}$$

$$F\text{-number} = 1,8$$

$$IMH = 3,500 \text{ mm}$$

$$\phi_{\text{flat-L4S1}}/\phi_{\text{full-L4}} = 0,07$$

$$\phi_{\text{flat-L4S2}}/\phi_{\text{full-L4}} = 0,07$$

trong đó $\phi_{\text{flat-L4S1}}$ là đường kính của vùng trung tâm phẳng của bề mặt phía đối tượng của thấu kính thứ tư, $\phi_{\text{flat-L4S2}}$ là đường kính của vùng trung tâm phẳng của bề mặt phía ảnh của thấu kính thứ tư, và $\phi_{\text{full-L4}}$ là đường kính hiệu dụng của thấu kính thứ tư.

Bảng 13

Bề mặt thấu kính		R (mm)	Dn (mm)	Nd	Vd	Đường kính hiệu dụng (mm)	Đường kính lỗ (mm)
S1*		2,2171	0,3749	1,5448	56,1	2,40	0
S2*		3,3316	0,2171			2,30	0
S3(ST)*		2,8255	0,5401	1,5448	56,1	2,30	0
S4*		-7,7208	0,0280			2,30	0
S5*		5,4001	0,2200	1,6511	21,5	2,20	0
S6*		2,0284	0,4898			2,20	0
S7	S7-1	Vô hạn	0,0000	1,6151	26	0,20	0
	S7-2*	Vô hạn	0,3765	1,6151	26	2,40	0,2
S8	S8-1	Vô hạn	0,0000			0,20	0
	S8-2*	Vô hạn	0,3380			2,70	0,2
S9*		-1459,2236	0,4921	1,5448	56,1	3,20	0
S10*		-2,6592	0,5313			3,70	0
S11*		3,4092	0,5600	1,5355	55,8	5,40	0
S12*		1,201	0,2623			6,10	0
S13		Vô hạn	0,1100	1,5187	64,2	6,59	0
S14		Vô hạn	0,6339			6,65	0
IMG			-0,0039			7,21	0

Theo phương án thứ bảy, thấu kính thứ tư L4-7 có thể bao gồm bề mặt phía đối tượng S7 và bề mặt phía ảnh S8 đều bao gồm vùng trung tâm S7-1 và vùng trung tâm S8-1 có cả hai mặt được tạo cấu hình như các bề mặt phẳng. Bề mặt phía đối tượng S7 có thể bao gồm vùng trung tâm phẳng S7-1 với đường kính hiệu dụng 0,2 mm và vùng ngoài

biên S7-2 có đường kính lỗ 0,2 mm. Bề mặt phía ảnh S8 có thể bao gồm vùng trung tâm phẳng S8-1 với đường kính hiệu dụng 0,2 mm và vùng ngoài biên S8-2 có đường kính lỗ 0,2 mm.

Bảng 14 thể hiện các hệ số phi cầu theo phương án thứ bảy.

Bảng 14

Bề mặt thấu kính	R	K	A	B	C	D	E	F	G	H	J
S1	2,22E+00	-1,19E+00	-2,02E-02	1,64E-02	-7,88E-02	1,24E-01	-1,10E-01	5,21E-02	-1,00E-02	0,00E+00	0,00E+00
S2	3,33E+00	-4,74E+01	9,47E-02	-2,47E-01	3,17E-01	-2,51E-01	1,18E-01	-2,32E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
S3	2,83E+00	-1,34E+01	4,86E-02	-9,75E-02	1,53E-01	-1,83E-01	1,74E-01	-9,32E-02	2,04E-02	0,00E+00	0,00E+00
S4	-7,72E+00	-1,01E+01	6,92E-02	-2,74E-01	4,95E-01	-5,88E-01	4,42E-01	-1,89E-01	3,55E-02	0,00E+00	0,00E+00
S5	5,40E+00	-8,31E+01	5,23E-02	-2,23E-01	4,53E-01	-5,87E-01	4,50E-01	-1,88E-01	3,40E-02	0,00E+00	0,00E+00
S6	2,03E+00	-8,90E+00	3,11E-02	3,07E-02	-7,79E-02	1,13E-01	-1,10E-01	6,15E-02	-1,35E-02	0,00E+00	0,00E+00
S7-2	Vô hạn	0,00E+00	-9,55E-02	-1,68E-02	2,02E-01	-5,02E-01	7,07E-01	-5,82E-01	2,59E-01	-4,84E-02	0,00E+00
S8-2	Vô hạn	0,00E+00	-1,03E-01	-3,83E-02	1,32E-01	-2,03E-01	1,88E-01	-1,04E-01	3,15E-02	-3,89E-03	0,00E+00
S9	-1,46E+03	-9,63E+02	-3,11E-02	2,49E-02	-1,40E-01	2,49E-01	-2,57E-01	1,63E-01	-6,27E-02	1,34E-02	-1,21E-03
S10	-2,66E+00	6,32E-02	-3,64E-02	1,21E-01	-1,81E-01	1,80E-01	-1,16E-01	4,71E-02	-1,14E-02	1,51E-03	-8,34E-05
S11	3,41E+00	-3,81E+01	-2,51E-01	1,58E-01	-7,09E-02	2,39E-02	-5,49E-03	8,12E-04	-7,38E-05	3,75E-06	-8,17E-08
S12	1,20E+00	-5,40E+00	-1,17E-01	6,94E-02	-2,98E-02	8,75E-03	-1,74E-03	2,28E-04	-1,87E-05	8,59E-07	-1,69E-08

Fig.14 thể hiện các đồ thị quang sai cầu theo chiều dọc, các đường cong miền loạn thị, và quang sai biến dạng của cụm thấu kính quang học theo phương án thứ bảy.

<Phương án thứ tám>

Bảng 15 thể hiện dữ liệu thiết kế của cụm thấu kính quang học theo phương án thứ tám trên Fig.15.

$$\text{EFL} = 4,25 \text{ mm}$$

$$\text{FOV} = 77^\circ$$

$$\text{F-number} = 1,8$$

$$\text{IMH} = 3,500 \text{ mm}$$

$$\phi_{\text{flat-L5S1}}/\phi_{\text{full-L5}} = 0,04$$

$$\phi_{\text{flat-L5S2}}/\phi_{\text{full-L5}} = 0,04$$

$\phi_{\text{flat-L5S1}}$ là đường kính của vùng trung tâm phẳng của bề mặt phía đối tượng của thấu kính thứ năm, $\phi_{\text{flat-L5S2}}$ là đường kính của vùng trung tâm phẳng của bề mặt phía ảnh của thấu kính thứ năm, và $\phi_{\text{full-L5}}$ là đường kính hiệu dụng của thấu kính thứ năm.

Bảng 15

Bề mặt thấu kính		R (mm)	Dn (mm)	Nd	Vd	Đường kính hiệu dụng (mm)	Đường kính lỗ (mm)
S1*		2,2000	0,4500	1,5465	56,1	2,40	0
S2*		4,3086	0,2378			2,30	0
S3(ST)		3,4688	0,5680	1,5465	56,1	2,30	0
S4*		-6,9549	0,0200			2,30	0
S5*		8,5788	0,2400	1,6574	21,5	2,30	0
S6*		2,3092	0,3941			2,20	0
S7*		22,4150	0,3454	1,6574	21,5	2,50	0
S8*		-11,1119	0,5717			2,80	0
S9	S9-1	Vô hạn	0,0000	1,5465	56,1	0,20	0
	S9-2*	-1000,0000	0,7322	1,5465	56,1	3,40	0,2
S10	S10-1	Vô hạn	0,0000			0,20	0
	S10-2*	100,0000	0,0939			4,70	0,2
S11*		1,6088	0,4744	1,5371	55,7	5,60	0
S12*		1,047	0,2603			6,00	0
S13		Vô hạn	0,1100	1,5187	64,2	6,70	0
S14		Vô hạn	0,6520			6,77	0
IMG			0,0200			7,41	0

Theo phương án thứ tám, thấu kính thứ năm L5-8 có thể bao gồm bề mặt phía đối tượng S9 và bề mặt phía ảnh S10 đều bao gồm vùng trung tâm S9-1 và vùng trung tâm S10-1 có cả hai mặt được tạo cấu hình như các bề mặt phẳng. Bề mặt phía đối tượng S9 có thể bao gồm vùng trung tâm phẳng S9-1 với đường kính hiệu dụng 0,2 mm và vùng ngoài biên S9-2 có đường kính lỗ 0,2 mm. Bề mặt phía ảnh S10 có thể bao gồm vùng trung tâm phẳng S10-1 với đường kính hiệu dụng 0,2 mm và vùng ngoài biên S10-2 có đường kính lỗ 0,2 mm.

Bảng 16 thể hiện các hệ số phi câu theo phương án thứ tám.

Bảng 16

Bề mặt thấu kính	R	K	A	B	C	D	E	F	G	H	J
S1	2,20E+00	-1,49E+00	-1,36E-02	3,28E-02	-1,30E-01	2,26E-01	-2,31E-01	1,39E-01	-4,40E-02	5,55E-03	0,00E+00
S2	4,31E+00	-2,38E+00	-3,36E-02	-4,58E-02	1,54E-01	-3,35E-01	4,86E-01	-4,02E-01	1,77E-01	-3,22E-02	0,00E+00
S3	3,47E+00	-1,85E+00	-2,10E-02	5,94E-03	-5,49E-02	1,08E-01	-7,19E-02	1,72E-02	-1,04E-03	0,00E+00	0,00E+00
S4	-6,95E+00	-6,09E+00	-2,22E-02	-9,90E-02	2,02E-01	-1,93E-01	8,79E-02	-1,53E-02	-4,09E-04	0,00E+00	0,00E+00
S5	8,58E+00	4,80E+01	-1,18E-01	6,54E-02	-9,65E-02	3,39E-01	-5,72E-01	4,66E-01	-1,81E-01	2,67E-02	0,00E+00
S6	2,31E+00	-9,20E+00	-7,57E-03	1,95E-02	3,91E-02	-6,57E-02	2,52E-02	2,40E-02	-2,67E-02	8,66E-03	0,00E+00
S7	2,24E+01	-1,42E+02	-9,95E-03	-5,43E-02	1,28E-01	-1,93E-01	2,23E-01	-1,68E-01	7,11E-02	-1,33E-02	0,00E+00
S8	-1,11E+01	5,59E+01	4,03E-03	-7,80E-02	1,17E-01	-9,54E-02	5,26E-02	-1,14E-02	-2,27E-03	9,61E-04	0,00E+00
S9-2	-1,00E+03	0,00E+00	1,17E-01	-2,99E-01	4,58E-01	-5,61E-01	4,50E-01	-2,25E-01	6,69E-02	-1,06E-02	6,86E-04
S10-2	1,00E+02	-3,61E+01	-9,17E-03	1,21E-01	-1,55E-01	9,06E-02	-3,10E-02	6,33E-03	-7,34E-04	4,23E-05	-8,24E-07
S11	1,61E+00	-7,00E+00	-2,95E-01	2,66E-01	-1,53E-01	5,18E-02	-1,05E-02	1,30E-03	-9,61E-05	3,87E-06	-6,46E-08
S12	1,05E+00	-4,70E+00	-1,43E-01	8,53E-02	-3,58E-02	8,76E-03	-1,11E-03	4,35E-05	5,03E-06	-6,03E-07	1,83E-08

Fig.16 thể hiện các đồ thị làm ví dụ về quang sai cầu theo chiều dọc, các đường cong miền loạn thị, và quang sai biến dạng của cụm thấu kính quang học theo phương án thứ tám.

<Phương án thứ chín>

Bảng 17 thể hiện dữ liệu thiết kế của cụm thấu kính quang học theo phương án thứ chín trên Fig.17. Ví dụ.

$$\text{EFL} = 4,05 \text{ mm}$$

$$\text{FOV} = 71 \text{ độ}$$

$$\text{F-number} = 1,7$$

$$\text{IMH} = 2,934 \text{ mm}$$

$$\phi_{\text{flat-L3S1}}/\phi_{\text{full-L3}} = 0,09$$

$$\phi_{\text{flat-L3S2}}/\phi_{\text{full-L3}} = 0,09$$

trong đó $\phi_{\text{flat-L3S1}}$ là đường kính của vùng trung tâm phẳng của bề mặt phía đối tượng của thấu kính thứ ba, $\phi_{\text{flat-L3S2}}$ là đường kính của vùng trung tâm phẳng của bề mặt phía ảnh của thấu kính thứ ba, và $\phi_{\text{full-L3}}$ là đường kính hiệu dụng của thấu kính thứ ba.

Bảng 17

Bề mặt thấu kính	R (mm)	Dn (mm)	Nd	Vd	Đường kính hiệu dụng (mm)	Đường kính lỗ (mm)
S1(ST)	Vô hạn	-0,2800			2,40	0
S2*	2,1990	0,6730	1,5375	56,2	2,40	0
S3*	-7,2010	0,0250			2,30	0
S4*	2,9520	0,2800	1,642	23,9	2,20	0
S5*	1,5680	0,2700			2,00	0
S6	S6-1	Vô hạn	0,0000	1,5375	56,2	0,20
	S6-2*	-184,3160	0,4310	1,5375	56,2	2,10
S7	S7-1	Vô hạn	0,0000		0,20	0
	S7-2*	-300,0000	0,0910		2,20	0,2
S8*	3,4440	0,3210	1,5375	56,2	2,20	0
S9*	45,3450	0,4700			2,30	0
S10*	-1,6270	0,3300	1,642	23,9	2,40	0
S11*	-2,488	0,0250			2,80	0
S12*	3,497	0,5870	1,5375	56,2	3,10	0
S13*	-2,485	0,1580			3,80	0
S14*	-3,67	0,5000	1,5375	56,2	4,00	0
S15*	1,802	0,2000			4,80	0
S16	Vô hạn	0,3000	1,5187	64,2	5,21	0
S17	Vô hạn	0,4733			5,39	0
IMG		0,0065			5,88	0

Theo phương án thứ chín, thấu kính thứ ba L3-9 có thể bao gồm bề mặt phía đối tượng S6 và bề mặt phía ảnh S7 đều bao gồm vùng trung tâm S6-1 và vùng trung tâm S7-1 có cả hai mặt được tạo cấu hình như các bề mặt phẳng. Bề mặt phía đối tượng S6 có thể bao gồm vùng trung tâm phẳng S6-1 với đường kính hiệu dụng 0,2 mm và vùng ngoài biên S6-2 có đường kính lỗ 0,2 mm. Bề mặt phía ảnh S7 có thể bao gồm vùng trung tâm phẳng S7-1 với đường kính hiệu dụng 0,2 mm và vùng ngoài biên S7-2 có đường kính lỗ 0,2 mm.

Bảng 18 thể hiện các hệ số phi cầu theo phương án thứ chín.

Bảng 18

Bề mặt thấu kính	R	K	A	B	C	D	E	F	G
S2	2,20E+00	-4,64E-01	1,36E-03	-8,86E-03	2,26E-03	-4,70E-03	2,72E-03	-1,34E-03	0,00E+00
S3	-7,20E+00	0,00E+00	2,31E-02	-7,27E-03	-8,46E-03	2,59E-03	1,83E-03	-1,64E-03	0,00E+00
S4	2,95E+00	-2,02E+01	-1,90E-02	-1,49E-02	1,87E-02	-1,08E-03	-3,97E-03	4,17E-04	5,04E-07
S5	1,57E+00	-4,27E+00	-1,42E-02	-1,93E-02	3,71E-02	-2,42E-02	8,75E-03	3,16E-04	-5,85E-08
S6-2	-1,84E+02	0,00E+00	8,39E-02	-5,13E-02	3,66E-02	-2,65E-02	2,80E-02	-1,07E-02	-8,10E-06
S7-2	-3,00E+02	0,00E+00	-4,46E-02	-1,26E-02	2,67E-02	-1,06E-02	-7,50E-03	-9,94E-12	-6,66E-13
S8	3,44E+00	0,00E+00	-1,37E-01	-4,33E-02	-3,94E-02	5,92E-02	-1,49E-02	1,74E-11	1,07E-12
S9	4,53E+01	0,00E+00	-2,06E-02	-9,79E-02	-1,09E-02	5,62E-02	-1,93E-02	5,57E-03	2,18E-06
S10	-1,63E+00	5,48E-01	2,40E-01	-1,63E-01	8,03E-02	-1,14E-02	-3,12E-03	2,39E-03	0,00E+00
S11	-2,49E+00	-1,58E+00	-4,20E-03	1,88E-02	-7,28E-03	-2,52E-04	3,66E-04	0,00E+00	0,00E+00
S12	3,50E+00	-1,26E+01	-8,96E-02	3,52E-02	-1,79E-02	4,60E-04	7,65E-04	0,00E+00	0,00E+00
S13	-2,49E+00	-2,98E+01	6,37E-02	-3,55E-02	2,46E-03	1,07E-03	-1,95E-04	0,00E+00	0,00E+00
S14	-3,67E+00	-7,98E-01	-6,52E-03	1,34E-03	2,10E-04	5,75E-05	8,44E-07	-1,79E-06	4,72E-08
S15	1,80E+00	-1,43E+01	-3,37E-02	5,07E-03	-8,00E-04	-2,42E-06	5,48E-06	6,49E-07	-2,81E-08

Fig.18 thể hiện các đồ thị quang sai cầu theo chiều dọc, các đường cong miền loạn thị, và quang sai biến dạng của cụm thấu kính quang học theo phương án thứ chín.

Cụm thấu kính quang học theo các phương án khác nhau có thể được áp dụng cho thiết bị chụp ảnh có cảm biến ảnh. Cụm thấu kính quang học theo các phương án làm ví dụ có thể được áp dụng cho các thiết bị chụp ảnh khác nhau, chẳng hạn như camera kỹ thuật số, camera thấu kính thay đổi, camera video, camera điện thoại di động, và camera dành cho thiết bị di động có kích thước nhỏ.

Bảng sau đây thể hiện năng suất khúc xạ của cụm thấu kính quang học theo các phương án khác nhau.

Bảng 19

	Thấu kính thứ nhất	Thấu kính thứ hai	Thấu kính thứ ba	Thấu kính thứ tư	Thấu kính thứ năm	Thấu kính thứ sáu	Thấu kính thứ bảy
Phương án thứ nhất	3,70	Vô hạn	4,17	-4,27	-	-	-
Phương án thứ hai	2,18	-3,87	Vô hạn	-19,20	-	-	-

Phương án thứ ba	2,16	-3,34	Vô hạn	36,22	1411,02	-	-
Phương án thứ tư	2,13	-3,24	320,75	Vô hạn	33,33	-	-
Phương án thứ năm	2,20	-3,35	Vô hạn	Vô hạn	21,85	-	-
Phương án thứ sáu	Vô hạn	-109,09	2,04	-5,07	1,66	-1,60	-
Phương án thứ bảy	10,87	3,87	-5,12	Vô hạn	4,89	-3,80	-
Phương án thứ tám	7,65	4,32	-4,88	11,35	Vô hạn	-7,92	-
Phương án thứ chín	3,21	-5,66	Vô hạn	6,92	-8,61	2,80	-2,18

Ví dụ, cụm thấu kính quang học 100-1 (Fig.1) theo phương án thứ nhất có thể bao gồm thấu kính thứ nhất L1-1 có năng suất khúc xạ dương, thấu kính thứ hai L2-1 có năng suất khúc xạ bằng không trong vùng trung tâm của nó, thấu kính thứ ba L3-1 có năng suất khúc xạ dương, và thấu kính thứ tư L4-1 có năng suất khúc xạ âm.

Ví dụ, cụm thấu kính quang học 100-2 (Fig.3) theo phương án thứ hai có thể bao gồm thấu kính thứ nhất L1-2 có năng suất khúc xạ dương, thấu kính thứ hai L2-2 có năng suất khúc xạ âm, thấu kính thứ ba L3-2 có năng suất khúc xạ bằng không, và thấu kính thứ tư L4-2 có năng suất khúc xạ âm.

Ví dụ, cụm thấu kính quang học 100-3 (Fig.5) theo phương án thứ ba có thể bao gồm thấu kính thứ nhất L1-3 có năng suất khúc xạ dương, thấu kính thứ ba L2-3 có năng suất khúc xạ âm, thấu kính thứ ba L3-3 có năng suất khúc xạ bằng không, thấu kính thứ tư L4-3 có năng suất khúc xạ dương, và thấu kính thứ năm L5-3 có năng suất khúc xạ dương.

Ví dụ, cụm thấu kính quang học 100-4 (Fig.7) theo phương án thứ tư có thể bao gồm thấu kính thứ nhất L1-4 có năng suất khúc xạ dương, thấu kính thứ hai L2-4 có năng suất khúc xạ âm, thấu kính thứ ba L3-4 có năng suất khúc xạ dương, thấu kính thứ tư L4-4 có năng suất khúc xạ bằng không, và thấu kính thứ năm L5-4 có năng suất khúc xạ dương.

Ví dụ, cụm thấu kính quang học 100-5 theo phương án thứ năm (Fig.9) có thể bao gồm thấu kính thứ nhất L1-5 có năng suất khúc xạ dương, thấu kính thứ hai L2-5 có năng suất khúc xạ âm, thấu kính thứ ba L3-5 có năng suất khúc xạ bằng không trong vùng trung tâm của nó, thấu kính thứ tư L4-5 có năng suất khúc xạ bằng không trong vùng trung tâm của nó, và thấu kính thứ năm L5-5 có năng suất khúc xạ dương.

Ví dụ, cụm thấu kính quang học 100-6 theo phương án thứ sáu (Fig.11) có thể bao gồm thấu kính thứ nhất L1-6 có năng suất khúc xạ bằng không trong vùng trung tâm của nó, thấu kính thứ hai L2-6 có năng suất khúc xạ âm, thấu kính thứ ba L3-6 có năng suất

khúc xạ dương, thấu kính thứ tư L4-6 có năng suất khúc xạ âm, thấu kính thứ năm L5-6 có năng suất khúc xạ dương, thấu kính thứ sáu L6-6 có năng suất khúc xạ âm.

Ví dụ, cụm thấu kính quang học 100-7 theo phương án thứ bảy (Fig.13) có thể bao gồm thấu kính thứ nhất L1-7 có năng suất khúc xạ dương, thấu kính thứ hai L2-7 có năng suất khúc xạ dương, thấu kính thứ ba L3-7 có năng suất khúc xạ âm, thấu kính thứ tư L4-7 có năng suất khúc xạ bằng không trong vùng trung tâm của nó, thấu kính thứ năm L5-7 có năng suất khúc xạ dương, và thấu kính thứ sáu L6-7 có năng suất khúc xạ âm.

Ví dụ, cụm thấu kính quang học 100-8 theo phương án thứ tám (Fig.15) có thể bao gồm thấu kính thứ nhất L1-8 có năng suất khúc xạ dương, thấu kính thứ hai L2-8 có năng suất khúc xạ dương, thấu kính thứ ba L3-8 có năng suất khúc xạ âm, thấu kính thứ tư L4-8 có năng suất khúc xạ dương, thấu kính thứ năm L5-8 có năng suất khúc xạ bằng không trong vùng trung tâm của nó, và thấu kính thứ sáu L6-8 có năng suất khúc xạ âm.

Ví dụ, cụm thấu kính quang học 100-9 theo phương án thứ chín (Fig.17) có thể bao gồm thấu kính thứ nhất L1-9 có năng suất khúc xạ dương, thấu kính thứ hai L2-9 có năng suất khúc xạ âm, thấu kính thứ ba L3-9 có năng suất khúc xạ bằng không trong vùng trung tâm của nó, thấu kính thứ tư L4-9 có năng suất khúc xạ dương, thấu kính thứ năm L5-9 có năng suất khúc xạ âm, thấu kính thứ sáu L6-9 có năng suất khúc xạ dương, và thấu kính thứ bảy L7-9 có năng suất khúc xạ âm.

Fig.19 là hình vẽ thể hiện một ví dụ về thiết bị điện tử MG có cụm thấu kính quang học theo một phương án làm ví dụ. Trên Fig.19, thiết bị điện tử MG được áp dụng cho điện thoại di động. Tuy nhiên, như được đề cập trước đó, việc áp dụng cho các loại thiết bị điện tử khác cũng được dự tính. Thiết bị điện tử MG có thể bao gồm cụm thấu kính quang học 100 và cảm biến ảnh 110 mà thu ảnh được tạo thành bởi cụm thấu kính quang học 100 và biến đổi ảnh này thành tín hiệu ảnh dạng điện. Một trong số các cụm thấu kính quang học được mô tả dựa vào các hình vẽ từ Fig.1 tới Fig.18 có thể được sử dụng như cụm thấu kính quang học 100. Cụm thấu kính quang học theo các phương án khác nhau có thể được áp dụng cho thiết bị chụp ảnh, chẳng hạn như camera kỹ thuật số có kích thước nhỏ, điện thoại di động, v.v., sao cho thiết bị chụp ảnh có khả năng để thực hiện hoạt động chụp ảnh có chất lượng cao có thể được thực hiện.

Các hình vẽ từ Fig.20 tới Fig.22 là các lưu đồ mức cao 2200, 2220, và 2240 thể hiện phương pháp để thực hiện hoạt động chụp ảnh sử dụng cụm thấu kính quang học

100 được thể hiện trên các hình vẽ từ Fig.1 tới Fig.18, trong thiết bị điện tử theo các phương án khác nhau.

Fig.20 là lưu đồ mức cao 2200 thể hiện phương pháp để thực hiện hoạt động chụp ảnh trong thiết bị điện tử theo các phương án khác nhau. Trong phương pháp để tạo thành ảnh theo các phương án khác nhau, ánh sáng có thể đi tới trên thấu kính được bố trí gần nhất với phía đối tượng của ít nhất hai thấu kính ở bước 2201. Ở bước 2202, ít nhất một thấu kính trong số ít nhất một thấu kính có thể khúc xạ ánh sáng sao cho góc tới của ánh sáng đi tới trên bề mặt phía đối tượng và góc thoát ra của ánh sáng được phát ra từ bề mặt phía ảnh có thể giống nhau. Trong bước 2203, cảm biến ảnh có thể thu ánh sáng đi qua ít nhất hai thấu kính để tạo thành ảnh.

Fig.21 là lưu đồ mức cao 2220 thể hiện phương pháp để thực hiện hoạt động chụp ảnh sử dụng cụm thấu kính quang học 100-1 được thể hiện trên Fig.1, trong thiết bị điện tử theo các phương án khác nhau. Theo một phương án, ở bước 2221, ví dụ, cụm thấu kính quang học 100-1 có thể thu ánh sáng từ bề mặt phía đối tượng của thấu kính thứ nhất L1-1 được chứa trong cụm thấu kính quang học 100-1.

Ở bước 2222, ví dụ, thấu kính thứ nhất L1-1 được chứa trong cụm thấu kính quang học có thể khúc xạ ánh sáng về phía thấu kính thứ hai L2-1.

Ở bước 2223, ví dụ, thấu kính thứ hai L2-1 được chứa trong cụm thấu kính quang học có thể khúc xạ ánh sáng sao cho góc tới của ánh sáng đi tới trên bề mặt phía đối tượng của thấu kính thứ hai L2-1 và góc thoát ra của ánh sáng được phát ra từ bề mặt phía ảnh của thấu kính thứ hai L2-1 có thể giống nhau, và có thể khiến cho ánh sáng đi tới trên thấu kính thứ ba L3-1.

Ở bước 2224, ví dụ, thấu kính thứ ba L3-1 được chứa trong cụm thấu kính quang học có thể khúc xạ ánh sáng về phía thấu kính thứ tư L4-1.

Ở bước 2225, ví dụ, ánh sáng được khúc xạ từ thấu kính thứ tư L4-1 có thể tạo thành ảnh trên phía ảnh IMG. Theo các phương án khác nhau, ánh sáng có thể tạo thành ảnh trên phía ảnh IMG sử dụng bộ phận quang OD. Bộ phận quang OD có thể bao gồm, ví dụ, ít nhất một trong số bộ lọc thông thấp, bộ lọc cắt hồng ngoại (IR), hoặc kính che.

Ở bước 2226, ví dụ, thiết bị điện tử bao gồm cụm thấu kính quang học có thể chụp ảnh sử dụng ánh sáng được thu từ phía ảnh IMG. Ví dụ, thiết bị điện tử bao gồm cụm thấu kính quang học có thể chụp ảnh sử dụng cảm biến ảnh (không được thể hiện trên hình vẽ) mà cấu thành ít nhất một phần của môđun camera (ví dụ: môđun camera

225 trên Fig.23, môđun camera 391 trên Fig.24) được chứa trong thiết bị điện tử.

Fig.22 là lưu đồ mức cao 2240 thể hiện phương pháp để thực hiện hoạt động chụp ảnh sử dụng cụm thấu kính quang học 100-2 được thể hiện trên Fig.3, trong thiết bị điện tử theo các phương án khác nhau.

Theo một phương án, ở bước 2241, ví dụ, cụm thấu kính quang học 100-2 có thể thu ánh sáng từ bề mặt phía đối tượng của thấu kính thứ nhất L1-2 được chứa trong cụm thấu kính quang học 100-2.

Ở bước 2242, ví dụ, thấu kính thứ nhất L1-2 được chứa trong cụm thấu kính quang học có thể khúc xạ ánh sáng về phía thấu kính thứ hai L2-2.

Ở bước 2243, ví dụ, thấu kính thứ hai L2-2 được chứa trong cụm thấu kính quang học có thể khúc xạ ánh sáng về phía thấu kính thứ ba L3-2.

Ở bước 2244, ví dụ, thấu kính thứ ba L3-2 được chứa trong cụm thấu kính quang học có thể khúc xạ ánh sáng sao cho góc tới của ánh sáng đi tới trên bề mặt phía đối tượng của thấu kính thứ ba L3-2 và góc thoát ra của ánh sáng được phát ra từ bề mặt phía ảnh của thấu kính thứ ba L3-2, và có thể khiến cho ánh sáng đi tới trên thấu kính thứ tư L4-2.

Ở bước 2245, ví dụ, ánh sáng được khúc xạ từ thấu kính thứ tư L4-2 có thể tạo thành ảnh trên phía ảnh IMG. Theo các phương án khác nhau, ánh sáng có thể tạo thành ảnh trên phía ảnh IMG sử dụng bộ phận quang OD. Bộ phận quang OD có thể bao gồm, ví dụ, ít nhất một trong số bộ lọc thông thấp, bộ lọc cắt hồng ngoại (IR), và kính che.

Ở bước 2246, ví dụ, thiết bị điện tử bao gồm cụm thấu kính quang học có thể chụp ảnh sử dụng ánh sáng được thu từ phía ảnh IMG. Ví dụ, thiết bị điện tử có thể chụp ảnh sử dụng cảm biến ảnh (không được thể hiện trên hình vẽ) mà cấu thành ít nhất một phần của môđun camera (ví dụ: môđun camera 225 trên Fig.23, môđun camera 391 trên Fig.24) được chứa trong thiết bị điện tử.

Trên Fig.21 và Fig.22, phương pháp để tạo thành ảnh sử dụng cụm thấu kính quang học bao gồm bốn thấu kính đã được mô tả. Tuy nhiên, ảnh có thể được chụp theo cách tương tự với cách được mô tả dựa vào Fig.21 và Fig.22 sử dụng cụm thấu kính quang học có năm thấu kính được thể hiện trên Fig.5, Fig.7, và Fig.9, cụm thấu kính quang học có sáu thấu kính được thể hiện trên Fig.11, Fig.13, và Fig.15, và cụm thấu kính quang học có bảy thấu kính được thể hiện trên Fig.17.

Cụm thấu kính quang học theo các phương án khác nhau bao gồm ít nhất hai thấu

kính được sắp xếp từ phía đối tượng tới phía ảnh, và ít nhất một thấu kính trong số ít nhất hai thấu kính bao gồm vùng trung tâm có các bề mặt phẳng trên mỗi bề mặt trong số bề mặt phía đối tượng và bề mặt phía ảnh của ít nhất một thấu kính, và vùng ngoài biên có bề mặt phi cầu, và ít nhất một thấu kính có thể thỏa mãn phương trình sau đây.

$$0,01 < \phi_{\text{flat-object}} / \phi_{\text{full}} < 0,5 \dots \text{(Phương trình)}$$

trong đó, $\phi_{\text{flat-object}}$ là đường kính của vùng trung tâm của bề mặt phía đối tượng của ít nhất một thấu kính, và ϕ_{full} là đường kính hiệu dụng của ít nhất một thấu kính.

Cụm thấu kính quang học theo các phương án khác nhau có thể thỏa mãn phương trình sau đây.

$$0,01 < \phi_{\text{flat-image}} / \phi_{\text{full}} < 0,5 \dots \text{(Phương trình)}$$

trong đó $\phi_{\text{flat-image}}$ là đường kính của vùng trung tâm của bề mặt phía ảnh của ít nhất một thấu kính, và ϕ_{full} là đường kính hiệu dụng của ít nhất một thấu kính.

Ví dụ, nhiều thấu kính bao gồm thấu kính thứ nhất, thấu kính thứ hai, thấu kính thứ ba, và thấu kính thứ tư, mà được sắp xếp từ phía đối tượng tới phía ảnh, và thấu kính thứ hai hoặc thấu kính thứ ba có thể bao gồm vùng trung tâm có các bề mặt phẳng lần lượt trên bề mặt phía đối tượng và bề mặt phía ảnh, và vùng ngoài biên có bề mặt phi cầu.

Ví dụ, nhiều thấu kính bao gồm thấu kính thứ nhất, thấu kính thứ hai, thấu kính thứ ba, thấu kính thứ tư, và thấu kính thứ năm, mà được sắp xếp tuần tự từ phía đối tượng tới phía ảnh, và ít nhất một thấu kính trong số thấu kính thứ ba và thấu kính thứ tư có thể bao gồm vùng trung tâm có các bề mặt phẳng lần lượt trên bề mặt phía đối tượng và bề mặt phía ảnh, và vùng ngoài biên có bề mặt phi cầu.

Ví dụ, nhiều thấu kính bao gồm thấu kính thứ nhất, thấu kính thứ hai, thấu kính thứ ba, thấu kính thứ tư, thấu kính thứ năm, và thấu kính thứ sáu, mà được sắp xếp tuần tự từ phía đối tượng tới phía ảnh, và ít nhất một thấu kính trong số thấu kính thứ nhất, thấu kính thứ tư, và thấu kính thứ năm có thể bao gồm vùng trung tâm có các bề mặt phẳng lần lượt trên bề mặt phía đối tượng và bề mặt phía ảnh, và vùng ngoài biên có bề mặt phi cầu.

Ví dụ, nhiều thấu kính có thể bao gồm thấu kính thứ nhất, thấu kính thứ hai, thấu kính thứ ba, thấu kính thứ tư, thấu kính thứ năm, thấu kính thứ sáu, và thấu kính thứ bảy, mà được sắp xếp tuần tự từ phía đối tượng tới phía ảnh, và thấu kính thứ ba có thể bao gồm vùng trung tâm có các bề mặt phẳng lần lượt trên bề mặt phía đối tượng và bề mặt

phía ảnh, và vùng ngoài biên có bề mặt phi cầu.

Ví dụ, nhiều thấu kính có thể bao gồm ít nhất một thấu kính phi cầu.

Ví dụ, nhiều thấu kính có thể bao gồm ít nhất một thấu kính bằng chất dẻo.

Cụm thấu kính quang học theo các phương án khác nhau có thể bao gồm ít nhất hai thấu kính được sắp xếp từ phía đối tượng tới phía ảnh, và ít nhất một thấu kính trong số ít nhất hai thấu kính có thể bao gồm vùng thấu kính riêng phần không có năng suất khúc xạ, và ít nhất một thấu kính có thể thỏa mãn phương trình sau đây.

$$0,01 < \phi_{\text{flat-object}} / \phi_{\text{full}} < 0,5$$

trong đó $\phi_{\text{flat-object}}$ là đường kính của vùng thấu kính riêng phần của bề mặt phía đối tượng của ít nhất một thấu kính, và ϕ_{full} là đường kính hiệu dụng của ít nhất một thấu kính.

Ví dụ, ít nhất một thấu kính có thể thỏa mãn phương trình sau đây.

$$0,01 < \phi_{\text{flat-image}} / \phi_{\text{full}} < 0,5$$

trong đó $\phi_{\text{flat-image}}$ là đường kính của vùng thấu kính riêng phần của bề mặt phía ảnh của ít nhất một thấu kính, và ϕ_{full} là đường kính hiệu dụng của ít nhất một thấu kính.

Ví dụ, nhiều thấu kính có thể bao gồm thấu kính thứ nhất, thấu kính thứ hai, thấu kính thứ ba, và thấu kính thứ tư, mà được sắp xếp từ phía đối tượng tới phía ảnh, và thấu kính thứ hai hoặc thấu kính thứ ba có thể bao gồm vùng thấu kính riêng phần không có năng suất khúc xạ.

Ví dụ, nhiều thấu kính có thể bao gồm thấu kính thứ nhất, thấu kính thứ hai, thấu kính thứ ba, thấu kính thứ tư, và thấu kính thứ năm, mà được sắp xếp tuần tự từ phía đối tượng tới phía ảnh, và ít nhất một thấu kính trong số thấu kính thứ ba và thấu kính thứ tư có thể bao gồm vùng thấu kính riêng phần không có năng suất khúc xạ.

Ví dụ, nhiều thấu kính có thể bao gồm thấu kính thứ nhất, thấu kính thứ hai, thấu kính thứ ba, thấu kính thứ tư, thấu kính thứ năm, và thấu kính thứ sáu, mà được sắp xếp tuần tự từ phía đối tượng tới phía ảnh, và ít nhất một thấu kính trong số thấu kính thứ nhất, thấu kính thứ tư, và thấu kính thứ năm có thể bao gồm vùng ngoài biên có vùng thấu kính riêng phần không có năng suất khúc xạ.

Ví dụ, nhiều thấu kính có thể bao gồm thấu kính thứ nhất, thấu kính thứ hai, thấu kính thứ ba, thấu kính thứ tư, thấu kính thứ năm, thấu kính thứ sáu, và thấu kính thứ bảy, mà được sắp xếp tuần tự từ phía đối tượng tới phía ảnh, và thấu kính thứ ba có thể bao

gồm vùng ngoài biên có vùng thấu kính riêng phần không có năng suất khúc xạ.

Ví dụ, vùng riêng phần của vùng thấu kính riêng phần có thể có năng suất khúc xạ âm hoặc dương.

Ví dụ, nhiều thấu kính có thể bao gồm ít nhất một thấu kính phi cầu.

Ví dụ, nhiều thấu kính có thể bao gồm ít nhất một thấu kính bằng chất dẻo.

Cụm thấu kính quang học theo các phương án khác nhau có thể bao gồm thấu kính thứ nhất có năng suất khúc xạ dương; thấu kính thứ hai có năng suất khúc xạ dương; thấu kính thứ ba có năng suất khúc xạ âm; thấu kính thứ tư; thấu kính thứ năm; và thấu kính thứ sáu có năng suất khúc xạ âm, mà được sắp xếp tuần tự từ phía đối tượng tới phía ảnh, và không có năng suất khúc xạ trong vùng trung tâm của ít nhất một thấu kính trong số thấu kính thứ tư và thấu kính thứ năm, và ít nhất một thấu kính trong số thấu kính thứ tư và thấu kính thứ năm có thể thỏa mãn phương trình sau đây.

$$0,01 < \phi_{\text{flat-object}} / \phi_{\text{full}} < 0,5$$

trong đó $\phi_{\text{flat-object}}$ là đường kính của vùng trung tâm của bề mặt phía đối tượng của ít nhất một thấu kính trong số thấu kính thứ tư và thấu kính thứ năm, và ϕ_{full} là đường kính hiệu dụng của thấu kính thứ năm.

Cụm thấu kính quang học theo các phương án khác nhau có thể thỏa mãn phương trình sau đây.

$$0,01 < \phi_{\text{flat-image}} / \phi_{\text{full}} < 0,5$$

trong đó $\phi_{\text{flat-image}}$ là đường kính của vùng trung tâm của bề mặt phía ảnh của ít nhất một thấu kính trong số thấu kính thứ tư và thấu kính thứ năm, và ϕ_{full} là đường kính hiệu dụng của thấu kính thứ năm.

Ví dụ, khẩu độ có thể được cung cấp giữa thấu kính thứ nhất và thấu kính thứ hai hoặc giữa thấu kính thứ hai và thấu kính thứ ba.

Ví dụ, ít nhất một thấu kính trong số các thấu kính từ thứ nhất tới thứ sáu có thể bao gồm thấu kính phi cầu.

Ví dụ, ít nhất một thấu kính trong số các thấu kính từ thứ nhất tới thứ sáu có thể bao gồm thấu kính bằng chất dẻo.

Thiết bị điện tử theo các phương án khác nhau có thể bao gồm cụm thấu kính quang học; và cảm biến ảnh mà thu ánh sáng được tạo thành bởi cụm thấu kính quang học, và cụm thấu kính quang học có thể bao gồm ít nhất hai thấu kính được sắp xếp từ phía đối tượng tới phía ảnh, và ít nhất một thấu kính trong số ít nhất hai thấu kính có thể

bao gồm vùng trung tâm có các mặt phẳng lần lượt trên bề mặt phía đối tượng và bề mặt phía ảnh, của ít nhất một thấu kính, và vùng ngoài biên có bề mặt phi cầu, và ít nhất một thấu kính có thể thỏa mãn phương trình sau đây.

$$0,01 < \phi_{\text{flat-object}} / \phi_{\text{full}} < 0,5$$

trong đó $\phi_{\text{flat-object}}$ là đường kính của vùng trung tâm của bề mặt phía đối tượng của ít nhất một thấu kính, và ϕ_{full} là đường kính hiệu dụng của ít nhất một thấu kính.

Ví dụ, ít nhất một thấu kính có thể thỏa mãn phương trình sau đây.

$$0,01 < \phi_{\text{flat-image}} / \phi_{\text{full}} < 0,5$$

trong đó $\phi_{\text{flat-image}}$ là đường kính của vùng trung tâm của bề mặt phía ảnh của ít nhất một thấu kính, và ϕ_{full} là đường kính hiệu dụng của ít nhất một thấu kính.

Phương pháp để tạo thành ảnh theo các phương án khác nhau có thể bao gồm các bước: thu ánh sáng đi tới trên thấu kính được sắp xếp gần nhất với phía đối tượng của ít nhất hai hoặc nhiều thấu kính; khúc xạ ánh sáng sao cho góc tới của ánh sáng đi tới trên bề mặt phía đối tượng của ít nhất một thấu kính trong số ít nhất hai hoặc nhiều thấu kính và góc thoát ra của ánh sáng được phát ra từ bề mặt phía ảnh là giống nhau; và thu ánh sáng mà đi qua ít nhất hai hoặc nhiều thấu kính để tạo thành ảnh sử dụng cảm biến ảnh.

Ví dụ, ít nhất hai thấu kính có thể bao gồm thấu kính thứ nhất, thấu kính thứ hai, thấu kính thứ ba, và thấu kính thứ tư, mà được sắp xếp tuần tự từ phía đối tượng tới phía ảnh, và thấu kính thứ hai hoặc thấu kính thứ ba có thể bao gồm vùng trung tâm có các bề mặt phẳng lần lượt trên bề mặt phía đối tượng và bề mặt phía ảnh, và vùng ngoài biên có bề mặt phi cầu và có thể khúc xạ ánh sáng sao cho góc tới của ánh sáng đi tới trên vùng trung tâm của bề mặt phía đối tượng và góc thoát ra của ánh sáng được phát ra từ vùng trung tâm của bề mặt phía ảnh là giống nhau.

Ví dụ, nhiều thấu kính có thể bao gồm thấu kính thứ nhất, thấu kính thứ hai, thấu kính thứ ba, thấu kính thứ tư, và thấu kính thứ sáu, mà được sắp xếp tuần tự từ phía đối tượng tới phía ảnh, và ít nhất một thấu kính trong số thấu kính thứ ba và thấu kính thứ tư có thể bao gồm vùng trung tâm có các bề mặt phẳng lần lượt trên bề mặt phía đối tượng và bề mặt phía ảnh, và vùng ngoài biên có bề mặt phi cầu và có thể khúc xạ ánh sáng sao cho góc tới của ánh sáng đi tới trên vùng trung tâm của bề mặt phía đối tượng và góc thoát ra của ánh sáng được phát ra từ vùng trung tâm của bề mặt phía ảnh là giống nhau.

Ví dụ, nhiều thấu kính có thể bao gồm thấu kính thứ nhất, thấu kính thứ hai, thấu kính thứ ba, thấu kính thứ tư, thấu kính thứ năm, và thấu kính thứ sáu, mà được sắp xếp

tuần tự từ phía đối tượng tới phía ảnh, và ít nhất một thấu kính trong số thấu kính thứ nhất, thấu kính thứ tư, và thấu kính thứ năm có thể bao gồm các bề mặt phẳng lần lượt trên bề mặt phía đối tượng và bề mặt phía ảnh, và có thể khúc xạ ánh sáng sao cho góc tới của ánh sáng đi tới trên vùng trung tâm của bề mặt phía đối tượng và góc thoát ra của ánh sáng được phát ra từ vùng trung tâm của bề mặt phía ảnh là giống nhau.

Ví dụ, nhiều thấu kính có thể bao gồm thấu kính thứ nhất, thấu kính thứ hai, thấu kính thứ ba, thấu kính thứ tư, thấu kính thứ năm, thấu kính thứ sáu, và thấu kính thứ bảy, mà được sắp xếp tuần tự từ phía đối tượng tới phía ảnh, và thấu kính thứ ba có thể bao gồm vùng trung tâm có các bề mặt phẳng lần lượt trên bề mặt phía đối tượng và bề mặt phía ảnh, và vùng ngoài biên có bề mặt phi cầu và có thể khúc xạ ánh sáng sao cho góc tới của ánh sáng đi tới trên vùng trung tâm của bề mặt phía đối tượng và góc thoát ra của ánh sáng được phát ra từ vùng trung tâm của bề mặt phía ảnh là giống nhau.

Tham khảo Fig.23, thiết bị điện tử 201 trong môi trường mạng 200, theo các phương án khác nhau được thể hiện. Thiết bị điện tử 201 có thể bao gồm bus 110, bộ xử lý 220, môđun camera 225, bộ nhớ 230, giao diện vào/ra 250, bộ hiển thị 260, giao diện truyền thông 270. Theo một số phương án của sáng chế, thiết bị điện tử 201 có thể bỏ qua ít nhất một trong các bộ phận hợp thành hoặc có thể bao gồm các bộ phận hợp thành khác nữa.

Bus 210 có thể bao gồm, ví dụ, mạch kết nối các bộ phận từ 210 tới 270 và phân phối thông tin truyền thông (ví dụ bản tin điều khiển và/hoặc dữ liệu) giữa các bộ phận này.

Bộ xử lý 220 có thể bao gồm một hoặc nhiều trong số bộ xử lý trung tâm CPU, bộ xử lý ứng dụng AP, và bộ xử lý truyền thông CP. Bộ xử lý 220 có thể, ví dụ, thực hiện phép tính số học hoặc xử lý dữ liệu bất kể điều khiển và/hoặc truyền thông của ít nhất các bộ phận khác của thiết bị điện tử 201.

Môđun camera 225 là thiết bị để chụp ảnh tĩnh hoặc quay video, ví dụ, có thể bao gồm một hoặc nhiều cảm biến ảnh (ví dụ cảm biến ảnh mặt trước hoặc cảm biến ảnh mặt sau), thấu kính, bộ xử lý tín hiệu ảnh (Image Signal Processor, ISP), hoặc đèn flash (ví dụ như đèn LED hoặc đèn xenon, v.v.), theo một phương án của sáng chế. Ví dụ, cụm thấu kính quang học theo các phương án khác nhau có thể được áp dụng cho môđun camera 225.

Bộ nhớ 230 có thể bao gồm bộ nhớ khả biến và/hoặc bộ nhớ bất khả biến. Bộ nhớ

230 có thể lưu, ví dụ, các lệnh hoặc dữ liệu được kết hợp với ít nhất một bộ phận khác của thiết bị điện tử 201. Theo một phương án của sáng chế, bộ nhớ 230 có thể lưu phần mềm và/hoặc chương trình 240. Chương trình 240 bao gồm, ví dụ, nhân 241, phần trung gian 243, giao diện lập trình ứng dụng (Application Programing Interface, API) 245, và/hoặc chương trình ứng dụng (hoặc ứng dụng) 247. Ít nhất một phần trong số nhân 241, phần trung gian 243, và API 245 có thể được dùng để chỉ hệ điều hành (Operating System, OS).

Nhân 241 có thể điều khiển hoặc quản lý tài nguyên hệ thống (ví dụ bus 210, bộ xử lý 220, hoặc bộ nhớ 230, v.v.) được sử dụng để thực hiện các hoạt động hoặc chức năng của các chương trình khác (ví dụ phần trung gian 243, API 245, hoặc chương trình ứng dụng 247). Ngoài ra, nhân 241 có thể truy nhập bộ phận riêng biệt của thiết bị điện tử 201 qua phần trung gian 243, API 245, hoặc chương trình ứng dụng 247, bằng cách đó cung cấp giao diện có thể điều khiển hoặc quản lý tài nguyên hệ thống.

Phần trung gian 243, ví dụ, có thể thực hiện vai trò làm trung gian sao cho API 245 hoặc các chương trình ứng dụng 247 truyền thông với nhân 141 để trao đổi dữ liệu.

Do đó, phần trung gian 243 có thể xử lý một hoặc nhiều yêu cầu nhiệm vụ được thu từ chương trình ứng dụng 247 theo mức độ ưu tiên của yêu cầu nhiệm vụ. Ví dụ, phần trung gian 243 có thể gán các mức độ ưu tiên để sử dụng các tài nguyên hệ thống (ví dụ bus 210, bộ xử lý 220, hoặc bộ nhớ 230, v.v.) của thiết bị điện tử 201 cho ít nhất một chương trình ứng dụng 247. Ví dụ, phần trung gian 243 có thể xử lý một hoặc nhiều yêu cầu nhiệm vụ theo mức ưu tiên được gán cho ít nhất một chương trình ứng dụng, bằng cách đó thực hiện lịch biểu hoặc cân bằng tải bất kể trên một hoặc nhiều yêu cầu nhiệm vụ.

API 245 là giao diện mà thông qua đó ứng dụng 247 điều khiển chức năng được cung cấp bởi nhân 241 hoặc phần trung gian 243, ví dụ, có thể bao gồm ít nhất một giao diện hoặc chức năng (ví dụ các lệnh) để điều khiển tập tin, điều khiển cửa sổ, xử lý ảnh, điều khiển ký tự, v.v..

Giao diện vào/ra 250 có thể hoạt động như giao diện mà có thể phân phối lệnh hoặc dữ liệu được nhập từ người dùng hoặc từ thiết bị bên ngoài khác tới bộ phận khác của thiết bị điện tử 201. Ngoài ra, giao diện vào/ra 250 có thể xuất ra lệnh hoặc dữ liệu thu được từ các bộ phận khác của thiết bị điện tử 201 cho người dùng hoặc thiết bị bên ngoài khác.

Bộ hiển thị 260 có thể, ví dụ, bao gồm màn hình tinh thể lỏng (Liquid Crystal Diode, LCD), màn hình điốt phát quang (Light Emitting Diode, LED), màn hình điốt phát quang hữu cơ (Organic Light Emitting Diode, OLED), màn hình dùng hệ vi điện cơ (MicroElectroMechanical System, MEMS) hoặc màn hình theo dạng giấy điện tử. Bộ hiển thị 260 có thể hiển thị các nội dung khác nhau (ví dụ đoạn văn bản, ảnh, video, biểu tượng, hoặc ký hiệu, v.v.) cho người dùng. Bộ hiển thị 260 có thể bao gồm màn hình cảm ứng và có thể phát hiện ra thao tác chạm, ví dụ, sử dụng bút điện tử hoặc một phần cơ thể của người dùng, cử chỉ, tiệm cận hoặc đầu vào để lơ lửng.

Giao diện truyền thông 270 có thể, ví dụ, thiết lập truyền thông giữa thiết bị điện tử 201 và thiết bị bên ngoài (ví dụ thiết bị điện tử bên ngoài thứ nhất 202, thiết bị điện tử bên ngoài thứ hai 204 hoặc máy chủ 206). Ví dụ, giao diện truyền thông 270 có thể được kết nối tới mạng 262 qua truyền thông không dây hoặc có dây để truyền thông với thiết bị điện tử (ví dụ thiết bị điện tử bên ngoài thứ hai 204 hoặc máy chủ 206).

Truyền thông không dây, ví dụ, có thể bao gồm ít nhất một trong các loại truyền thông không dây trong số: mạng di động phát triển dài hạn (Long Term Evolution, LTE), mạng LTE cải tiến (LTE-Advanced, LTE-A), mạng đa truy nhập phân chia mã (Code Division Multiple Access, CDMA), mạng CDMA băng rộng (Wideband-CDMA, WCDMA), hệ thống thông tin di động toàn cầu (Universal Mobile Telecommunications System, UMTS), mạng không dây băng rộng (Wireless Broadband, WiBro), hoặc hệ thống toàn cầu dành cho truyền thông di động (Global System for Mobile communications, GSM) có thể được sử dụng như giao thức truyền thông di động. Ngoài ra, truyền thông không dây có thể bao gồm, ví dụ, truyền thông vùng nội bộ 264. Truyền thông vùng nội bộ 264 có thể bao gồm, ví dụ, ít nhất một loại truyền thông trong số: Wi-fi, Bluetooth, truyền thông trường gần (Near Field Communication, NFC), hoặc hệ thống vệ tinh dẫn đường toàn cầu GNSS. Hệ thống vệ tinh dẫn đường toàn cầu GNSS có thể bao gồm, ví dụ, ít nhất một loại hệ thống trong số: hệ thống định vị toàn cầu (Global Positioning System, GPS), hệ thống vệ tinh dẫn đường toàn cầu (Global Navigation Satellite System, GLONASS), hệ thống vệ tinh dẫn đường Beidou (sau đây, được dùng để chỉ “BeiDou”) hoặc Galileo, và hệ thống dẫn đường dựa vào vệ tinh toàn cầu của Châu Âu tùy theo vùng sử dụng hoặc dải thông., v.v.. Sau đây, trong phần mô tả này, thuật ngữ “GPS” có thể được dùng thay thế với thuật ngữ “GNSS”. Truyền thông có dây có thể bao gồm, ví dụ, ít nhất một loại truyền thông trong số: giao diện kết nối nối tiếp đa

năng (Universal Serial Bus, USB), giao diện đa phương tiện độ nét cao (High Definition Multimedia Interface, HDMI), chuẩn kết nối recommended standard (RS-232), và chuẩn dành cho dịch vụ điện thoại cũ (Plain Old Telephone Service, POTS). Mạng 262 có thể bao gồm ít nhất một loại mạng viễn thông trong số, ví dụ, mạng máy tính (ví dụ mạng vùng cục bộ (Local Area Network, LAN) hoặc mạng vùng rộng (Wide Area Network, WAN)), mạng Internet và mạng điện thoại.

Mỗi thiết bị điện tử bên ngoài thứ nhất 202 và thiết bị điện tử bên ngoài thứ hai 204 có thể là thiết bị cùng loại, hoặc khác loại, với thiết bị điện tử 201. Theo một phương án của sáng chế, máy chủ 206 có thể bao gồm một hoặc nhiều nhóm máy chủ. Theo các phương án khác nhau, toàn bộ hoặc một phần của các hoạt động sẽ được thực hiện bởi thiết bị điện tử 201 có thể được thực hiện bởi thiết bị khác hoặc nhiều thiết bị điện tử khác (ví dụ: các thiết bị điện tử 202 và 204 hoặc máy chủ 206). Theo một phương án của sáng chế, khi thiết bị điện tử 201 phải thực hiện chức năng hoặc dịch vụ tự động hoặc nhằm đáp lại một yêu cầu nhiệm vụ, thì thiết bị điện tử 201 có thể yêu cầu thiết bị khác (ví dụ thiết bị điện tử 202 hoặc 204 hoặc máy chủ 206) thực hiện ít nhất một phần chức năng liên quan đến nó thay vì hoặc thêm vào thực hiện các chức năng hoặc dịch vụ này. Thiết bị điện tử khác (ví dụ thiết bị điện tử 202 hoặc 204, hoặc máy chủ 206) có thể thực hiện các chức năng được yêu cầu hoặc chức năng bổ sung và có thể truyền kết quả thực hiện tới thiết bị điện tử 201. Thiết bị điện tử 201 có thể xử lý kết quả nhận được mà không có sự thay đổi bất kỳ hoặc có thể xử lý thêm kết quả nhận được này để cung cấp các chức năng và dịch vụ được yêu cầu. Để đạt được điều này, ví dụ, kỹ thuật điện toán đám mây, điện toán phân tán, hoặc điện toán dạng khách-chủ có thể được sử dụng.

Fig.24 là hình vẽ sơ đồ khối của thiết bị điện tử 301 theo các phương án khác nhau. Thiết bị điện tử 301 có thể bao gồm, ví dụ, toàn bộ hoặc một phần của thiết bị điện tử 201 được thể hiện trên Fig.23. Thiết bị điện tử 301 có thể bao gồm một hoặc nhiều bộ xử lý 310 (ví dụ bộ xử lý AP), môđun truyền thông 320, môđun nhận dạng thuê bao 324 (Subscriber Identification Module, SIM), bộ nhớ 330, môđun cảm biến 340, thiết bị nhập 350, bộ hiển thị 360, giao diện 370, môđun âm thanh 380, môđun camera 391, môđun quản lý điện năng 395, pin 396, bộ chỉ báo 397, và mô tơ 398.

Bộ xử lý 310 có thể, ví dụ, điều khiển nhiều bộ phận phần cứng hoặc phần mềm được kết nối với bộ xử lý 310 bằng cách điều khiển hệ điều hành hoặc chương trình ứng dụng và thực hiện xử lý các phần dữ liệu khác nhau và thực hiện phép toán số học. Ví dụ,

bộ xử lý 310 có thể được chế tạo ở dạng hệ thống trên chip (System on Chip, SOC). Theo một phương án của sáng chế, bộ xử lý 310 có thể còn bao gồm bộ xử lý đồ họa (Graphic Processing Unit, GPU) và/hoặc bộ xử lý ảnh (Image Signal Processor, ISP). Bộ xử lý 310 cũng có thể bao gồm ít nhất một phần (ví dụ: môđun truyền thông di động 321) của các bộ phận được thể hiện trên Fig.23. Bộ xử lý 310 có thể tải và xử lý các lệnh hoặc dữ liệu thu được từ ít nhất một trong số các bộ phận khác (ví dụ bộ nhớ bất khả biến) và có thể lưu dữ liệu khác nhau vào bộ nhớ bất khả biến.

Môđun truyền thông 320 có thể có cấu hình giống hoặc tương tự như giao diện truyền thông 270 được thể hiện trên Fig.22. Ví dụ, môđun truyền thông 320 có thể bao gồm môđun di động 321, môđun WiFi 323, môđun Bluetooth 325, môđun GNSS 327 (ví dụ môđun GPS, môđun Glonass, môđun Beidou, hoặc môđun Galileo), môđun truyền thông trường gần NFC 328, và môđun tần số vô tuyến RF (Radio Frequency, RF) 329.

Môđun di động 321, ví dụ, có thể thực hiện dịch vụ gọi thoại, gọi video, dịch vụ bản tin, hoặc dịch vụ internet thông qua mạng truyền thông. Theo một phương án của sáng chế, môđun di động 321 có thể thực hiện việc phân biệt và nhận thực của thiết bị điện tử 301 trong mạng viễn thông bằng cách sử dụng môđun nhận dạng thuê bao 324 (ví dụ thẻ SIM). Theo một phương án của sáng chế, môđun di động 221 có thể thực hiện ít nhất một phần các chức năng được cung cấp bởi bộ xử lý 310. Theo một phương án của sáng chế, môđun di động 321 có thể bao gồm bộ xử lý truyền thông CP.

Mỗi môđun Wi-Fi® 323, môđun BT 325, môđun GNSS 327, và môđun NFC 328 có thể bao gồm, ví dụ, bộ xử lý để xử lý dữ liệu được truyền/thu/từ môđun tương ứng. Theo một số phương án của sáng chế, ít nhất một số (ví dụ hai hoặc nhiều hơn) môđun trong số: môđun di động 321, môđun WiFi 323, môđun Bluetooth 325, môđun GNSS 327 hoặc môđun truyền thông trường gần NFC 328 có thể được chứa trong một chip được tích hợp (Integrated Chip, IC) hoặc bộ IC.

Môđun RF có thể truyền/thu, ví dụ, các tín hiệu truyền thông (ví dụ các tín hiệu RF). Môđun RF 329 có thể bao gồm, ví dụ, bộ thu phát, môđun khuếch đại công suất (Power Amplifier Module, PAM), bộ lọc tần số, bộ khuếch đại tạp âm thấp (Low Noise Amplifier, LNA), hoặc anten. Theo một phương án khác của sáng chế, ít nhất một môđun trong số: môđun di động 221, môđun WiFi 323, môđun Bluetooth 325, môđun GNSS 327 hoặc môđun truyền thông trường gần NFC 328 có thể truyền/thu các tín hiệu RF sử dụng môđun RF riêng biệt.

Môđun nhận dạng thuê bao 324 có thể bao gồm thẻ bao gồm môđun nhận dạng thuê bao và/hoặc SIM được nhúng, ví dụ, và có thể bao gồm thông tin nhận dạng duy nhất (ví dụ thông tin nhận dạng thẻ mạch tích hợp (Integrated Circuit Card Identifier, ICCID)) hoặc thông tin thuê bao (ví dụ thông tin nhận dạng thuê bao di động quốc tế (International Mobile Subscriber Identity, IMSI)).

Bộ nhớ 330 (ví dụ bộ nhớ 230) có thể bao gồm, ví dụ, bộ nhớ trong 332 hoặc bộ nhớ ngoài 334. Bộ nhớ trong 332 có thể bao gồm, ví dụ, ít nhất một bộ nhớ trong số: bộ nhớ khả biến (ví dụ bộ nhớ truy nhập ngẫu nhiên động (Dynamic Random Access Memory, DRAM), bộ nhớ truy nhập ngẫu nhiên tĩnh (Static Random Access Memory, SRAM), bộ nhớ truy nhập ngẫu nhiên động đồng bộ (Synchronous Dynamic Random Access Memory, SDRAM), v.v.), bộ nhớ bất khả biến (ví dụ bộ nhớ chỉ đọc khả lập trình một lần (One Time Programmable Read Only Memory, OTPROM), bộ nhớ chỉ đọc khả lập trình (Programmable Read Only Memory, PROM), bộ nhớ chỉ đọc khả lập trình và xoá được (Erasable and Programmable Read Only Memory, EPROM), bộ nhớ chỉ đọc khả lập trình và xoá được bằng điện (Electrically Erasable and Programmable Read Only Memory, EEPROM), bộ nhớ chỉ đọc mạng che, bộ nhớ ROM tác động nhanh (ví dụ bộ nhớ dạng flash NAND hoặc bộ nhớ dạng flash NOR, v.v.) ổ đĩa cứng, và bộ nhớ ở thể rắn (Solid State Drive, SSD).

Bộ nhớ ngoài 334 có thể còn bao gồm ổ đĩa flash, ví dụ, thẻ nhớ (Compact Flash, CF), thẻ nhớ dạng SD (Secure Digital, SD), thẻ nhớ dạng Micro-SD, thẻ nhớ dạng Mini-SD, thẻ nhớ dạng eXtreme (xD), thẻ nhớ dạng MMC (Multimedia Card, MMC), thẻ ghi nhớ, v.v.. Bộ nhớ ngoài 334 có thể được kết nối chức năng và/hoặc vật lý với thiết bị điện tử 301 qua các giao diện khác nhau.

Môđun cảm biến 340 có thể đo đại lượng vật lý hoặc nhận biết trạng thái hoạt động của thiết bị điện tử 301 để chuyển đổi các thông tin được đo hoặc nhận biết thành tín hiệu điện. Môđun cảm biến 340 có thể bao gồm, ví dụ, ít nhất một loại cảm biến trong số: cảm biến cử chỉ 340A, cảm biến con quay hồi chuyển 340B, cảm biến khí áp 340C, cảm biến từ 340D, cảm biến gia tốc 340E, cảm biến cầm tay 340F, cảm biến tiệm cận 340G, cảm biến màu 340H (ví dụ như cảm biến màu đỏ, xanh da trời, xanh lá cây (RGB)), cảm biến sinh trắc học 340I, cảm biến nhiệt độ/độ ẩm 340J, cảm biến ánh sáng 340K, và cảm biến tia cực tím (UV) 340M. Thêm vào đó hoặc cách khác, môđun cảm biến 340 có thể bao gồm, ví dụ, cảm biến E-nose, cảm biến điện cơ đồ (ElectroMyoGraphy, EMG),

cảm biến điện não đồ (ElectroEncephaloGram, EEG), cảm biến điện tâm đồ (ElectroCardioGram, ECG), cảm biến hồng ngoại (IR), cảm biến quét móng mắt, và/hoặc cảm biến quét vân tay. Hơn nữa, môđun cảm biến 340 có thể bao gồm mạch điều khiển để điều khiển ít nhất một cảm biến được lắp trong môđun cảm biến 340. Theo một số phương án của sáng chế, thiết bị điện tử 301 có thể còn bao gồm bộ xử lý được tạo cấu hình để điều khiển môđun cảm biến 340 như một phần hoặc độc lập với bộ xử lý 310 để điều khiển môđun cảm biến 340 trong khi bộ xử lý 310 ở trạng thái ngủ.

Bộ phận nhập 350 có thể bao gồm, ví dụ, tấm cảm ứng 352, bộ cảm biến bút (kỹ thuật số) 354, phím 356, và/hoặc thiết bị nhập bằng sóng siêu âm 358. Ít nhất một trong số tấm cảm ứng tĩnh điện, tấm cảm ứng điện trở, tấm cảm ứng hồng ngoại, và tấm cảm ứng sử dụng sóng siêu âm, ví dụ, có thể được sử dụng như tấm cảm ứng 352. Tấm cảm ứng 352 có thể bao gồm mạch điều khiển. Tấm cảm ứng 352 có thể còn bao gồm lớp phản hồi xúc giác để cung cấp phản ứng xúc giác cho người dùng.

Cảm biến bút (kỹ thuật số) 354 có thể là một phần của tấm cảm ứng 352 hoặc có thể bao gồm, ví dụ, tấm nhận dạng riêng biệt. Phím 356 có thể là nút vật lý, phím quang học hoặc bàn phím. Thiết bị nhập bằng sóng siêu âm 358 có thể phát hiện sóng siêu âm được tạo ra bằng công cụ nhập thông qua micrô 388 và kiểm tra dữ liệu tương ứng với sóng siêu âm dò tìm được.

Bộ hiển thị 360 (ví dụ bộ hiển thị 260) có thể bao gồm tấm 362, thiết bị tạo ảnh nổi ba chiều 364, hoặc máy chiếu 366. Tấm 362 có thể còn bao gồm cấu hình giống hoặc tương tự như bộ hiển thị 260 được thể hiện trên Fig.21. Tấm 362 có thể được chế tạo, ví dụ, ở dạng uốn được, trong suốt hoặc có thể đeo được. Tấm 362 cũng có thể bao gồm tấm cảm ứng 352 và có thể được kết hợp thành một môđun. Theo một phương án của sáng chế, tấm 362 có thể bao gồm cảm biến áp lực (hoặc cảm biến lực) để đo cường độ lực chạm của người dùng. Cảm biến lực có thể được tích hợp với tấm cảm ứng 352 hoặc bao gồm một hoặc nhiều cảm biến độc lập với tấm cảm ứng 352. Thiết bị tạo ảnh nổi ba chiều 364 có thể hiển thị hình ảnh lập thể trong không khí bằng cách sử dụng giao thoa ánh sáng. Máy chiếu 366 có thể chiếu ánh sáng lên màn hình để hiển thị ảnh. Màn hình, ví dụ, có thể được đặt bên trong hoặc bên ngoài thiết bị điện tử 301. Theo một phương án của sáng chế, bộ hiển thị 360 có thể còn bao gồm mạch điều khiển để điều khiển tấm 362, thiết bị tạo ảnh nổi ba chiều 364, hoặc máy chiếu 366.

Giao diện 370 có thể bao gồm, ví dụ, giao diện HDMI 372, USB 374, giao diện

quang 376, hoặc giao diện (D-sub) 378. Giao diện 370 có thể, ví dụ, được chứa trong giao diện truyền thông 370 được thể hiện trên Fig.22. Ngoài ra hoặc cách khác, giao diện 370 có thể bao gồm, ví dụ, giao diện kết nối độ nét cao di động (Mobile High definition Link, MHL), giao diện thẻ nhớ SD/MMC, hoặc giao diện chuẩn liên kết dữ liệu bằng hồng ngoại (Infrared Data Association, IrDA).

Môđun âm thanh 380 có thể, ví dụ, chuyển đổi qua lại giữa âm thanh và các tín hiệu điện. Ít nhất một phần của các bộ phận của môđun âm thanh 380 có thể, ví dụ, được chứa trong giao diện vào/ra 245 được thể hiện trên Fig.22. Môđun âm thanh 380 có thể xử lý thông tin âm thanh được nhập vào hoặc xuất ra qua loa 382, bộ thu 384, tai nghe 386, và/hoặc micrô 388.

Môđun camera 391 là thiết bị để chụp ảnh tĩnh hoặc quay video, ví dụ, có thể bao gồm một hoặc nhiều cảm biến ảnh (ví dụ cảm biến ảnh mặt trước hoặc cảm biến ảnh mặt sau), thấu kính, bộ xử lý tín hiệu ảnh (Image Signal Processor, ISP), hoặc đèn flash (ví dụ như đèn LED hoặc đèn xenon, v.v.), theo một phương án của sáng chế. Ví dụ, cụm thấu kính quang học theo các phương án khác nhau có thể được áp dụng, ví dụ, cho môđun camera 391.

Môđun quản lý điện năng 395 có thể, ví dụ, quản lý điện năng của thiết bị điện tử 301. Thiết bị điện tử 301 có thể là thiết bị điện tử mà điện năng được cung cấp qua pin. Tuy nhiên, các phương án của sáng chế không hạn chế ở đó. Theo một phương án của sáng chế, môđun quản lý điện năng 395 có thể bao gồm mạch tích hợp quản lý điện năng (Power Management Integrated Circuit, PMIC), mạch tích hợp (Integrated Circuit, IC) nạp điện, hoặc đồng hồ đo mức pin hoặc nhiên liệu. Mạch PMIC có thể sử dụng phương pháp nạp điện có dây và/hoặc không dây. Phương pháp nạp không dây có thể bao gồm phương pháp nạp cộng hưởng từ, phương pháp dẫn từ hoặc phương pháp điện từ, ví dụ, và có thể còn bao gồm mạch bổ sung để nạp không dây, ví dụ, mạch vòng dây, mạch cộng hưởng, hoặc mạch chỉnh lưu, v.v.. Đồng hồ đo pin có thể đo, ví dụ, lượng pin còn lại trong pin 396, và giá trị điện áp, dòng điện hoặc nhiệt độ của pin trong lúc nạp điện. Pin 396 có thể bao gồm, ví dụ, pin nạp lại được và/hoặc pin năng lượng mặt trời.

Bộ chỉ báo 397 có thể chỉ báo trạng thái cụ thể của thiết bị điện tử 301 hoặc một phần của nó, ví dụ, trạng thái khởi động, trạng thái tin nhắn, hoặc trạng thái nạp, v.v.. Mô tơ 398 có khả năng chuyển đổi tín hiệu điện thành dạng rung cơ học, và có thể tạo ra hiệu ứng rung, hiệu ứng căn cứ vào xúc giác. Mặc dù không được thể hiện trên hình vẽ, nhưng

thiết bị điện tử 301 có thể bao gồm bộ phận xử lý (ví dụ bộ phận xử lý đồ họa (Graphic Processing Unit, GPU)) để hỗ trợ truyền hình di động. Bộ phận xử lý để hỗ trợ dịch vụ truyền hình di động có thể xử lý dữ liệu đa phương tiện theo các chuẩn, ví dụ, chuẩn quảng bá đa phương tiện số (Digital Multimedia Broadcasting, DMB), chuẩn quảng bá video số (Digital Video Broadcasting, DVB), hoặc chuẩn mediaFlo™.

Mỗi bộ phận được mô tả trong phần mô tả này có thể bao gồm một hoặc nhiều thành phần hợp thành, và tên của các thành phần này có thể thay đổi tùy thuộc vào loại thiết bị điện tử. Theo các phương án khác nhau của sáng chế, thiết bị điện tử có thể bao gồm ít nhất một bộ phận trong số các bộ phận được mô tả trong phần mô tả này và có thể bỏ qua một số bộ phận hoặc có thể thêm vào các bộ phận khác nữa. Ngoài ra, một phần của các bộ phận của thiết bị điện tử theo các phương án khác nhau được kết hợp để cấu thành một thực thể sao cho các chức năng của các bộ phận này trước khi được kết hợp có thể được thực hiện theo cùng một cách.

Thuật ngữ “môđun” dùng trong phần mô tả sáng chế có thể biểu thị một đơn vị có chứa một hoặc nhiều dạng kết hợp của phần cứng, phần mềm và phần sụn. “Môđun” có thể được sử dụng thay thế với các thuật ngữ ví dụ, đơn vị, mạch logic, khối logic, bộ phận hoặc mạch. “Môđun” có thể là đơn vị nhỏ nhất hoặc một phần của các bộ phận được tạo cấu hình tích hợp. “Môđun” cũng có thể là đơn vị nhỏ nhất hoặc là một phần để thực hiện một hoặc nhiều chức năng. “Môđun” có thể được thực hiện dưới dạng cơ khí hoặc điện tử. Ví dụ, “môđun” có thể bao gồm ít nhất một loại trong số: chip vi mạch chuyên dụng (Application Specific Intergrated Circuit, ASIC), mảng cổng khả lập trình bằng trường (Field-Programmable Gate Array, FPGA) và thiết bị logic có thể lập trình được để thực hiện một số chức năng đã biết hoặc sẽ được phát triển.

Ít nhất một phần của thiết bị (ví dụ: các môđun hoặc chức năng của nó) hoặc phương pháp (ví dụ: các bước) theo các phương án khác nhau có thể được thực hiện với các lệnh được lưu trong vật ghi có thể đọc được bằng máy tính, ví dụ, dưới dạng môđun máy tính. Khi các lệnh này được thực thu bởi bộ xử lý (ví dụ: bộ xử lý 220 trên Fig.23), thì một hoặc nhiều bộ xử lý có thể thực hiện các chức năng tương ứng với các lệnh này. Ví dụ, vật ghi có thể đọc được bằng máy tính có thể là bộ nhớ 230.

Vật ghi có thể đọc được bằng máy tính có thể bao gồm đĩa cứng, đĩa mềm, vật ghi từ tính (ví dụ: băng từ), vật ghi quang tính (ví dụ: bộ nhớ chỉ đọc dạng đĩa compac (Compact Disc Read Only Memory, CD ROM), đĩa đa năng kỹ thuật số (Digital

Versatile Disk, DVD), vật ghi quang-từ (ví dụ: đĩa mềm quang), thiết bị phần cứng (ví dụ: bộ nhớ chỉ đọc (Read Only Memory, ROM), bộ nhớ truy nhập ngẫu nhiên (Random Access Memory, RAM), hoặc bộ nhớ dạng flash, v.v.), v.v.. Ngoài ra, các lệnh chương trình có thể bao gồm mã ngôn ngữ máy được tạo ra bởi trình biên dịch và mã ngôn ngữ bậc cao được thực hiện bằng máy tính sử dụng bộ diễn dịch, v.v.. Thiết bị phần cứng được mô tả bên trên có thể được tạo cấu hình để hoạt động như một hoặc nhiều môđun phần mềm để thực hiện hoạt động theo các phương án khác nhau, và ngược lại. Môđun hoặc môđun chương trình theo các phương án khác nhau có thể bao gồm ít nhất một hoặc nhiều các bộ phận được mô tả ở trên, có thể bỏ qua một phần của các bộ phận này, hoặc còn có thể bao gồm các bộ phận bổ sung khác. Các hoạt động được thực hiện bằng môđun, môđun chương trình hoặc các bộ phận khác theo các môđun khác nhau có thể được thực hiện theo cách liên tiếp, song song, lặp lại, hoặc phỏng đoán. Do đó, một vài hoạt động có thể được thực hiện theo thứ tự khác hoặc có thể được bỏ qua, hoặc các hoạt động khác có thể được thêm vào. Các phương án được mô tả trong phần mô tả này chỉ nhằm mục đích giải thích và giúp hiểu rõ hơn về kỹ thuật được mô tả và không nhằm hạn chế phạm vi của kỹ thuật được mô tả trong phần mô tả sáng chế này.

Cần phải hiểu rằng các phương án được mô tả trong phần mô tả sáng chế chỉ được coi là nhằm mục đích mô tả sáng chế sao cho rõ ràng và không được coi là nhằm mục đích hạn chế phạm vi của sáng chế. Các dấu hiệu hoặc khía cạnh được mô tả trong mỗi phương án của sáng chế thường được coi là có thể áp dụng tương đương cho các dấu hiệu hoặc khía cạnh tương tự khác trong các phương án khác của sáng chế.

Mặc dù các phương án của sáng chế đã được mô tả dựa vào các hình vẽ, nhưng người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật này cần phải hiểu rằng nhiều phương án thay đổi về hình thức và nội dung có thể được tìm ra dựa trên các phương án được mô tả trong phần mô tả sáng chế mà vẫn không bị coi là nằm ngoài phạm vi của sáng chế, như được xác định bằng các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Cụm thấu kính quang học bao gồm:

thấu kính thứ nhất, thấu kính thứ hai, thấu kính thứ ba, và thấu kính thứ tư mà được sắp xếp tuần tự dọc theo trục từ phía đối tượng tới phía ảnh, trong đó ít nhất một thấu kính trong số thấu kính thứ nhất, thấu kính thứ hai, thấu kính thứ ba, và thấu kính thứ tư bao gồm bề mặt phía đối tượng có vùng trung tâm phẳng, bề mặt phía ảnh có vùng trung tâm phẳng, và vùng ngoài biên có bề mặt phi cầu, và trong đó ít nhất một thấu kính trong số thấu kính thứ nhất, thấu kính thứ hai, thấu kính thứ ba, và thấu kính thứ tư thỏa mãn phương trình sau đây:

$$0,01 < \frac{\phi_{\text{flat-object}}}{\phi_{\text{full}}} < 0,5,$$

trong đó, $\phi_{\text{flat-object}}$ là đường kính của vùng trung tâm phẳng của bề mặt phía đối tượng, và ϕ_{full} là đường kính hiệu dụng của ít nhất một thấu kính,

trong đó thấu kính thứ ba được tách rời về mặt không gian khỏi thấu kính thứ hai và thấu kính thứ tư.

2. Cụm thấu kính quang học theo điểm 1, trong đó ít nhất một thấu kính trong số thấu kính thứ nhất, thấu kính thứ hai, thấu kính thứ ba, và thấu kính thứ tư thỏa mãn phương trình sau đây:

$$0,01 < \frac{\phi_{\text{flat-image}}}{\phi_{\text{full}}} < 0,5,$$

trong đó $\phi_{\text{flat-image}}$ là đường kính của vùng trung tâm phẳng của bề mặt phía ảnh, và ϕ_{full} là đường kính hiệu dụng của ít nhất một thấu kính.

3. Cụm thấu kính quang học theo điểm 1, trong đó cụm thấu kính này còn bao gồm:

thấu kính thứ năm, được sắp xếp trên phía ảnh, và ít nhất một thấu kính trong số thấu kính thứ ba và thấu kính thứ tư bao gồm bề mặt phía đối tượng có vùng trung tâm phẳng, bề mặt phía ảnh có vùng trung tâm phẳng, và vùng ngoài biên có bề mặt phi cầu.

4. Cụm thấu kính quang học theo điểm 1, trong đó cụm thấu kính này còn bao gồm:

thấu kính thứ năm, và thấu kính thứ sáu, mà được sắp xếp tuần tự từ thấu kính thứ tư tới phía ảnh, và ít nhất một thấu kính trong số thấu kính thứ nhất, thấu kính thứ tư, và thấu kính thứ năm bao gồm bề mặt phía đối tượng có vùng trung tâm phẳng, bề mặt phía ảnh có vùng trung tâm phẳng, và vùng ngoài biên có bề mặt phi cầu.

5. Cụm thấu kính quang học theo điểm 1, trong đó cụm thấu kính này còn bao gồm:

thấu kính thứ năm, thấu kính thứ sáu, và thấu kính thứ bảy, mà được sắp xếp tuần tự từ thấu kính thứ tư tới phía ảnh, và thấu kính thứ ba bao gồm bề mặt phía đối tượng có

vùng trung tâm phẳng, bề mặt phía ảnh có vùng trung tâm phẳng, và vùng ngoài biên có bề mặt phi cầu.

6. Cụm thấu kính quang học theo điểm 1, trong đó thấu kính thứ nhất, thấu kính thứ hai, thấu kính thứ ba, và thấu kính thứ tư bao gồm ít nhất một thấu kính phi cầu.

7. Cụm thấu kính quang học theo điểm 1, trong đó thấu kính thứ nhất, thấu kính thứ hai, thấu kính thứ ba, và thấu kính thứ tư bao gồm ít nhất một thấu kính bằng chất dẻo.

8. Cụm thấu kính quang học bao gồm:

thấu kính thứ nhất, thấu kính thứ hai, thấu kính thứ ba, và thấu kính thứ tư được sắp xếp tuần tự dọc theo trục từ phía đối tượng tới phía ảnh, trong đó ít nhất một thấu kính trong số thấu kính thứ nhất, thấu kính thứ hai, thấu kính thứ ba, và thấu kính thứ tư bao gồm vùng thấu kính riêng phần tổng thể có năng suất khúc xạ bằng không, và

ít nhất một thấu kính thỏa mãn thỏa mãn phương trình sau đây:

$$0,01 < \frac{\phi_{\text{flat-object}}}{\phi_{\text{full}}} < 0,5,$$

trong đó “ $\phi_{\text{flat-object}}$ ” là đường kính của vùng thấu kính riêng phần phía đối tượng của bề mặt phía đối tượng của ít nhất một thấu kính, và ϕ_{full} là đường kính hiệu dụng của ít nhất một thấu kính,

trong đó thấu kính thứ ba được tách rời về mặt không gian khỏi thấu kính thứ hai và thấu kính thứ tư.

9. Cụm thấu kính quang học theo điểm 8, trong đó ít nhất một thấu kính trong số thấu kính thứ nhất, thấu kính thứ hai, thấu kính thứ ba, và thấu kính thứ tư, thỏa mãn phương trình sau đây:

$$0,01 < \frac{\phi_{\text{flat-image}}}{\phi_{\text{full}}} < 0,5,$$

trong đó $\phi_{\text{flat-image}}$ là đường kính của vùng thấu kính riêng phần của bề mặt phía ảnh của ít nhất một thấu kính, và ϕ_{full} là đường kính hiệu dụng của ít nhất một thấu kính.

10. Cụm thấu kính quang học theo điểm 8, trong đó cụm thấu kính này còn bao gồm:

thấu kính thứ năm, giữa thấu kính thứ tư và phía ảnh, và ít nhất một thấu kính trong số thấu kính thứ ba và thấu kính thứ tư bao gồm vùng thấu kính riêng phần tổng thể không có năng suất khúc xạ.

11. Cụm thấu kính quang học theo điểm 8, trong đó cụm thấu kính này còn bao gồm:

thấu kính thứ năm, và thấu kính thứ sáu, mà được sắp xếp tuần tự từ thấu kính thứ tư tới phía ảnh, và ít nhất một thấu kính trong số thấu kính thứ nhất, thấu kính thứ tư, và thấu kính thứ năm bao gồm vùng ngoài biên bao gồm vùng thấu kính riêng phần tổng thể

không có năng suất khúc xạ.

12. Cụm thấu kính quang học theo điểm 8, thấu kính thứ năm, thấu kính thứ sáu, và thấu kính thứ bảy, mà được sắp xếp tuần tự từ thấu kính thứ tư tới phía ảnh, và thấu kính thứ ba bao gồm vùng ngoài biên bao gồm vùng thấu kính riêng phần tổng thể không có năng suất khúc xạ.

13. Cụm thấu kính quang học theo điểm 8 trong đó vùng ngoài biên của vùng thấu kính riêng phần có năng suất khúc xạ âm hoặc dương.

14. Cụm thấu kính quang học theo điểm 8, trong đó thấu kính thứ nhất, thấu kính thứ hai, thấu kính thứ ba và thấu kính thứ tư bao gồm ít nhất một thấu kính phi cầu.

15. Cụm thấu kính quang học theo điểm 8, trong đó thấu kính thứ nhất, thấu kính thứ hai, thấu kính thứ ba, và thấu kính thứ tư bao gồm ít nhất một thấu kính bằng chất dẻo.

16. Cụm thấu kính quang học bao gồm, theo thứ tự từ phía đối tượng tới phía ảnh:

thấu kính thứ nhất có năng suất khúc xạ dương;

thấu kính thứ hai có năng suất khúc xạ dương;

thấu kính thứ ba có năng suất khúc xạ âm;

thấu kính thứ tư;

thấu kính thứ năm; và

thấu kính thứ sáu có năng suất khúc xạ âm,

trong đó vùng trung tâm tổng thể của ít nhất một thấu kính trong số thấu kính thứ tư và thấu kính thứ năm có năng suất khúc xạ bằng không, và ít nhất một thấu kính trong số thấu kính thứ tư và thấu kính thứ năm thỏa mãn phương trình sau đây:

$$0,01 < \frac{\phi_{\text{flat-object}}}{\phi_{\text{full}}} < 0,5,$$

trong đó $\phi_{\text{flat-object}}$ là đường kính của vùng trung tâm phía đối tượng của bề mặt phía đối tượng của ít nhất một thấu kính trong số thấu kính thứ tư và thấu kính thứ năm, vùng trung tâm phía đối tượng là phần phía đối tượng của vùng trung tâm tổng thể có năng suất khúc xạ bằng không, và ϕ_{full} là đường kính hiệu dụng của thấu kính thứ năm.

17. Cụm thấu kính quang học theo điểm 16, trong đó cụm thấu kính quang học thỏa mãn phương trình sau đây:

$$0,01 < \frac{\phi_{\text{flat-image}}}{\phi_{\text{full}}} < 0,5,$$

trong đó $\phi_{\text{flat-image}}$ là đường kính của vùng trung tâm phía ảnh của bề mặt phía ảnh của vùng trung tâm tổng thể có năng suất khúc xạ bằng không, và ϕ_{full} là đường kính hiệu dụng của thấu kính thứ năm.

18. Cụm thấu kính quang học theo điểm 16, trong đó khẩu độ được cung cấp giữa thấu kính thứ nhất và thấu kính thứ hai hoặc giữa thấu kính thứ hai và thấu kính thứ ba.

Fig.1

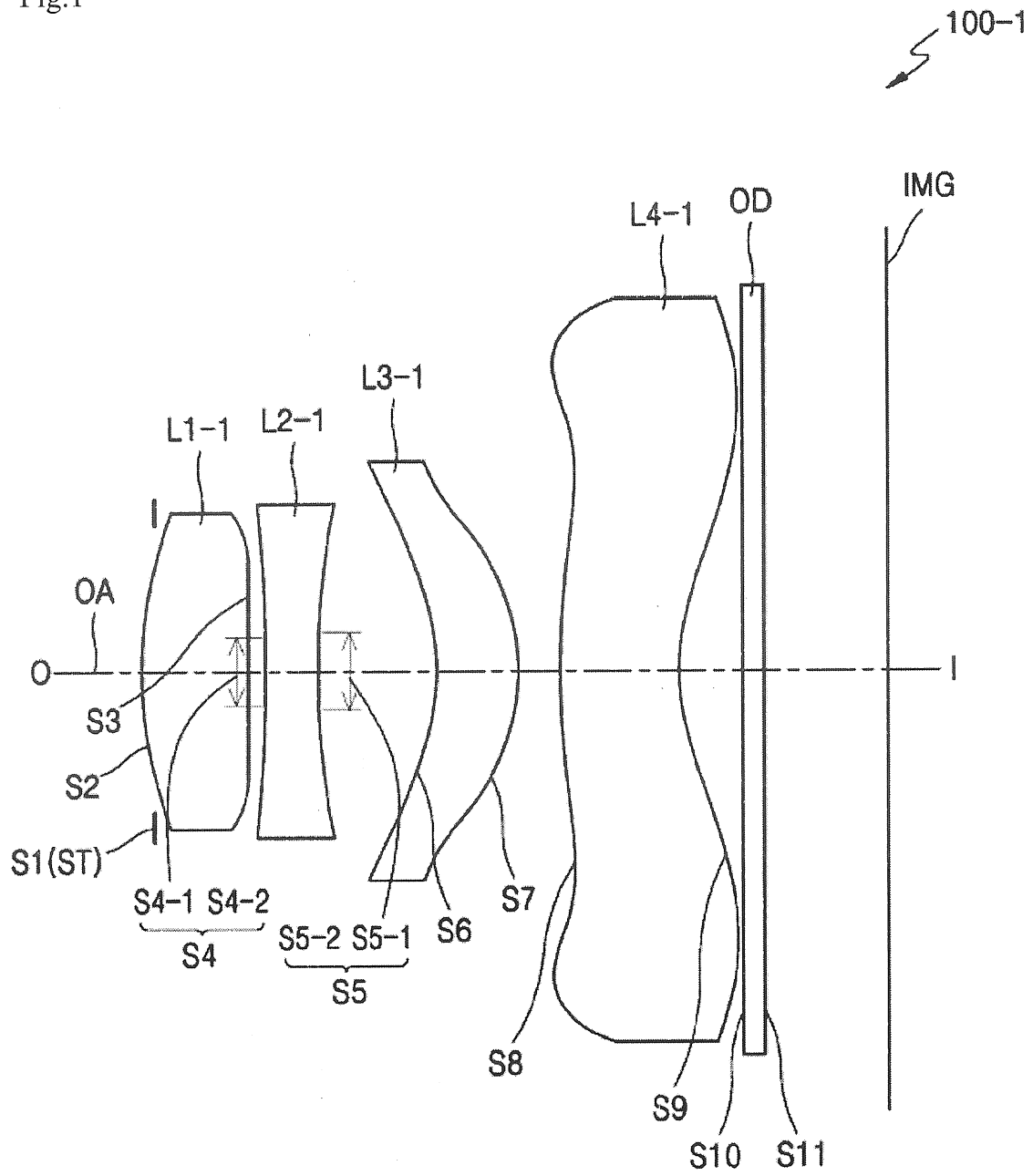


Fig.2

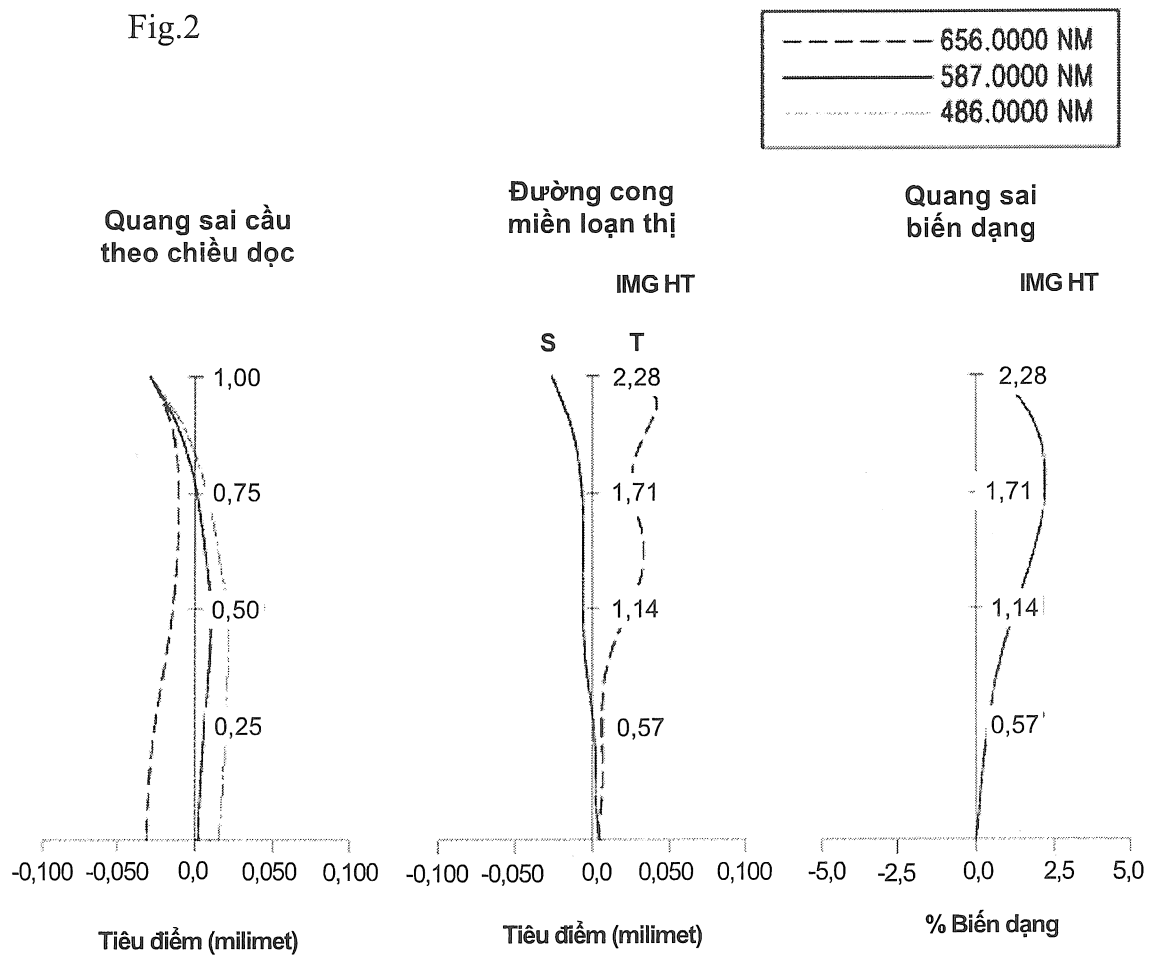


Fig.3

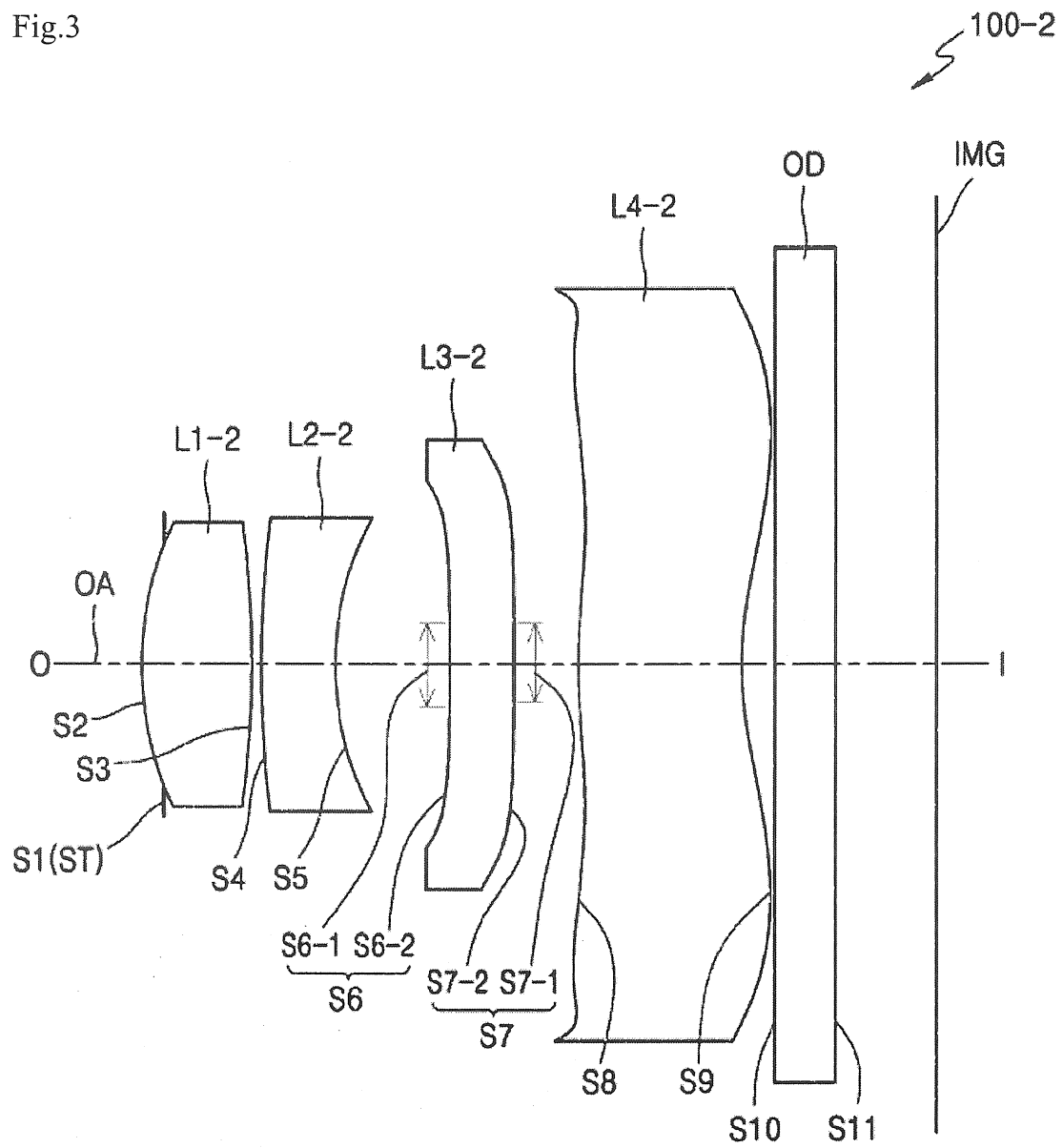


Fig.4

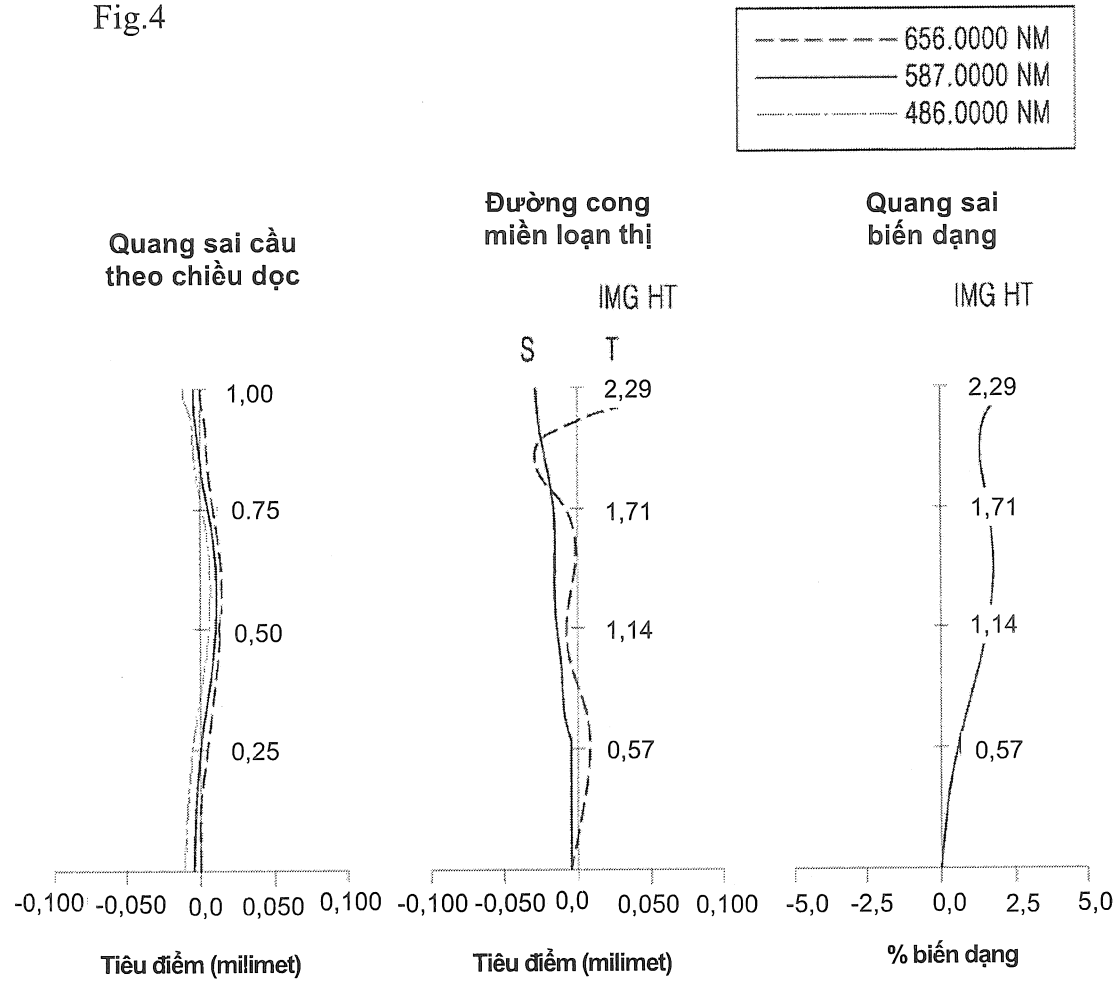


Fig.5

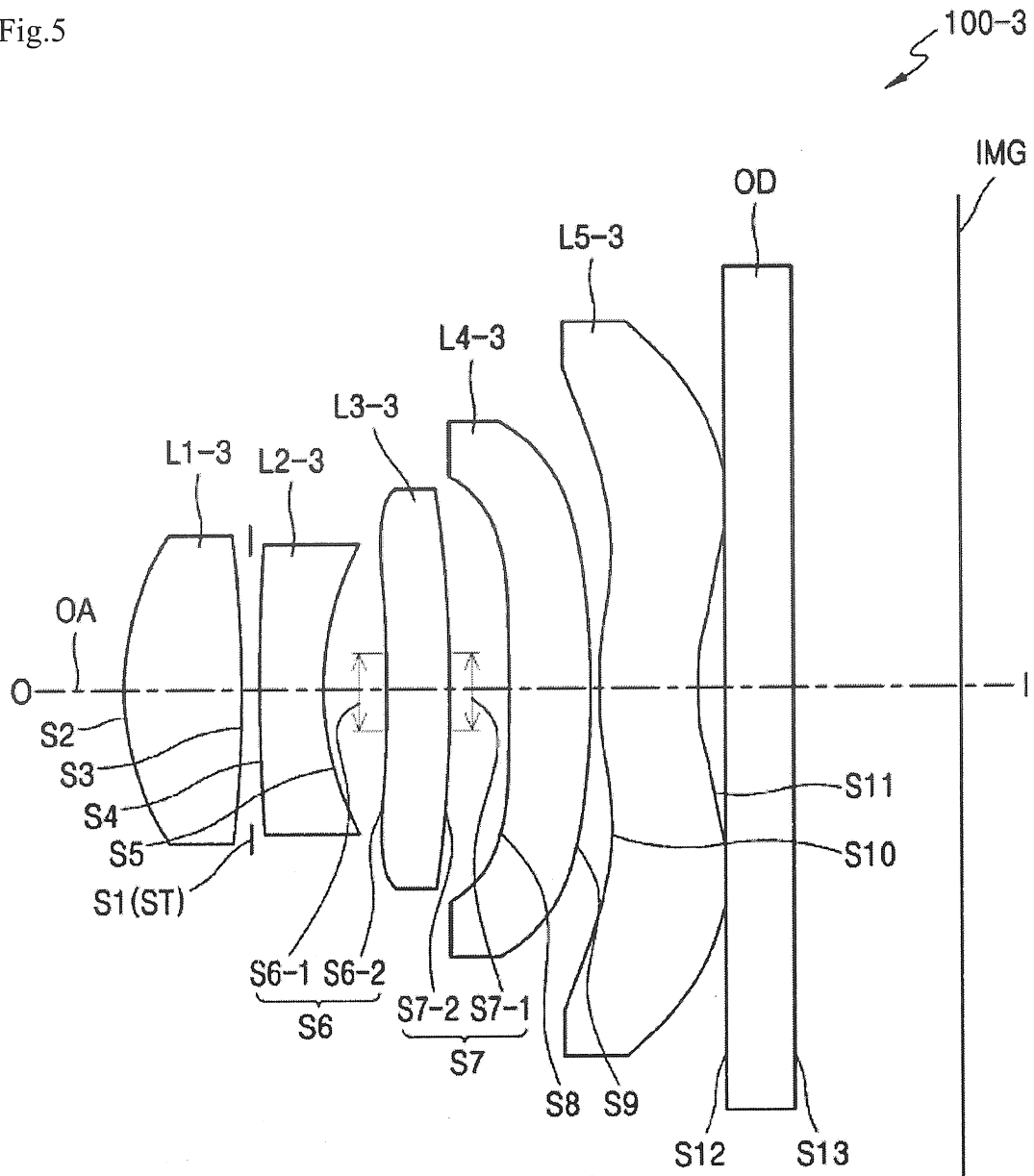


Fig.6

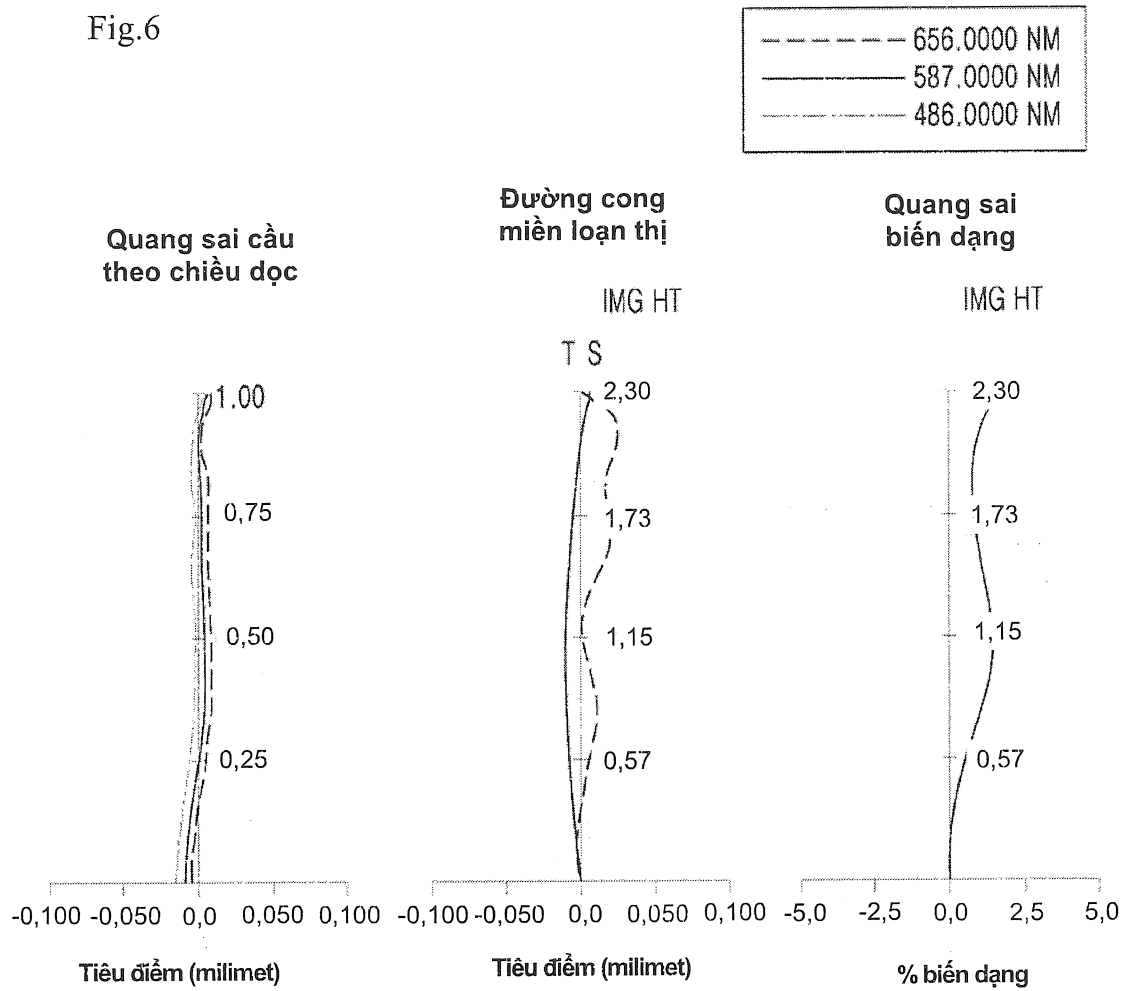


Fig.7

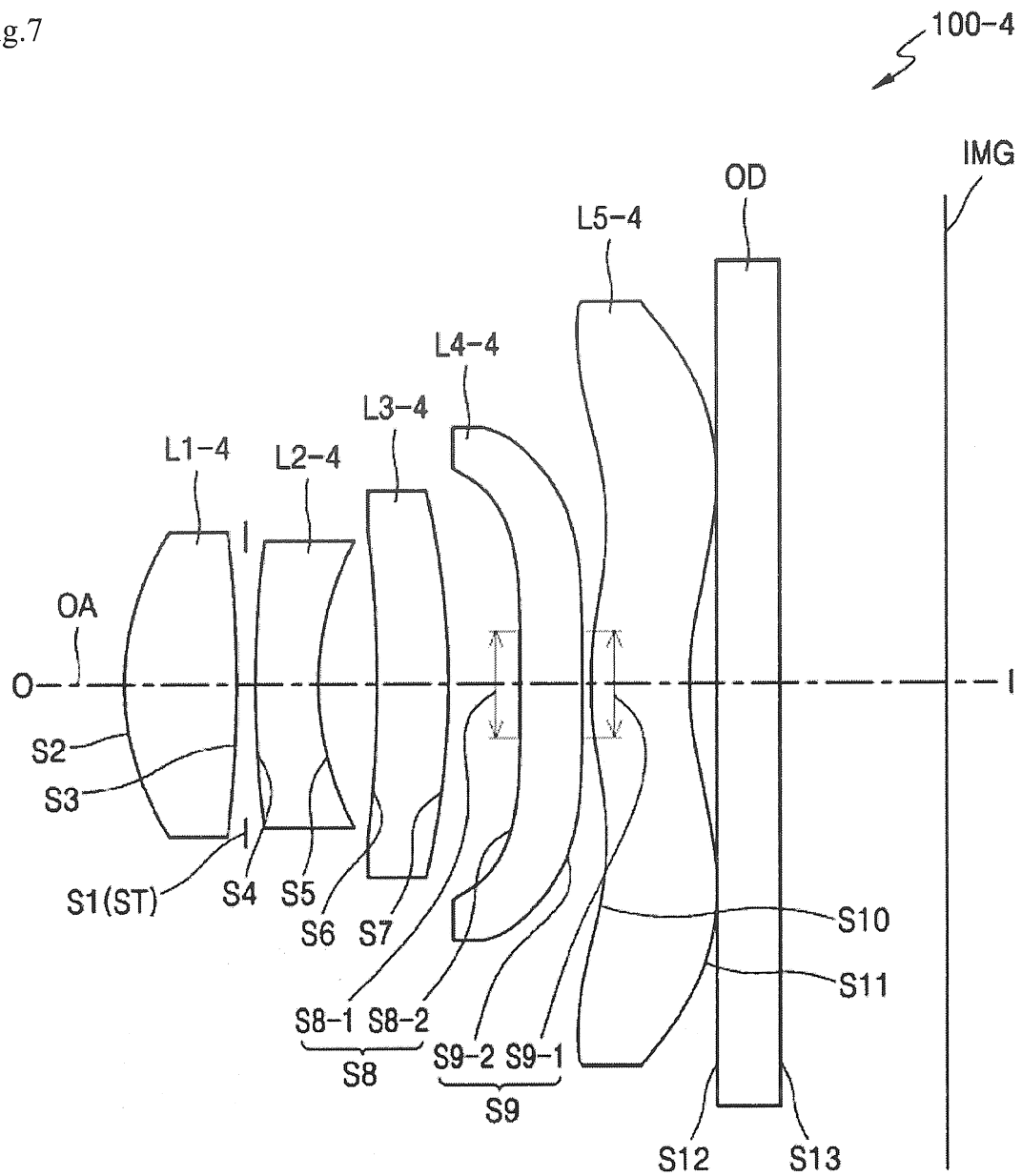


Fig.8

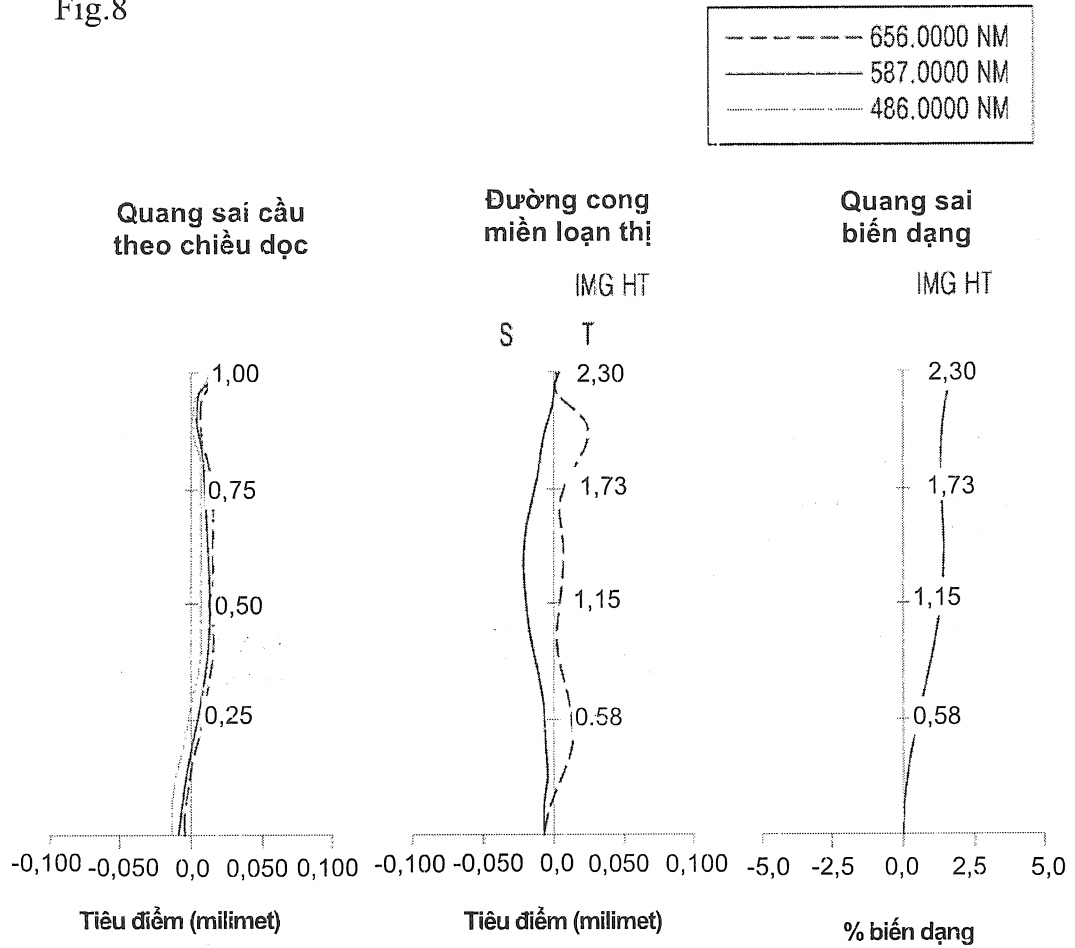


Fig.9

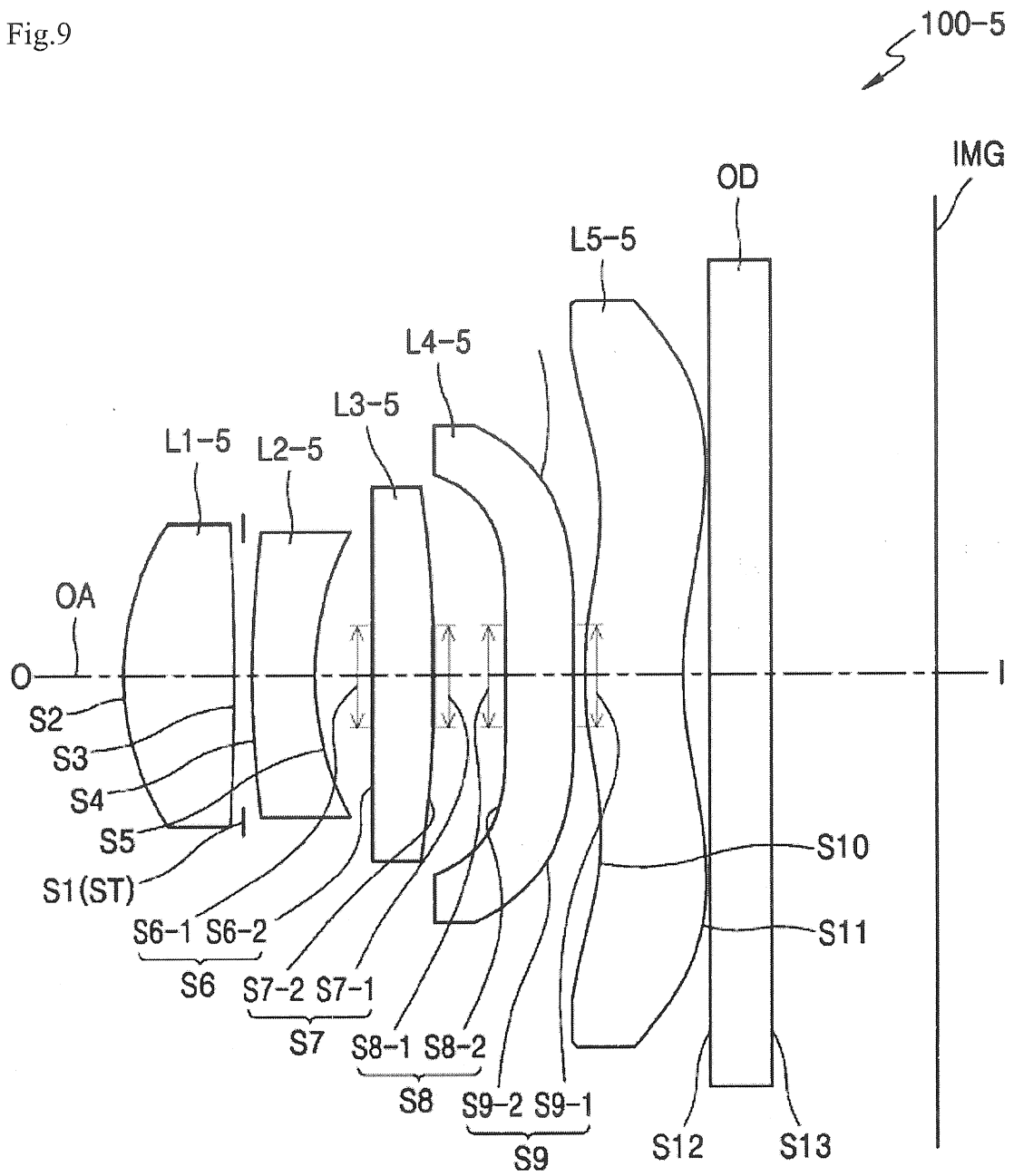


Fig.10

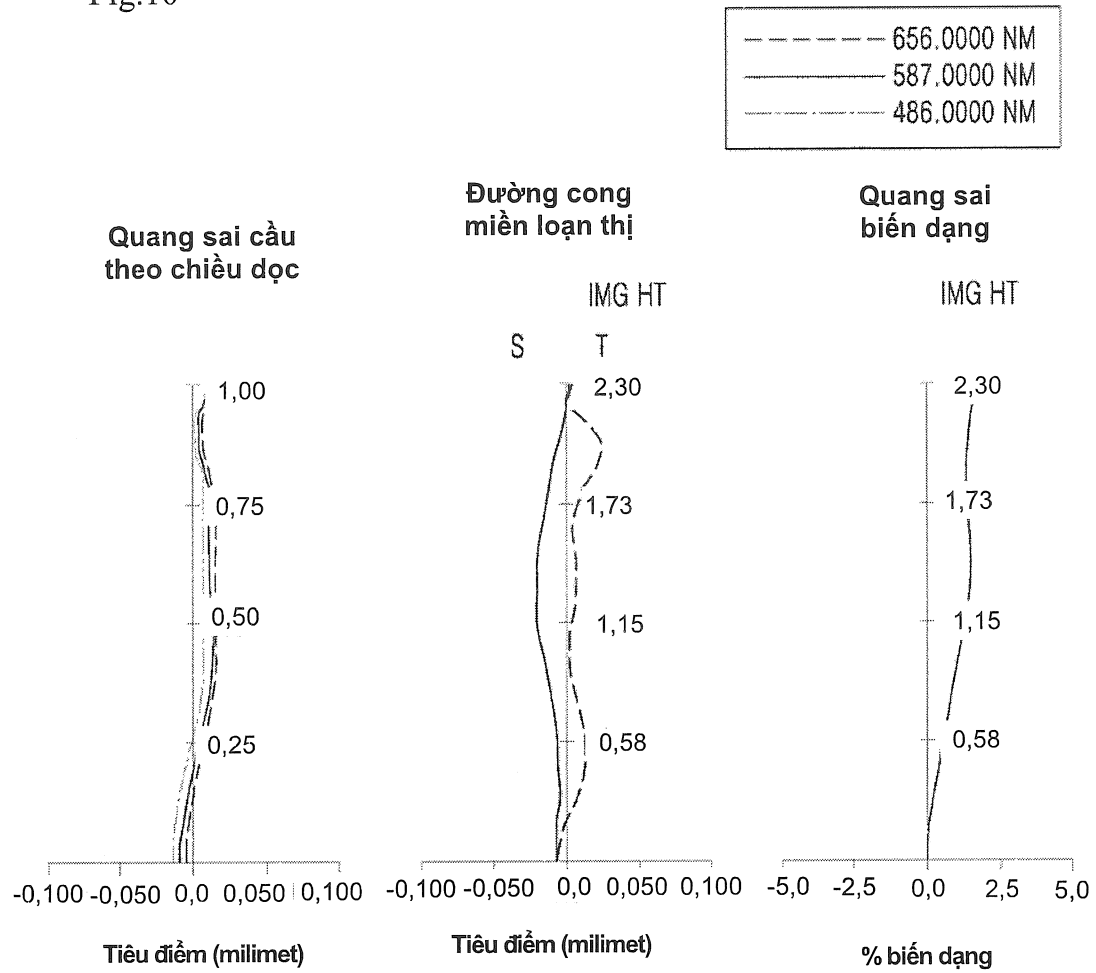


Fig.11

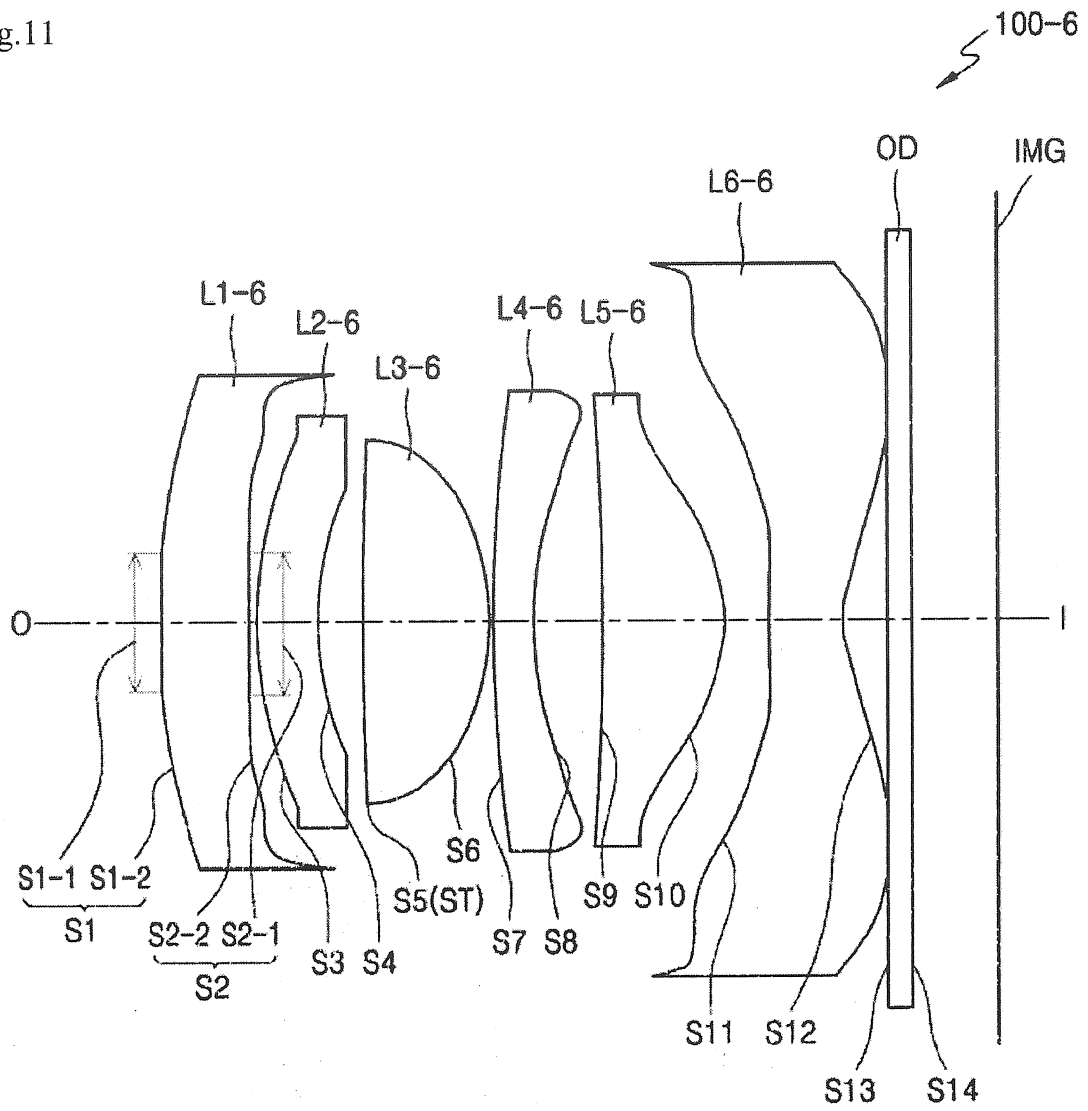


Fig.12

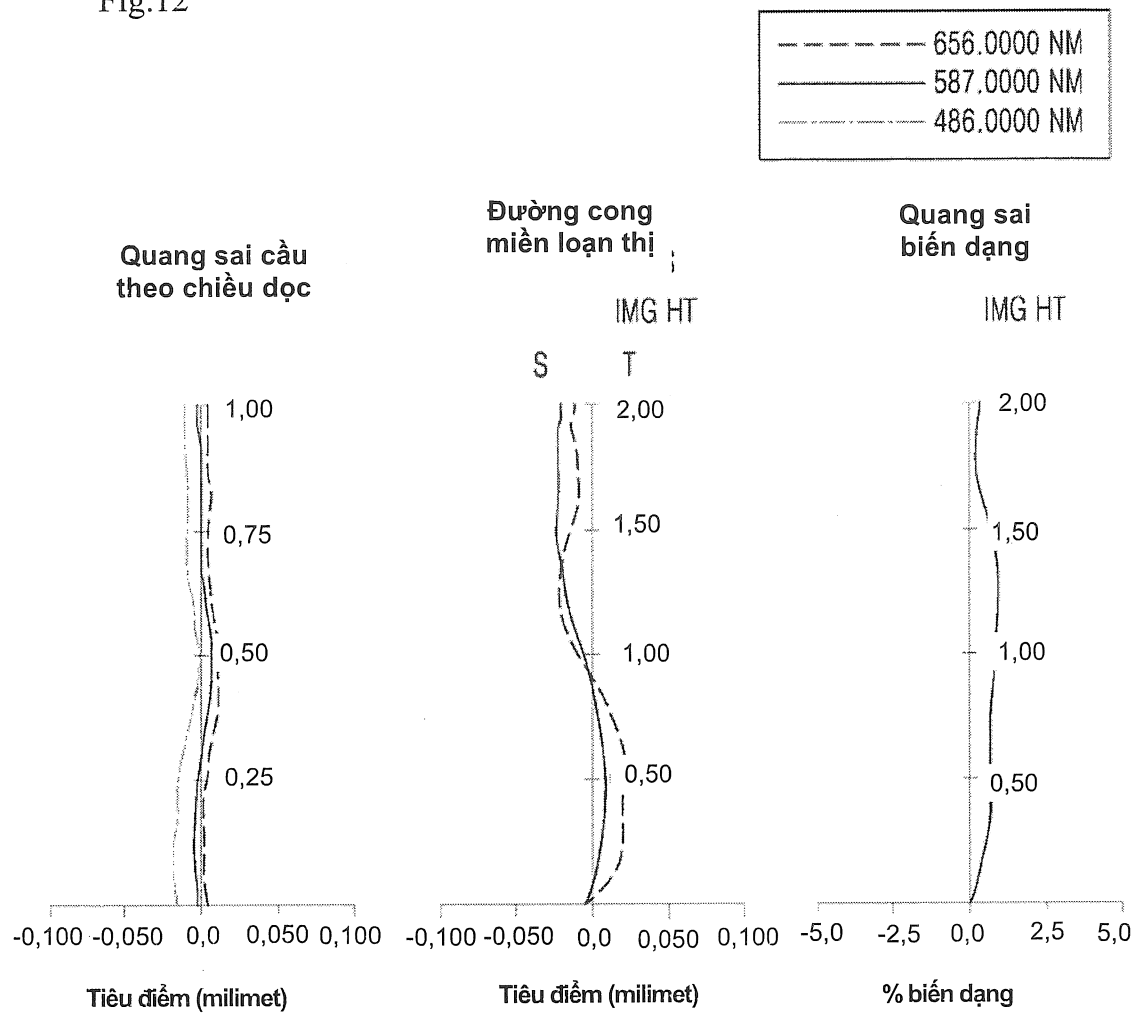


Fig.13

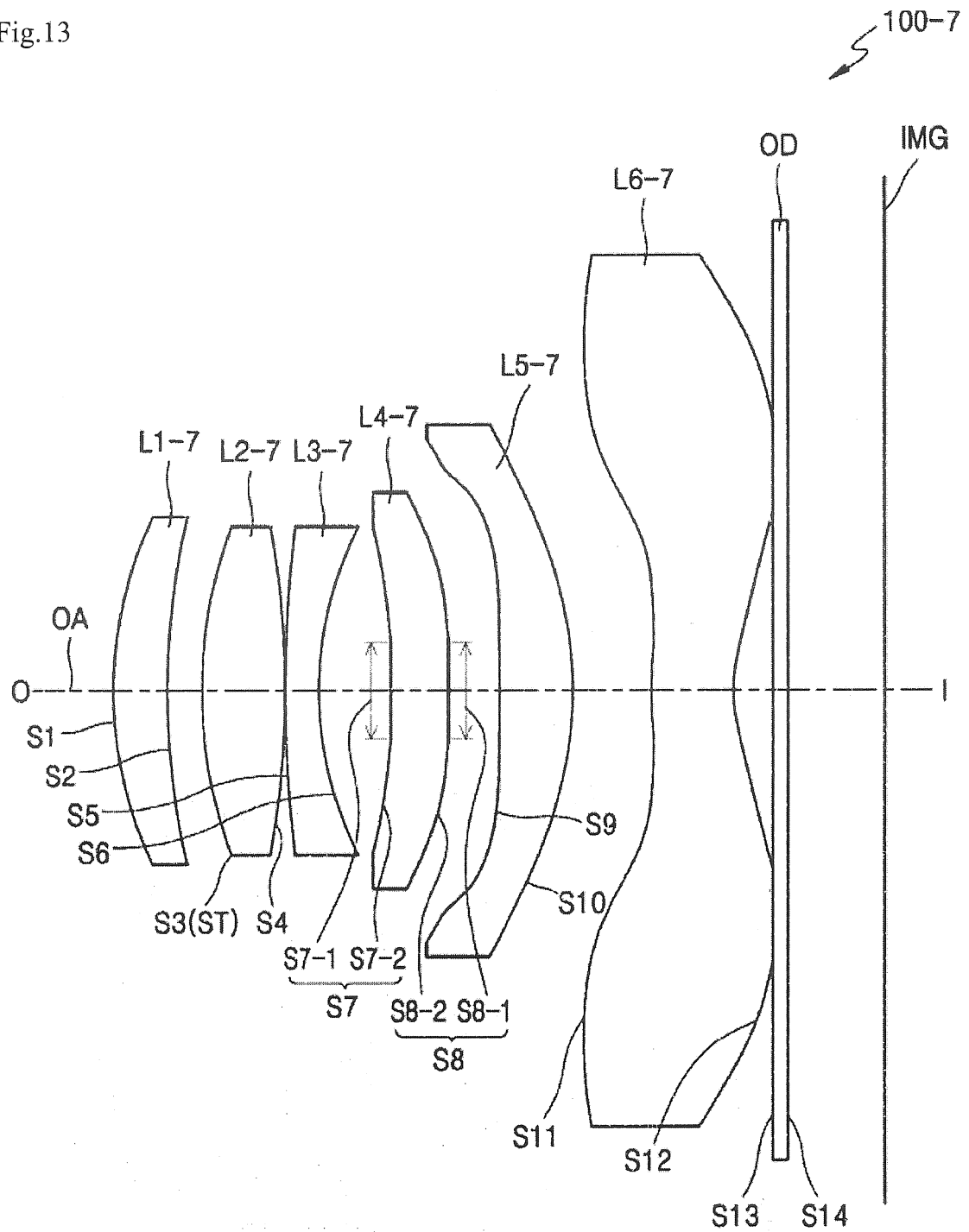


Fig.14

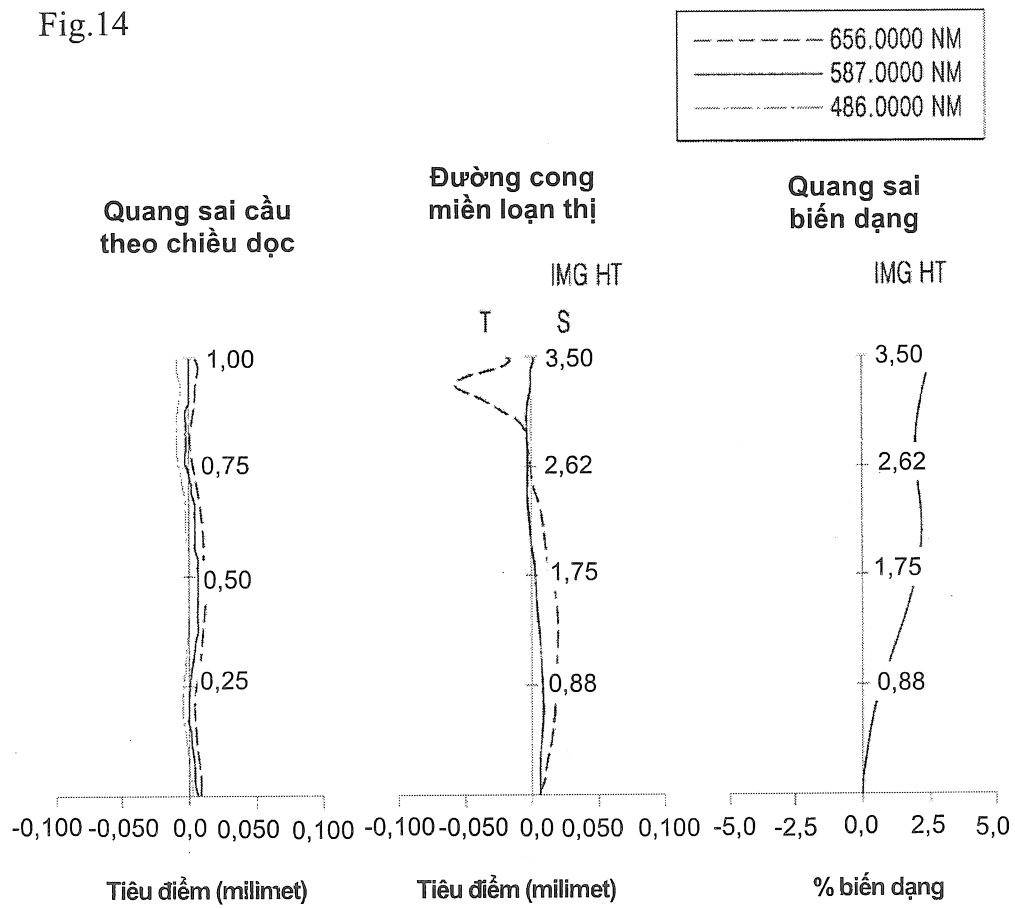


Fig.15

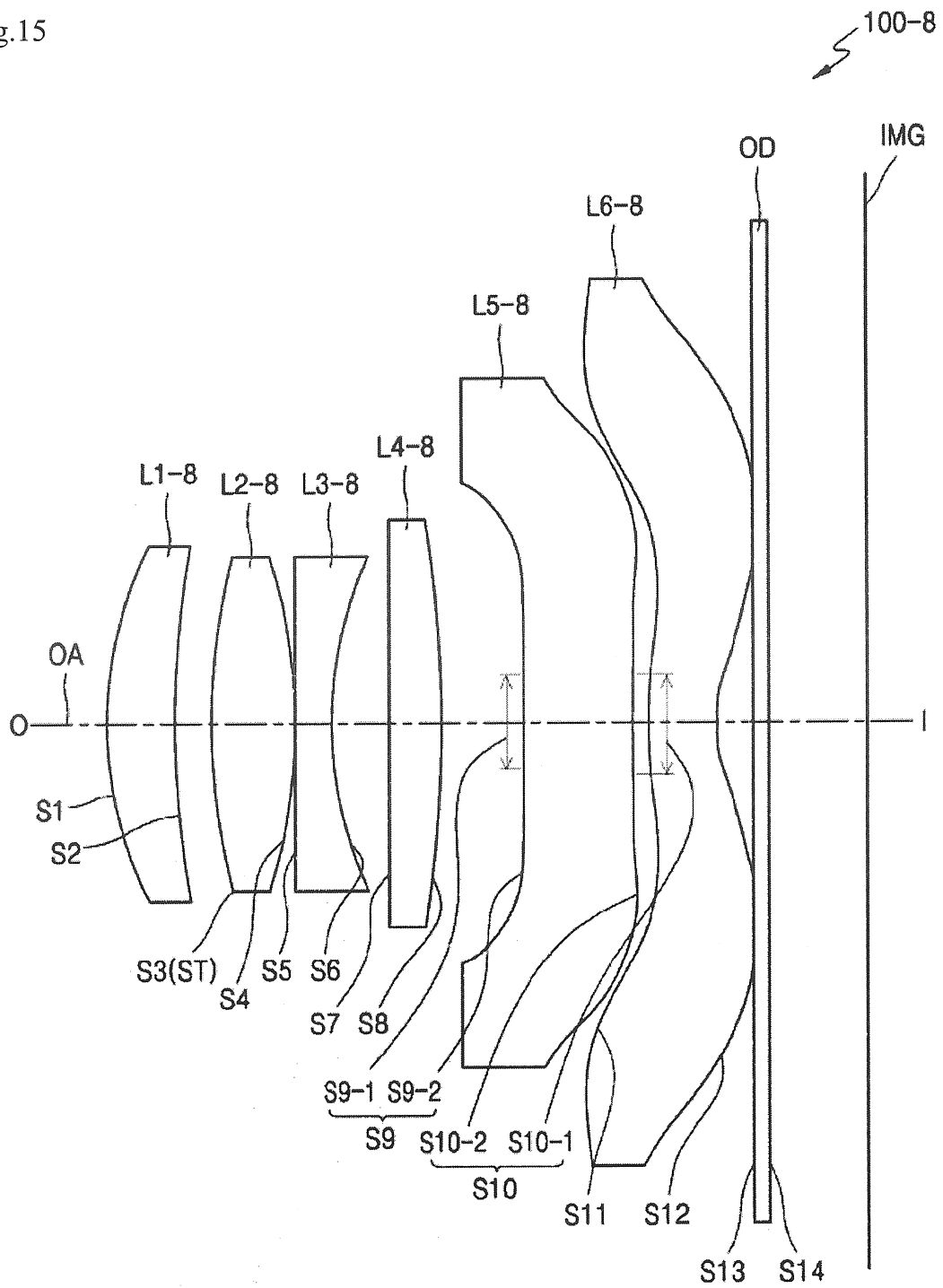


Fig.16

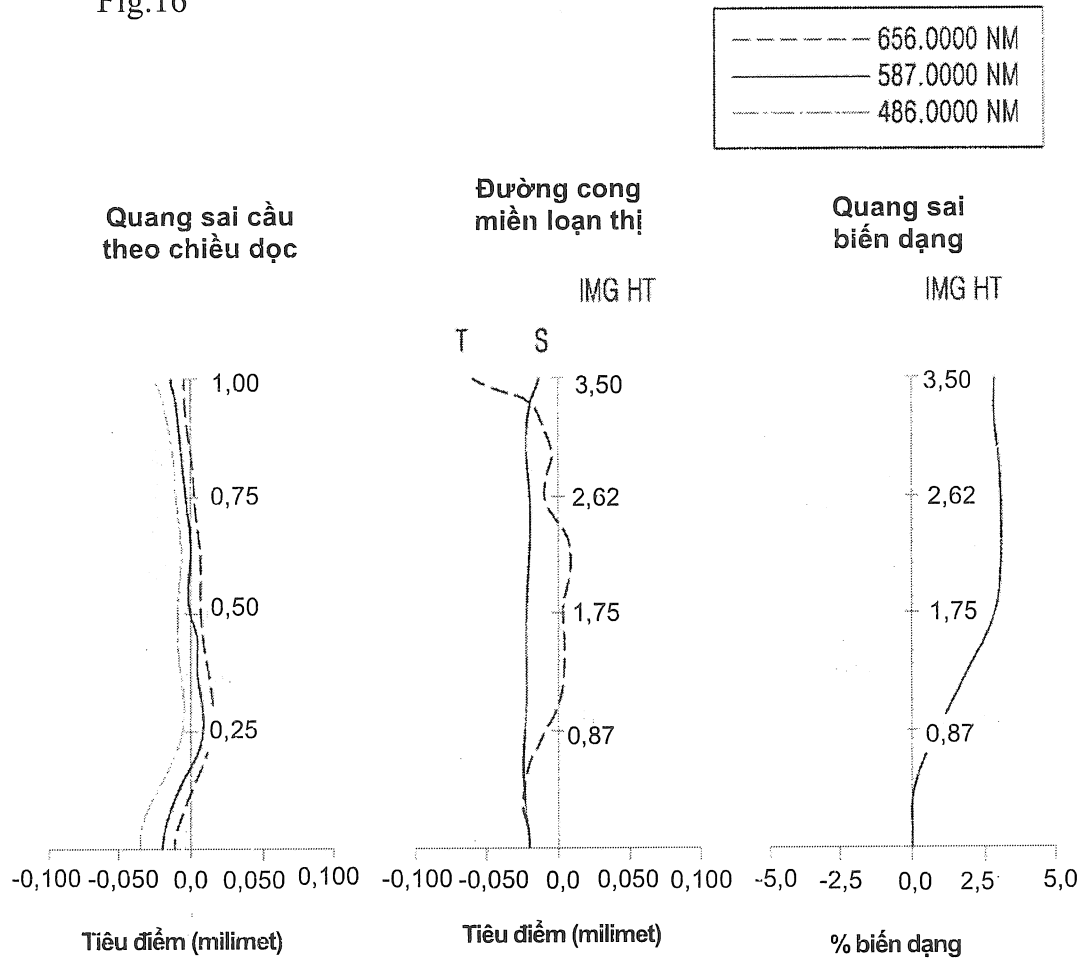


Fig.17

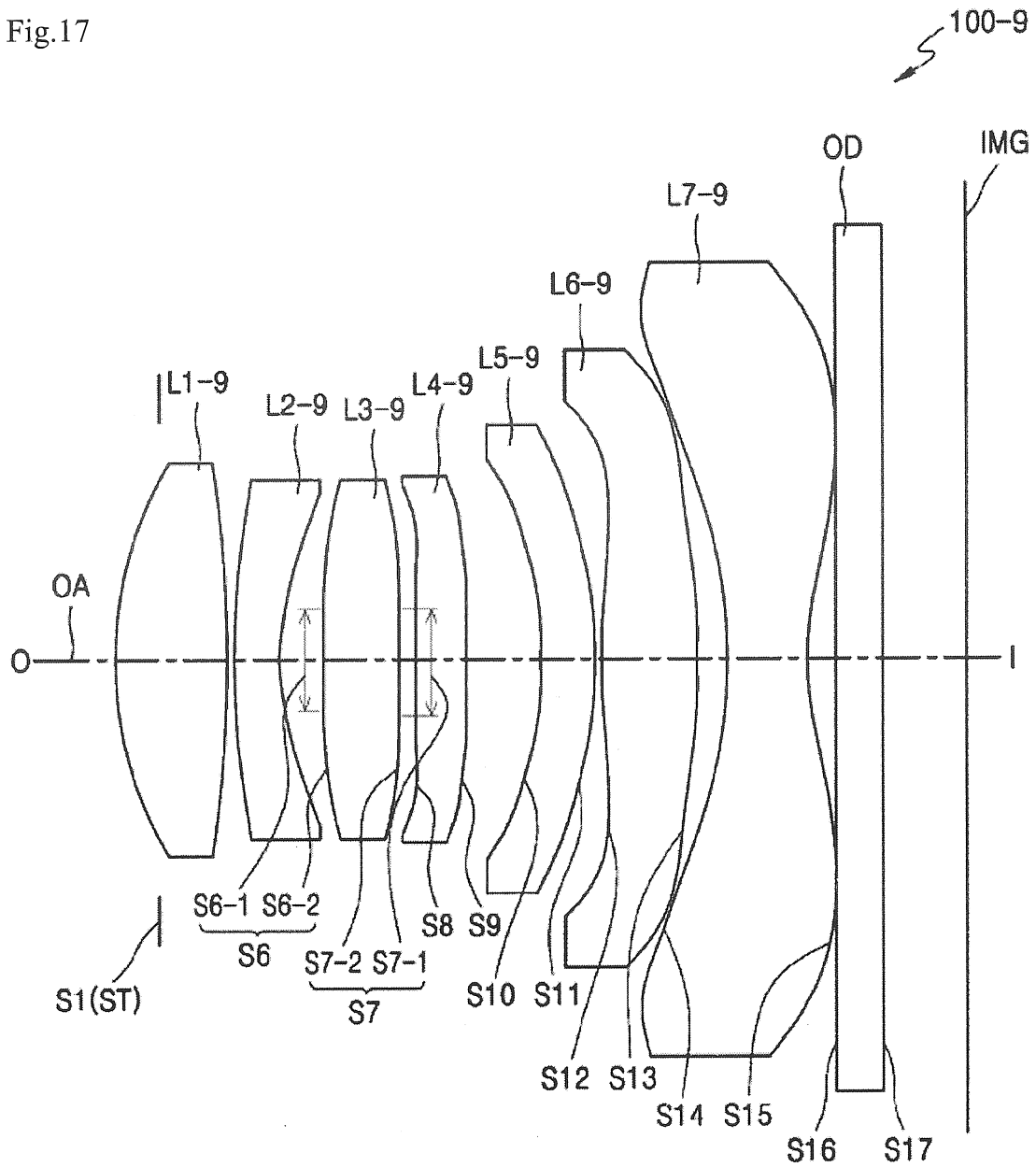


Fig.18

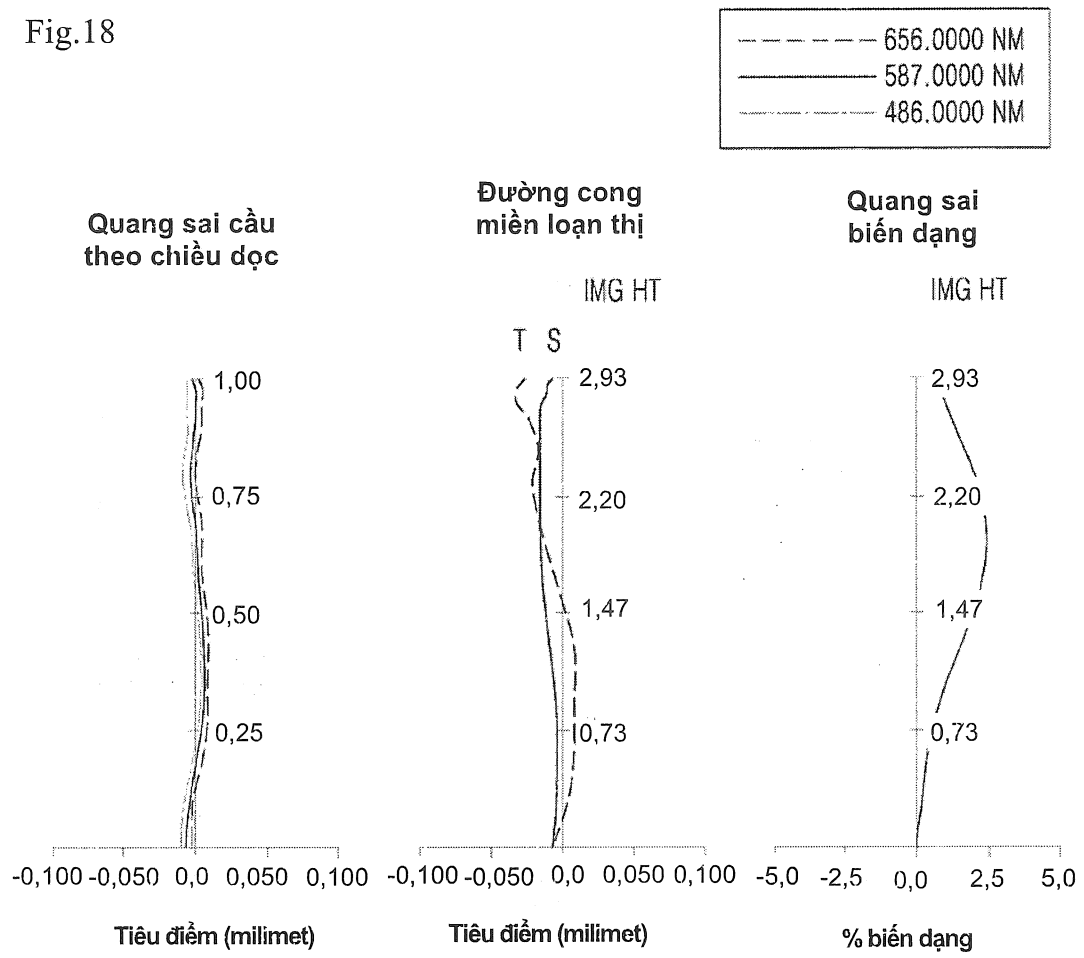


Fig.19

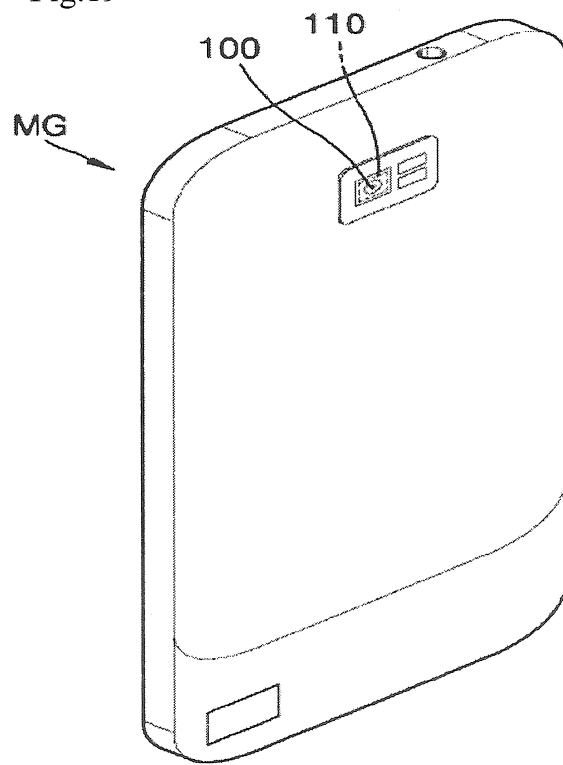


Fig.20

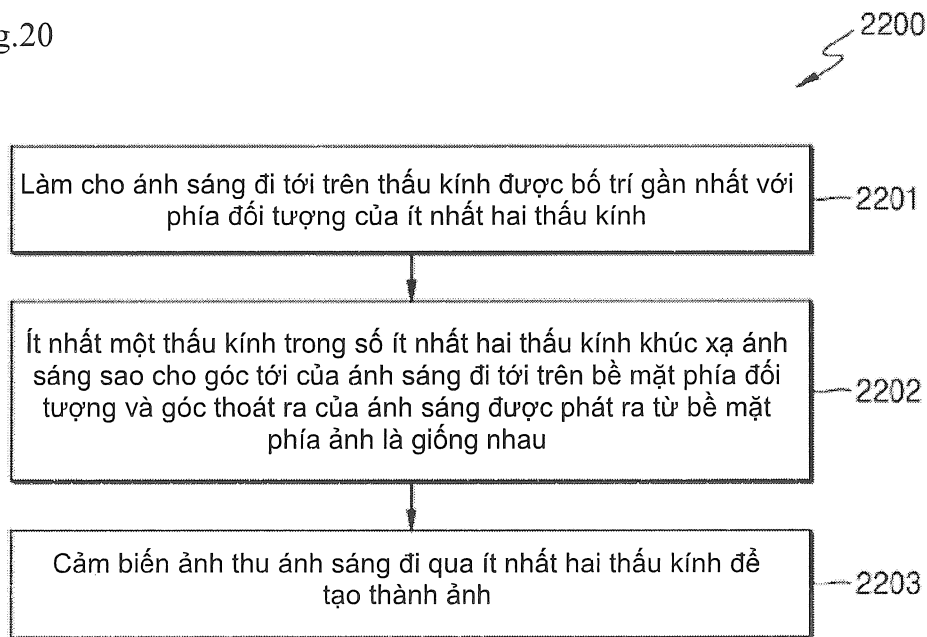


Fig.21

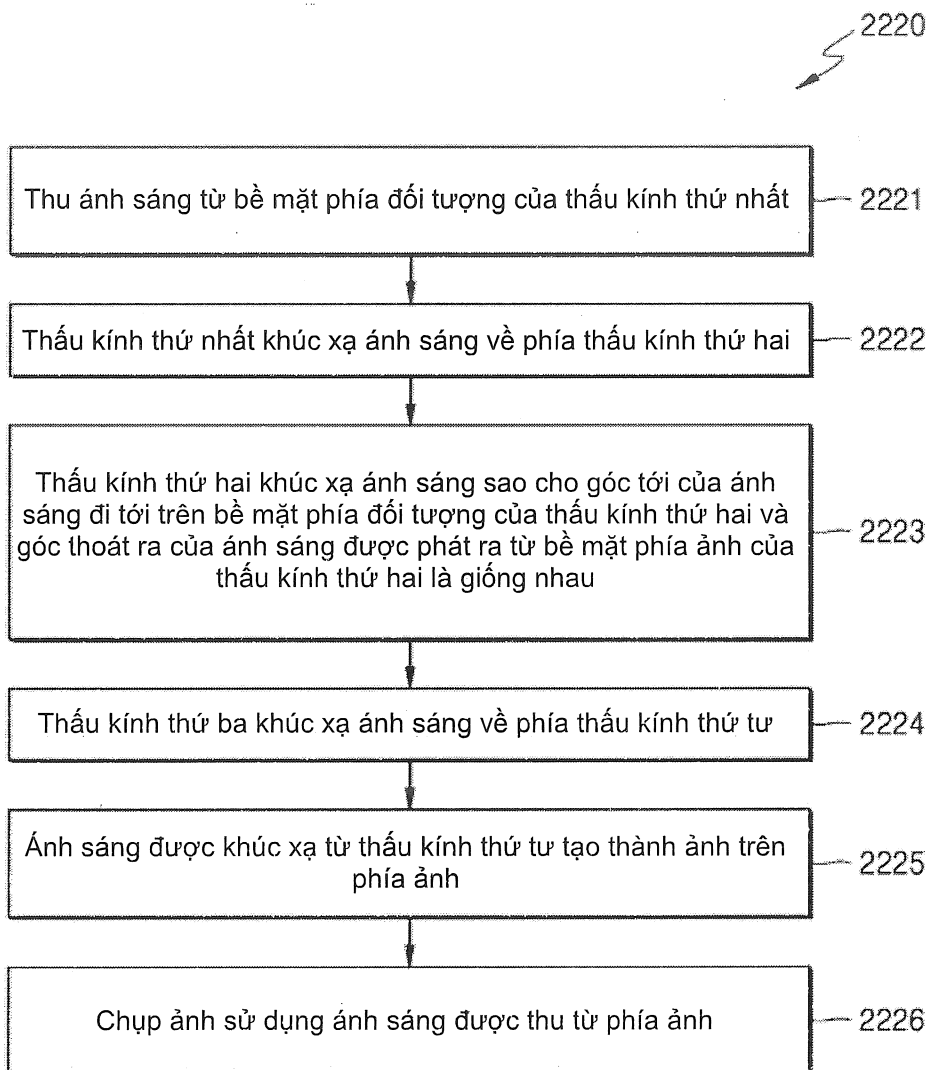


Fig.22

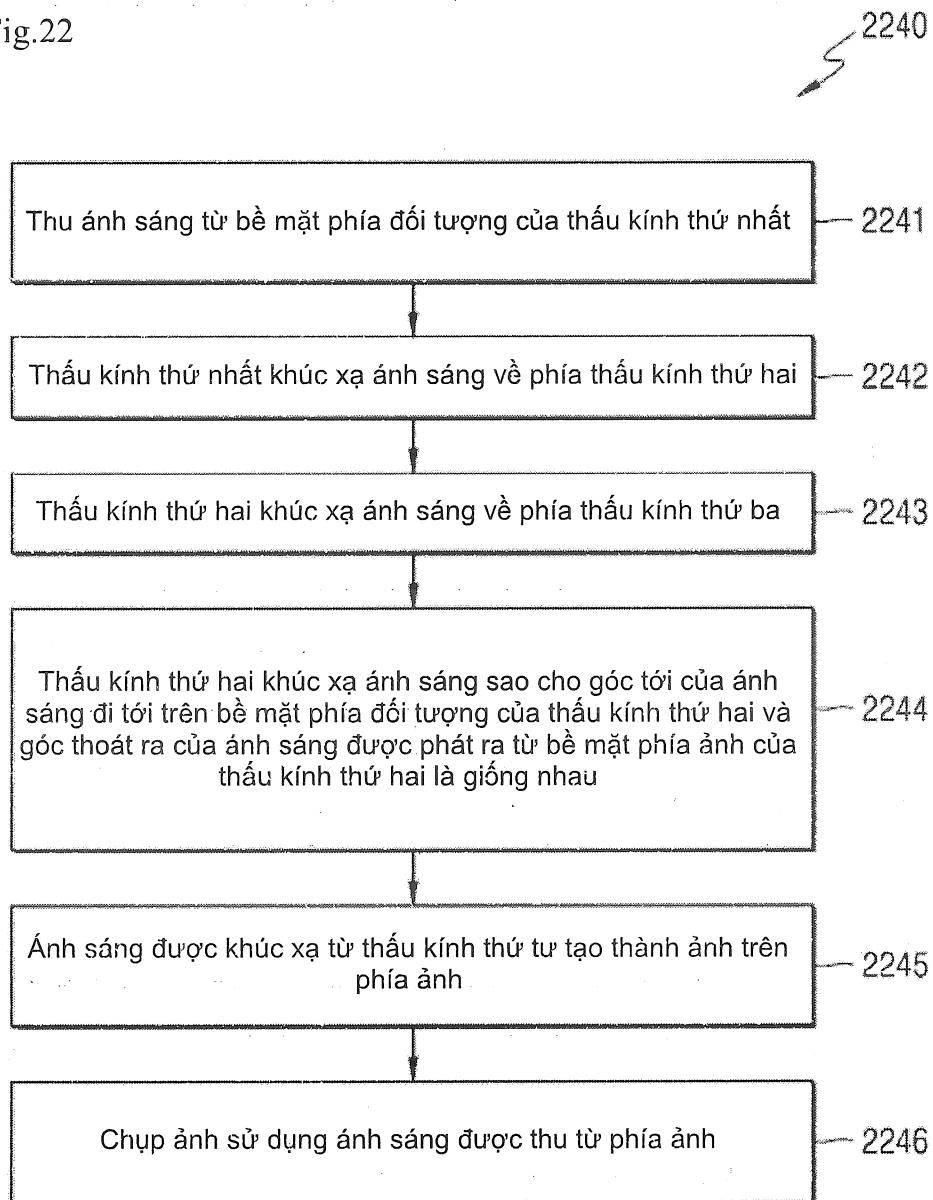


Fig.23

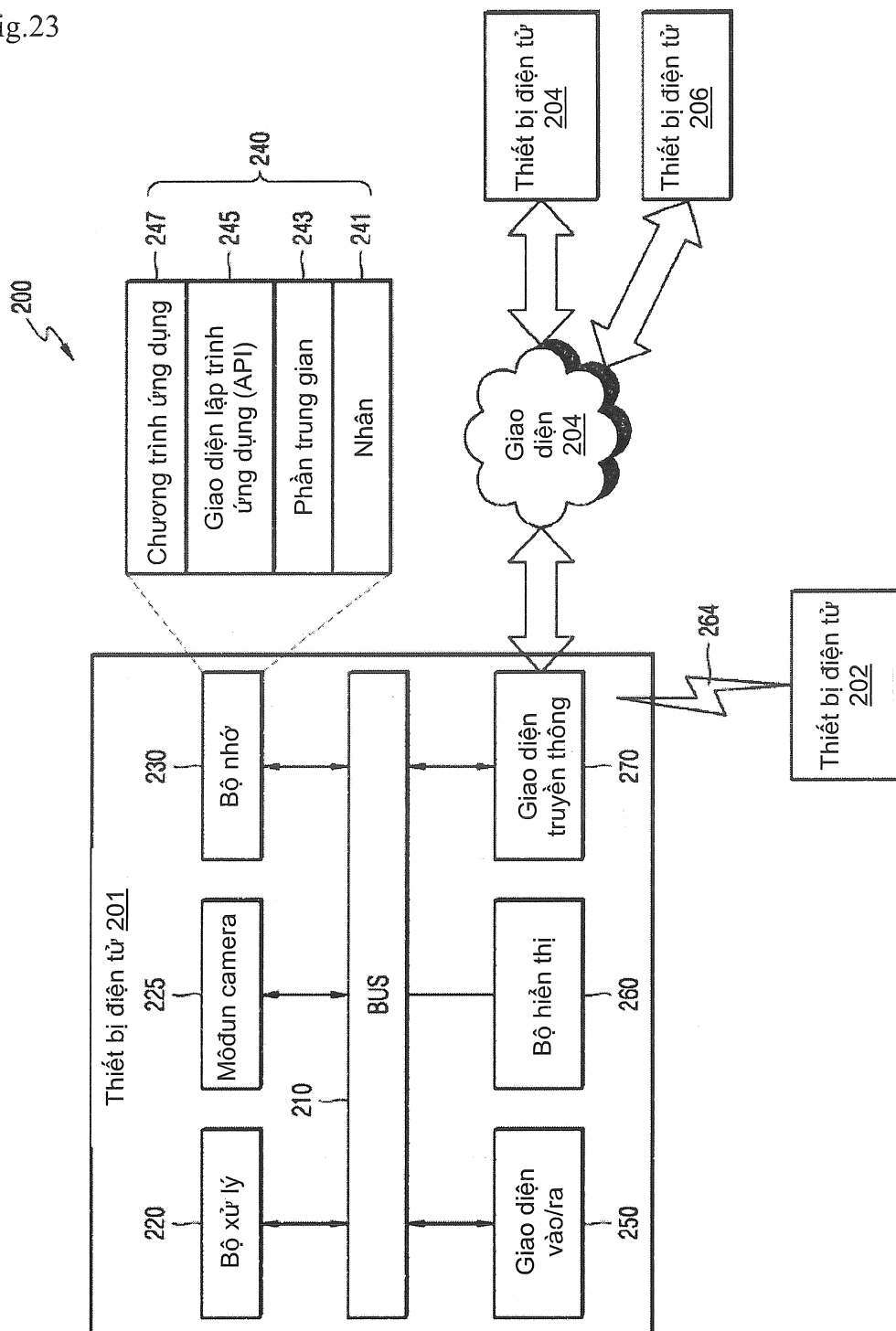


Fig.24

