



(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)



1-0053771

(51)^{2020.01} H04N 1/00

(13) B

(21) 1-2021-07679

(22) 30/11/2021

(45) 25/11/2025 452

(43) 25/02/2022 407A

(73) TẬP ĐOÀN CÔNG NGHIỆP - VIỄN THÔNG QUÂN ĐỘI (VN)

Lô D26 Khu đô thị mới Cầu Giấy, phường Yên Hoà, quận Cầu Giấy, thành phố Hà Nội

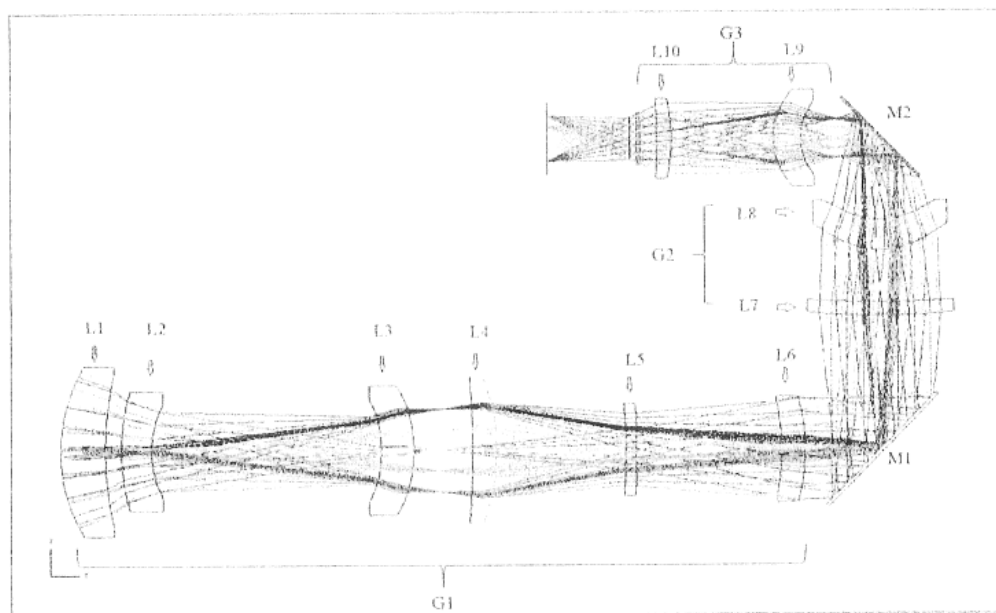
(72) Nguyễn Văn Đạt (VN); Đặng Xuân Du (VN); Vũ Thành Đạt (VN).

(74) Công ty TNHH NACILAW (NACILAW)

(54) ỚNG KÍNH HỒNG NGOẠI CÓ KHẢ NĂNG CHỐNG MỜ ẢNH CHO HỆ
THỐNG QUAY QUÉT TOÀN CẢNH SỬ DỤNG CẢM BIẾN ĐỘ PHÂN GIẢI HD

(21) 1-2021-07679

(57) Sáng chế đề cập đến ống kính hồng ngoại có khả năng chống mờ ảnh cho hệ thống quay quét toàn cảnh hay còn được biết tới với cái tên tìm kiếm và bắt bám hồng ngoại (Infrared Search and Track –IRST), sử dụng cảm biến độ phân giải 1280 x 1028 với khẩu độ $F/\#2$. Ống kính làm việc trong dải bước sóng hồng ngoại trung 3-5 μm , sử dụng một gương lật tốc độ cao (Fast steering mirror - FSM) và sử dụng một sổ thấu kính có biên dạng phi đối xứng để chống hiện tượng mờ ảnh khi quay quét của thiết bị. Hình ảnh quang học thu bởi ống kính luôn duy trì độ sắc nét trong quá trình thay đổi góc quay của thiết bị bằng cách thay đổi vị trí gương của FSM. Ống kính có khả năng quan sát với góc nhìn rộng với khả năng bù góc quay lớn, đảm bảo khả năng phát hiện với cự li xa.



Hình 1

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến ống kính hồng ngoại chống mờ ảnh cho hệ thống quay quét toàn cảnh sử dụng cảm biến độ phân giải HD. Cụ thể, ống kính hồng ngoại chống mờ ảnh cho hệ thống quay quét toàn cảnh sử dụng cảm biến độ phân giải HD đề cập trong sáng chế được ứng dụng trong các hệ thống quang điện tử, các hệ thống quan sát ảnh nhiệt phục vụ cho việc tìm kiếm, giám sát trên các thiết bị dân sự và quân sự.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Cùng với sự phát triển của công nghệ ảnh hồng ngoại, nhu cầu cho các hệ thống quang học sử dụng ảnh nhiệt chất lượng cao ngày càng gia tăng. Khả năng quan sát tốt trong các điều kiện môi trường bị hạn chế tầm nhìn như ban đêm hay môi trường quan sát có khói, bụi, sương mù khiến cho các ống kính hồng ngoại, đặc biệt là ở vùng hồng ngoại sóng trung đóng vai trò vô cùng quan trọng và là thành phần không thể thiếu trong các hệ thống giám sát, tìm kiếm trong lĩnh vực quân sự cũng như dân sự.

Ống kính hồng ngoại có khả năng chống mờ ảnh trở thành một thành phần không thể thiếu cho hệ thống quang điện tử giám sát toàn cảnh, giúp cho các hệ thống này có khả năng quan sát được tốt trong cả chế độ đứng yên và chế độ quay quét liên tục.

Trên thế giới hiện nay có khá nhiều sáng chế về hệ thống quang học tại bước sóng hồng ngoại trung sử dụng cho hệ thống giám sát, đặc biệt là hệ thống quay quét toàn cảnhIRST. Hầu hết các sáng chế này đều đáp ứng các yêu cầu về thông số kỹ thuật, cấu trúc chất lượng hình ảnh tuy nhiên vẫn còn nhiều hạn chế về khả năng ứng dụng. Cụ thể trong sáng chế US9482853, thiết kế sử dụng ba gương phi đối xứng có kích cỡ rất lớn để tạo nên độ phóng đại của ống kính. Điều này dẫn tới việc gia công và lắp ráp trở nên khó khăn do vị trí đặt của các gương cần độ chính xác cực kì cao. Trong một sáng chế khác, US10690903, thiết kế sử dụng đến mười lăm phần tử thấu kính và một phần tử lăng kính để đáp ứng được khả năng bù mờ hình. Tuy nhiên với số lượng phần tử lớn dẫn đến độ truyền qua thấp, giảm khả năng quan sát của thiết bị. Trong một sáng chế khác về loại ống kính này, ống kính sử dụng cảm biến độ phân giải 1280*720 nhưng

trường nhìn mỗi khung hình chỉ ở mức nhỏ hơn 3° theo mỗi chiều khiến cho góc quan sát của thiết bị nhỏ, không phù hợp cho một thiết bị giám sát toàn cảnh. Một điểm hạn chế nữa của sáng chế này là góc quay bù của gương chỉ đáp ứng được đến $1,2^\circ$, với thời gian phơi sáng của cảm biến làm lạnh là cố định khiến cho thiết bị giám sát khó có thể đạt tới được tốc độ cập nhật cao.

Từ những thông tin đó, kết hợp với sự phân tích và sử dụng kiến thức, kinh nghiệm thiết kế ống kính quang học, nhóm tác giả đề xuất ống kính hồng ngoại chống mờ ảnh cho hệ thống quay quét toàn cảnh IRST sử dụng cảm biến độ phân giải HD. Sáng chế này đáp ứng được các yêu cầu khắt khe về mặt thông số kỹ thuật, vừa giải quyết được các vấn đề hạn chế đã được đề cập ở trên. Cụ thể, Ống kính được thiết kế với cấu trúc dạng gấp sử dụng một gương chuyển động để bù được góc quay của thiết bị khi mô đun ống kính cùng cảm biến đang thu nhận hình ảnh, đảm bảo độ ổn định cho ảnh. Ống kính có trường nhìn mỗi khung hình lên tới $10^\circ \times 8^\circ$ và có khả năng đáp ứng được góc bù gương lên tới 2° với tần số cập nhật của thiết bị lên tới 360°/s. Ngoài ra ống kính sử dụng gương gấp thứ hai để đảm bảo không gian bố trí của cảm biến bên trong kích thước bao của ống kính, tạo nên sự nhỏ gọn của thiết kế. Trong sáng chế này, một cặp thấu kính có mặt biên dạng đa thức bậc cao mở rộng được mô phỏng, tính toán và lựa chọn sử dụng để giảm hiệu ứng dịch điểm ảnh (image wander) với hiệu quả cao nhất, giúp cho chất lượng ảnh được duy trì trong suốt thời gian phơi sáng của cảm biến. Hiện tượng dịch điểm ảnh là hiện tượng mà các điểm ảnh của các trường ở vùng biên bị di chuyển khi hệ thống đang quay quét và gương thay đổi góc lật; mặc dù vùng trung tâm ảnh được giữ cố định trên mặt phẳng ảnh, nhưng các vị trí ảnh ở vùng biên lại bị thay đổi khiến cho chất lượng hình ảnh giảm xuống trong quá trình quay quét. Hiện tượng này trở nên nghiêm trọng cũng như khiến hình ảnh bị mờ nhiều hơn khi tốc độ quay của thiết bị và trường nhìn mỗi khung hình tăng lên. Vấn đề trên đã được tối thiểu hóa gần như triệt để với việc nghiên cứu thiết kế thành công Ống kính hồng ngoại chống mờ ảnh cho hệ thống quay quét toàn cảnh IRST sử dụng cảm biến HD, cụ thể là cảm biến làm lạnh có khẩu độ $F/\#2$ với độ phân giải 1280×1024 kích thước điểm ảnh $15 \mu\text{m}$.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề xuất ống kính ảnh nhiệt chống mờ ảnh cho các hệ thống quay quét toàn cảnh sử dụng cảm biến HD với khẩu độ lớn. Cấu trúc của ống kính theo chiều từ mặt phẳng vật đến mặt phẳng ảnh bao gồm năm cụm chính, trong đó:

Một cụm thấu kính phía ngoài (G1) bao gồm sáu phần tử thấu kính với nhiệm vụ đón nhận chùm sáng song song tới, tạo ảnh ở mặt phẳng trung gian và biến đổi để chùm sáng thoát ra có tính chất vô tiêu với một độ phóng đại cố định được tính toán trước.

Một cụm gương lật tốc độ cao (M1) có tác dụng ổn định hướng đi của các tia sáng sau khi phản xạ qua gương.

Một cụm thấu kính hội tụ (G2) để tạo ảnh trung gian thứ hai.

Một cụm gương cố định thứ hai (M2) để thay đổi hướng đi của chùm sáng một góc 45° , giúp cấu trúc ống kính trở nên gọn nhẹ.

Một cụm khuếch đại trung gian (G3) để phóng đại ảnh từ mặt ảnh trung gian tới cảm biến.

Cấu trúc gập của ống kính được tạo nên bằng việc sử dụng hai gương phản xạ với tỉ lệ phản xạ trung bình trong dải bước sóng sử dụng xấp xỉ 98%. Gương đầu tiên là gương lật tốc độ cao được sử dụng nhằm giúp ống kính duy trì độ đồng trục khi thiết bị quay quét. Gương thứ hai giúp cho cảm biến làm lạnh có thể được bố trí gọn gàng, khiến kích thước bao ống kính trở nên nhỏ hơn.

Theo cấu trúc này, tỉ số tiêu cự của ống kính với tiêu cự của cụm tạo ảnh đúng bằng tỉ số phóng đại của cụm phóng đại vô tiêu theo phép tính $f(\text{ống kính}) = f(\text{cụm tạo ảnh}) \times \text{tỉ số phóng đại}$.

Theo cấu trúc này, cụm ống kính phóng đại có tác dụng phóng đại góc của chùm sáng vào ống kính trong khi vẫn giữ được tính chất vô tiêu cho chùm ánh sáng thoát ra.

Theo cấu trúc này, ống kính sử dụng gương lật tốc độ cao để duy trì độ đồng trục của thiết bị. Ống kính được tối ưu để có thể đáp ứng được góc thay đổi lên tới 2° với tốc độ quay $360^\circ/\text{s}$, đảm bảo khi hoạt động tính chất rõ nét của hình ảnh được duy trì ở chế độ quay hoặc nghỉ.

Theo cấu trúc này, sự dịch chuyển của thấu kính 8 được sử dụng để lấy nét và bù nhiệt chủ động trong dải nhiệt độ $-20\div 65^{\circ}\text{C}$, phạm vi quan sát đối tượng từ 20 m đến xa vô cùng.

Theo thiết kế này, ống kính sử dụng cụm hai thấu kính 3 và 4 có biên dạng theo phương trình đa thức bậc cao mở rộng, giúp ống kính có khả năng chống hiện tượng mờ ảnh khi thiết bị quay quét với tốc độ cao.

Theo thiết kế này, tỉ số giữa khoảng cách từ đồng tử ra của ống kính đến cảm biến và đường kính của đồng tử ra có giá trị bằng 2, đảm bảo ống kính tương thích với cảm biến làm lạnh với khẩu độ $F/\#2$.

Thiết kế ống kính sử dụng các bề mặt phi cầu, công nghệ bề mặt lai phi cầu-nhiều xạ cũng được ứng dụng nhằm tăng chất lượng quang học, giảm số lượng phần tử cho ống kính.

Theo thiết kế này, ống kính hồng ngoại chống mờ ảnh cho hệ thống quay quét toàn cảnhIRST sử dụng cảm biến độ phân giải HD được tối ưu để thu thập các tia hồng ngoại dải bước sóng $3\text{-}5\mu\text{m}$ và hội tụ trên cảm biến có độ phân giải 1280×1024 với khẩu độ $F/\#2$, tạo ảnh rõ nét tại mọi trường nhìn của thiết bị và tại mọi góc bù quay của gương trong các trường nhìn và góc quay quét được thiết kế,

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1 là hình minh họa cấu trúc hệ quang của ống kính, bao gồm 10 thấu kính được kí hiệu lần lượt từ L1 đến L10 với hai gương phản xạ (M1), (M2);

Hình 2 là hình minh họa cấu trúc hệ quang của ống kính bao gồm các mặt từ S1 đến S23;

Hình 3 là hình minh họa giá trị hiệu dụng độ lệch góc của chùm sáng sau khi đi qua cụm thấu kính từ L1 đến L6;

Hình 4 là hình minh họa kích thước điểm ảnh hội tụ trên mặt cảm biến tại vị trí gương quay góc 0;

Hình 5 là hình ảnh đồ thị hàm truyền độ tương phản của ống kính tại vị trí gương quay góc 0;

Hình 6 là hình minh họa độ méo hình trên mặt phẳng cảm biến;

Hình 7 là hình minh họa kích thước điểm ảnh hội tụ trên mặt phẳng cảm biến tại các vị trí gương ứng với các góc quay của thiết bị;

Hình 8 là hình ảnh minh họa cách thức gương quay bù lại góc quay của thiết bị;

Hình 9 là hình minh họa kích thước điểm ảnh hội tụ trên mặt phẳng cảm biến tại tất cả các vị trí gương quay trên cùng một hệ quy chiếu ứng với thiết kế có sử dụng phương pháp chống mờ ảnh;

Hình 10 là hình minh họa kích thước điểm ảnh hội tụ trên mặt phẳng cảm biến tại tất cả các vị trí gương quay trên cùng một hệ quy chiếu ứng với thiết kế không sử dụng phương pháp chống mờ ảnh;

Hình 11 là hình minh họa mô tả mối quan hệ giữa cửa sổ và cảm biến để ống kính tương thích với cảm biến F/#2.

Mô tả chi tiết các phương án của sáng chế

Sáng chế ống kính hồng ngoại chống mờ ảnh cho hệ thống quay quét toàn cảnh chống mờ ảnh sử dụng cảm biến độ phân giải HD có cấu trúc được minh họa tại Hình 1 với mười thấu kính chính, hai cụm gương phản xạ. Trong đó, theo chiều từ mặt phẳng vật đến mặt phẳng ảnh, ống kính bao gồm: các thấu kính (L1), (L2), (L3), (L4), (L5), (L6), tạo thành cụm phóng đại (G1), cụm gương lật tốc độ cao (M1), các thấu kính (L7), (L8) tạo thành cụm hội tụ (G2), cụm gương cố định (M2) thấu kính (L9), (L10) tạo thành cụm phóng đại ảnh trung gian (G3).

Tham chiếu vào Hình 1, Hình 2, cụm ba thấu kính (L1), (L2), (L3) bao gồm hai thấu kính (L1) và (L2) có độ tụ dương kết hợp với thấu kính (L3) có độ tụ âm tạo thành mặt phẳng ảnh trung gian thứ nhất. Theo đó tiêu cự cụm thấu kính tạo bởi các phần tử (L1),(L2),(L3) có giá trị thỏa mãn $200\text{mm} > f(L1,L2,L3) > 150\text{mm}$. Cụm ba thấu kính (L4), (L5), (L6) gồm hai thấu kính độ tụ dương (L4, L6) kết hợp với một thấu kính độ tụ âm (L5) để chuyển ảnh hội tụ trên mặt (P1) thành các chùm tia song song. Tiêu cự cụm thấu kính tạo bởi các phần tử (L4), (L5), (L6) thỏa mãn $100\text{mm} < f(L4,L5,L6) < 150\text{mm}$.

Theo cấu trúc này, cụm (G1) có tác dụng phóng đại tiêu cự của phần quang học tạo bởi cụm (G2,G3) lên một tỉ số phóng đại (A) nhất định. Nhằm đảm bảo độ phóng đại của cụm (G1), tỉ số tiêu cự $f(L1,L2,L3) / f(L4,L5,L6) = A$. Ngoài ra tỉ số phóng đại nằm trong khoảng 1,2 đến 2,0 nên $1,2 \leq f(L1,L2,L3) / f(L4,L5,L6) = A \leq 2,0$.

Tham chiếu Hình 1, Hình 2, các thấu kính (L3), (L4) là các thấu kính có tác dụng chống mờ ảnh khi quay quét. Thấu kính (L3) làm từ vật liệu germanium có độ tụ âm gồm một mặt mặt lõm (S5) có biên dạng phi cầu, mặt lồi (S6) có biên dạng đa thức bậc cao mở rộng hướng về phía mặt phẳng ảnh. Thấu kính (L4) làm từ vật liệu ZnSe có độ tụ dương gồm mặt lõm (S7) có biên dạng đa thức bậc cao mở rộng, (S8) có biên dạng cầu với mặt lồi hướng về phía mặt phẳng ảnh.

Theo cấu trúc này, tham chiếu vào Hình 1, Hình 8, gương được đặt ở vị trí đồng tử ra của cụm phóng đại (G1) nằm giữa thấu kính (L6) và (L7). Đây là vị trí kích thước thông quang nhỏ nhất, qua đó đảm bảo kích thước gương cho FSM không quá lớn, giảm chi phí và giảm thiểu được sai số do điều khiển thực tế. Gương sử dụng cho FSM được thiết kế để thỏa mãn việc bù góc quay của ống kính sao cho:

$$\begin{cases} \alpha = \beta \times A / 2 \\ 1,8^\circ \leq \beta \end{cases}$$

Trong đó α là góc quay của gương, β là góc quay của thiết bị, A là tỉ số phóng đại của cụm (G1).

Hình 8 mô tả một cách ví dụ việc gương (M1) kết hợp với cụm (G1) để bù góc quay của ống kính nhằm duy trì sự ổn định của hình ảnh quang học.

Tham chiếu vào Hình 1, Hình 2, cụm thấu kính hội tụ (G2) bao gồm hai thấu kính tiêu cự dương (L7), (L8) hội tụ chùm sáng đi ra từ cụm (G1) tạo ảnh tại mặt phẳng ảnh trung gian. Thấu kính đơn (L8) có tác dụng giúp ống kính lấy nét và bù nhiệt chủ động làm từ vật liệu silicon, có độ tụ dương, với hai bề mặt cong có biên dạng phi cầu. Cụm lấy nét có tác dụng giúp ống kính lấy nét được ở khoảng cách từ 20m đến xa vô cùng trong dải nhiệt độ từ -20°C đến 65°C.

Tham chiếu vào Hình 1, Hình 2, gương phản xạ (M2) được bố trí ở bên trong ống kính dạng gấp khúc nằm ở giữa (L8) và (L9) để tạo cấu trúc dạng gấp hai lần cho

ống kính. Vị trí của gương được sắp xếp không nằm trên mặt phẳng ảnh trung gian mà vẫn giữ được kích thước nhỏ gọn, đảm bảo hình ảnh không bị ảnh hưởng bởi bụi hay xước trên bề mặt gương.

Tham chiếu vào Hình 3, cụm (G1) được thiết kế để thực hiện chức năng khuếch đại góc của chùm sáng đi vào, mà vẫn đảm bảo tính chất vô tiêu khi đi ra khỏi cụm thấu kính. Hình 3 thể hiện các bức xạ tới từ khoảng cách xa vô cùng sau khi đi qua cụm (G1) đều có độ song song tính bởi RMS đều nhỏ hơn 0,136 mrad tương đương với độ phân giải tức thời (iFOV) tại mọi vị trí trên trường nhìn tuyên bố.

Tham chiếu vào Hình 1, Hình 2, cụm phóng đại ảnh trung gian (G3) được thiết kế thực hiện chức năng phóng đại ảnh trung gian được tạo bởi cụm thấu kính hội tụ (G2). Theo đó tỉ lệ phóng đại kích thước ảnh có giá trị từ 1,1 đến 2,5, tương đương với:

$$1,1 \leq f(G1,G2,G3)/f(G1,G2) \leq 2,5$$

Trong đó:

$f(G1,G2,G3)$ là tiêu cự phần quang học tạo bởi các cụm G1,G2,G3;

$f(G1,G2)$ là tiêu cự là tiêu cự phần quang học tạo bởi các cụm G1,G2.

Tham chiếu vào Hình 11, thiết kế đã được tối ưu sao cho cảm biến sử dụng có cửa sổ đường kính D nằm ở ngay trước mặt cảm biến với khoảng cách d. Theo đó tỉ số giữa khoảng cách d và đường kính D có giá trị $d/D=2$, đảm bảo cảm biến sử dụng là loại F/#2.

Tham chiếu vào Hình 4, Hình 5, Hình 6, thiết kế đã tối ưu đạt chất lượng hình ảnh tốt với cấu hình khi gương không quay. Kích thước điểm ảnh được tối ưu đều nhỏ hơn 15 μ m tại mọi vị trí trên cảm biến, đảm bảo kích thước ảnh $\geq 12,3$ mm tương ứng với độ phân giải 1280 x 1028 (HD). Các Hình 5, Hình 6 cho thấy hàm truyền độ phân giải đã được tối ưu đạt chất lượng tốt, gần với giới hạn nhiễu xạ tại mọi vị trí trong khi độ méo hình được giảm thiểu dưới 1%.

Tham chiếu vào Hình 7 thiết kế đã được tối ưu sao cho khi gương (M1) quay với các góc khác nhau để bù lại góc quay của ống kính, hình ảnh thu được ứng với từng vị trí riêng biệt của gương vẫn luôn duy trì được độ nét. Hình 7 cho thấy kích thước điểm

ảnh tại tất cả các vị trí trên cảm biến với các góc quay của gương được tuyên bố đáp ứng đều nhỏ hơn $15\mu\text{m}$ tại mọi vị trí trên cảm biến.

Tham chiếu vào Hình 9, Hình 10 thiết kế đã được tối ưu sao cho khi gương (M1) quay, vị trí điểm ảnh ứng với mỗi trường nhìn đều giữ nguyên, đảm bảo trong toàn bộ quá trình hoạt động hình ảnh luôn rõ nét. Hình 9 mô tả kích thước điểm ảnh được tính với tất cả các góc trên cùng một hệ quy chiếu ứng với tất cả các trường trên cảm biến; Hình 9 cho thấy kích thước điểm ảnh tổng cộng với tất cả góc quay đều nhỏ hơn $15\mu\text{m}$, thể hiện việc điểm ảnh không bị lệch khỏi điểm ảnh gốc. Hình 10 mô tả kích thước và vị trí điểm ảnh trong trường hợp ống kính không được tối ưu để chống sai lệch điểm ảnh; Hình 10 cho thấy kích thước điểm ảnh tổng cộng đều lớn hơn kích thước điểm ảnh rất nhiều, ngoài ra có thể thấy bằng trực quan các điểm ảnh ứng với mỗi góc quay khác nhau nằm ở vị trí khác nhau. Như vậy ống kính đã được thiết kế đảm bảo cho vị trí điểm ảnh của mỗi trường được giữ nguyên trong kích thước mỗi điểm ảnh.

Theo cấu trúc này, sáng chế ống kính hồng ngoại chống mờ ảnh cho hệ thống quay quét toàn cảnh sử dụng cảm biến độ phân giải HD được thiết kế thỏa mãn các điều kiện dưới đây:

$$\begin{cases} 1,2 \leq f(L1, L2, L3)/f(L4, L5, L6) \leq 2,0 \\ 1,1 \leq f(G1, G2, G3)/f(G1, G2) \leq 2,5 \\ 1,8^\circ \leq \beta \\ d/D = 2 \end{cases}$$

Trong đó:

$f(L1, L2, L3)$ là tiêu cự của phần quang học tạo bởi các thấu kính (L1), (L2), (L3);

$f(L4, L5, L6)$ là tiêu cự của phần quang học tạo bởi các thấu kính (L4), (L5), (L6);

$f(G1, G2, G3)$ là tiêu cự phần quang học tạo bởi các cụm (G1), (G2), (G3);

$f(G1, G2)$ là tiêu cự phần quang học tạo bởi các cụm (G1), (G2);

β là góc quay của thiết bị mỗi lần lấy một khung hình;

d khoảng cách từ đồng tử ra đến mặt phẳng ảnh

D là đường kính của đồng tử ra của ống kính.

Một ví dụ thực hiện cho sáng chế ống kính hồng ngoại chống mờ ảnh cho hệ thống quay quét toàn cảnh sử dụng cảm biến HD 1280 x 1028 F/#2, có các thông số chi tiết như sau:

Bảng 1

STT	Loại bề mặt	Bán kính cong	Độ dày	Vật liệu
1	Mặt cầu	55,55	14,91	Silicon
2	Mặt phi cầu	118,44	5,39	
3	Mặt phi cầu	75,84	9,91	Germanium
4	Mặt phi cầu	33,96	76,96	
5	Mặt phi cầu	-47,25	11,00	Germanium
6	Mặt đa thức bậc cao mờ rộng	-44,58	20,00	
7	Mặt đa thức bậc cao mờ rộng	-331,64	8,00	ZnSe
8	Mặt cầu	-69,98	43,79	
9	Mặt phi cầu	-218,83	3,50	Germanium
10	Mặt phi cầu	-807,21	49,02	
11	Mặt cầu	-79,12	8,00	Silicon
12	Mặt cầu	-63,50	25,50	
13	Mặt phẳng		-42,20	Gương
13	Mặt nhiễu xạ	-297,42	-4,57	Germanium
14	Mặt cầu	-404,39	-17,23	
15	Mặt phi cầu	-28,32	-10,01	Silicon
16	Mặt phi cầu	-25,21	-27,21	
17	Mặt phẳng		26,50	Gương
18	Mặt phi cầu	-18,54	9,17	Germanium
19	Mặt nhiễu xạ	-22,10	34,35	
20	Mặt phi cầu	60,49	5,103	Silicon
21	Mặt phi cầu	1887,42		

Đơn vị đo sử dụng trong các bảng là ‘mm’.

Các bề mặt phi cầu được xác định theo đa thức sau:

$$z = \frac{\frac{1}{R}y^2}{1 + \sqrt{1 - (1+k)\frac{1}{R^2}y^2}} + \sum_{i=1}^n A_{2i}y^{2i}$$

Trong đó :

R là bán kính cong của mặt phi cầu

y là chiều cao dọc trục tính từ trục quang

k là hằng số conic của mặt phi cầu

A_{2i} là lần lượt là các hệ số phi cầu bậc chẵn 2, 4, 6, 8, 10, 12,...

Bảng dưới liệt kê các thông số phi cầu của một số bề mặt thấu kính:

Bảng 2

Bề mặt	Cô-níc k	A4	A6	A8	A10
2		7,328e-7	-2,500e-10	9,839e-14	-1,980e-17
3		8,393e-7	-1,355e-10	9,406e-14	-9,804e-17
4		8,223e-6	1,309e-9	1,727e-12	2,924e-16
5		-9,755e-6	-6,764e-9	-3,271e-12	
9		-8,236e-7	-2,829e-9	-2,640e-12	4,495e-16
10		-6,667e-7	-1,944e-9	-2,859e-12	2,740e-15
14		-1,164e-6	7,962e-10	-5,056e-13	2,144e-16
16		4,326e-6	7,200e-9	4,918e-12	6,318e-15
17		7,237e-6	2,657e-8	9,476e-13	2,034e-15
19		-7,873e-6	3,356e-8	1,358e-9	-2,936e-12
20		1,169e-6	1,462e-8	2,943e-11	1,994e-13
21		-3,269e-6	2,327e-8	-1,710e-11	4,535e-14
22		-2,721e-6	3,304e-8	-4,688e-11	8,700e-14

Các mặt nhiễu xạ sử dụng trong thiết kế được mô tả theo khai triển đa thức sau:

$$\Phi = M \sum_{i=1}^n A_i \rho^{2i}$$

Trong đó:

Φ là pha được cộng thêm vào tia sáng tại tọa độ được xác định bởi ρ ,

A_i là các hệ số của đa thức được tối ưu trong quá trình thiết kế

ρ là tọa độ chuẩn hóa tại bề mặt nhiễu xạ

Bảng dưới liệt kê các hệ số nhiễu xạ đã được tối ưu tại bề mặt S14 và S20:

Bảng 3

	S14	S20
--	-----	-----

A_1	-9,5986e-5	-1,3571e-4
A_2	8,6280e-10	-5,6461e-8

Các bề mặt đa thức bậc cao mở rộng được xác định theo đa thức sau:

$$z = \frac{cr^2}{1 + \sqrt{1 - (1+k)c^2r^2}} + \sum_{i=1}^N A_i E_i(x, y)$$

Trong đó:

z là sag tại điểm được tính

k là hệ số conic của bề mặt

c là độ cong của bề mặt

r là bán kính tại tọa độ x, y

N là số hệ số của đa thức

A_i là hệ số ứng với đơn thức bậc i

$E_i(x, y)$ là các đơn thức của x và y tương ứng với bậc i

Bảng dưới đây liệt kê các hệ số ứng với các đơn thức tương ứng của bề mặt S6 và S7:

Bảng 4

Đơn thức	Hệ số	
	S6	S7
X1Y0	0,000E+00	0,000E+00
X0Y1	-1,543E-03	2,834E-03
X2Y0	7,210E-01	-1,160E-01
X1Y1	0,000E+00	0,000E+00
X0Y2	6,680E-01	-2,600E-02
X3Y0	0,000E+00	0,000E+00
X2Y1	7,511E-04	-4,387E-03
X1Y2	0,000E+00	0,000E+00
X0Y3	-2,163E-04	2,907E-03
X4Y0	-1,222E+00	-2,440E-01
X3Y1	0,000E+00	0,000E+00
X2Y2	-2,466E+00	-5,280E-01
X1Y3	0,000E+00	0,000E+00
X0Y4	-1,257E+00	-1,270E-01

Mô tả chi tiết về sáng chế này đã được trình bày cụ thể ở trên, tuy nhiên cũng cần hiểu rằng các mô tả được trình bày chỉ đơn thuần là hình mẫu của sáng chế, nó có thể được thể hiện dưới nhiều hình thức khác nhau. Vì thế, các chi tiết về chức năng cụ thể được trình bày ở đây không được hiểu một cách hạn chế, chúng cũng chỉ là cơ sở cho những đề xuất khác.

Yêu cầu bảo hộ

1. Ống kính hồng ngoại chống mờ ảnh cho hệ thống quay quét toàn cảnh sử dụng cảm biến độ phân giải HD với khẩu độ $F/\#2$ có cấu trúc dạng gập bao gồm mười thấu kính chính và hai gương phản xạ, trong đó một phần tử là gương lật tốc độ cao; theo chiều từ mặt phẳng vật tới mặt phẳng ảnh, ống kính bao gồm:

các thấu kính (L1), (L2), (L3), (L4), (L5), (L6) tạo thành cụm thấu kính phóng đại góc (G1) phía ngoài cùng, trong đó:

thấu kính (L3) làm từ vật liệu germanium có độ tụ âm gồm mặt lõm (S5) có biên dạng phi cầu và mặt (S6) có biên dạng đa thức bậc cao mở rộng với mặt lồi hướng về phía mặt phẳng ảnh; thấu kính (L4) làm từ vật liệu zinc selenide có độ tụ âm gồm mặt lõm (S7) có biên dạng đa thức bậc cao mở rộng, (S8) có biên dạng cầu với mặt lồi hướng về phía mặt phẳng ảnh; các bề mặt của các thấu kính (L3), (L4) được tối ưu sao cho khi gương tốc độ cao (M1) quay, vị trí điểm ảnh ứng với mỗi trường nhìn đều giữ nguyên, đảm bảo kích thước điểm ảnh chung cho ống kính khi gương quay liên tục luôn nhỏ hơn kích thước điểm ảnh;

ba thấu kính (L1), (L2), (L3) bao gồm hai thấu kính có độ tụ dương kết hợp với thấu kính (L3) có độ tụ âm có nhiệm vụ đón nhận chùm sáng song song tới và hội tụ chúng tại mặt phẳng ảnh trung gian; tiêu cự của phần quang học tạo bởi ba thấu kính này thỏa mãn $200\text{mm} > f(L1, L2, L3) > 150\text{mm}$;

ba thấu kính tiếp theo của cụm phóng đại (G1) là (L4), (L5), (L6) gồm hai thấu kính độ tụ dương (L4, L6) kết hợp với một thấu kính độ tụ âm (L5) để chuyển ảnh hội tụ trên mặt ảnh trung gian thành các chùm tia song song; tiêu cự của phần quang học tạo bởi ba thấu kính này thỏa mãn $100\text{mm} < f(L4, L5, L6) < 150\text{mm}$; cụm (G1) có tác dụng phóng đại tiêu cự của phần quang học tạo bởi các cụm (G2, G3) lên một tỉ số (A), tỉ số phóng đại này thỏa mãn $1,2 \leq f(L1, L2, L3) / f(L4, L5, L6) = A \leq 2,0$;

cụm gương lật tốc độ cao (M1);

các thấu kính (L7), (L8) tạo thành cụm thấu kính hội tụ (G2);

cụm gương cố định (M2);

các thấu kính (L9), (L10) tạo thành cụm thấu kính khuếch đại trung gian (G3).

2. Ống kính hồng ngoại chống mờ ảnh cho hệ thống quay quét toàn cảnh sử dụng cảm biến độ phân giải HD có khẩu độ F/#2 theo điểm 1, theo chiều từ mặt phẳng vật tới mặt phẳng ảnh, bao gồm:

hai thấu kính tiêu cự dương (L7), (L8) hội tụ chùm sáng đi ra từ cụm (G1) tạo ảnh tại mặt phẳng ảnh trung gian thứ hai; thấu kính đơn (L8) có tác dụng làm cụm lấy nét và cụm bù nhiệt chủ động làm từ vật liệu silicon, có độ tụ dương, với hai bề mặt cong có biên dạng phi cầu; cụm lấy nét có tác dụng giúp ống kính lấy nét được ở khoảng cách từ 20m đến xa vô cùng trong dải nhiệt độ từ -20°C đến 65°C;

theo chiều từ mặt phẳng vật tới mặt phẳng ảnh, gương phản xạ (M2) được bố trí ở bên trong ống kính dạng gấp khúc nằm ở giữa thấu kính (L8) và (L9) để tạo cấu trúc dạng gấp hai lần cho ống kính; vị trí của gương được sắp xếp không nằm trên mặt phẳng ảnh trung gian;

cụm phóng đại ảnh trung gian (G3) được thiết kế thực hiện chức năng phóng đại ảnh trung gian được tạo bởi cụm thấu kính hội tụ (G2); theo đó tỉ lệ phóng đại kích thước ảnh có giá trị từ 1,1 đến 2,5, tương đương với việc $1,1 \leq |f(G1, G2, G3)/f(G1, G2)| \leq 2,5$;

đồng tử ra có đường kính D nằm ở ngay trước mặt cảm biến với khoảng cách d; theo đó tỉ số giữa khoảng cách d và đường kính D có giá trị $d/D=2$, đảm bảo cảm biến sử dụng là loại F/#2.

3. Ống kính hồng ngoại chống mờ ảnh cho hệ thống quay quét toàn cảnh sử dụng cảm biến độ phân giải HD có khẩu độ F/#2 theo điểm 1, được thiết kế thỏa mãn các điều kiện dưới đây:

$$\begin{cases} 1,2 \leq f(L1, L2, L3)/f(L4, L5, L6) \leq 2,0 \\ 1,1 \leq f(G1, G2, G3)/f(G1, G2) \leq 2,5 \\ 1,8^0 \leq \beta \\ d/D = 2 \end{cases}$$

trong đó:

$f(L1, L2, L3)$ là tiêu cự của cụm thấu kính L1, L2, L3;

$f(L4, L5, L6)$ là tiêu cự của cụm thấu kính L4, L5, L6;

$f(G1,G2,G3)$ là tiêu cự của cụm $G1,G2,G3$;

$f(G1,G2)$ là tiêu cự của cụm $G1,G2$;

β là góc quay của thiết bị mỗi khung;

d khoảng cách từ đồng tử ra tới mặt phẳng ảnh;

D là đường kính đồng tử ra của ống kính.

4. Ống kính hồng ngoại chống mờ ảnh cho hệ thống quay quét toàn cảnh sử dụng cảm biến độ phân giải HD có khẩu độ $F/\#2$ theo điểm 1, trong đó khẩu độ $F/\#2$ có các thông số chi tiết như bảng dưới đây:

stt	loại bề mặt	bán kính cong	độ dày	vật liệu
1	mặt cầu	55,55	14,91	silicon
2	mặt phi cầu	118,44	5,39	
3	mặt phi cầu	75,84	9,91	germanium
4	mặt phi cầu	33,96	76,96	
5	mặt phi cầu	-47,25	11,00	germanium
6	mặt đa thức bậc cao mở rộng	-44,58	20,00	
7	mặt đa thức bậc cao mở rộng	-331,64	8,00	znse
8	mặt cầu	-69,98	43,79	
9	mặt phi cầu	-218,83	3,50	germanium
10	mặt phi cầu	-807,21	49,02	
11	mặt cầu	-79,12	8,00	silicon
12	mặt cầu	-63,50	25,50	
13	mặt phẳng		-42,20	gương
13	mặt nhiều xạ	-297,42	-4,57	germanium
14	mặt cầu	-404,39	-17,23	
15	mặt phi cầu	-28,32	-10,01	silicon
16	mặt phi cầu	-25,21	-27,21	
17	mặt phẳng		26,50	gương
18	mặt phi cầu	-18,54	9,17	germanium
19	mặt nhiều xạ	-22,10	34,35	
20	mặt phi cầu	60,49	5,103	silicon
21	mặt phi cầu	1887,42		

đơn vị đo sử dụng trong các bảng là ‘mm’;

các bề mặt phi cầu được xác định theo đa thức sau:

$$z = \frac{\frac{1}{R}y^2}{1 + \sqrt{1 - (1+k)\frac{1}{R^2}y^2}} + \sum_{i=1}^n A_{2i}y^{2i}$$

trong đó:

R là bán kính cong của mặt phi cầu;

y là chiều cao dọc trục tính từ trục quang;

k là hằng số conic của mặt phi cầu;

A_{2i} là lần lượt là các hệ số phi cầu bậc chẵn 2, 4, 6, 8, 10, 12, ..

bảng dưới liệt kê các thông số phi cầu của một số bề mặt thấu kính:

bề mặt	conic k	a4	a6	a8	a10
2		7,328e-7	-2,500e-10	9,839e-14	-1,980e-17
3		8,393e-7	-1,355e-10	9,406e-14	-9,804e-17
4		8,223e-6	1,309e-9	1,727e-12	2,924e-16
5		-9,755e-6	-6,764e-9	-3,271e-12	
9		-8,236e-7	-2,829e-9	-2,640e-12	4,495e-16
10		-6,667e-7	-1,944e-9	-2,859e-12	2,740e-15
14		-1,164e-6	7,962e-10	-5,056e-13	2,144e-16
16		4,326e-6	7,200e-9	4,918e-12	6,318e-15
17		7,237e-6	2,657e-8	9,476e-13	2,034e-15
19		-7,873e-6	3,356e-8	1,358e-9	-2,936e-12
20		1,169e-6	1,462e-8	2,943e-11	1,994e-13
21		-3,269e-6	2,327e-8	-1,710e-11	4,535e-14
22		-2,721e-6	3,304e-8	-4,688e-11	8,700e-14

các mặt nhiều xạ sử dụng trong thiết kế được mô tả theo khai triển đa thức sau:

$$\Phi = M \sum_{i=1}^n A_i \rho^{2i}$$

trong đó:

Φ là pha được cộng thêm vào tia sáng tại tọa độ được xác định bởi ρ ,

A_i là các hệ số của đa thức được tối ưu trong quá trình thiết kế,

ρ là tọa độ chuẩn hóa tại bề mặt nhiều xạ,

bảng dưới liệt kê các hệ số nhiễu xạ đã được tối ưu tại bề mặt S14 và S20,

	S14	S20
A_1	-9,5986e-5	-1,3571e-4
A_2	8,6280e-10	-5,6461e-8

các bề mặt đa thức bậc cao mở rộng được xác định theo đa thức sau:

$$z = \frac{cr^2}{1 + \sqrt{1 - (1+k)c^2r^2}} + \sum_{i=1}^N A_i E_i(x, y)$$

trong đó:

z là sag tại điểm được tính;

k là hệ số conic của bề mặt;

c là độ cong của bề mặt;

r là bán kính tại tọa độ x, y ;

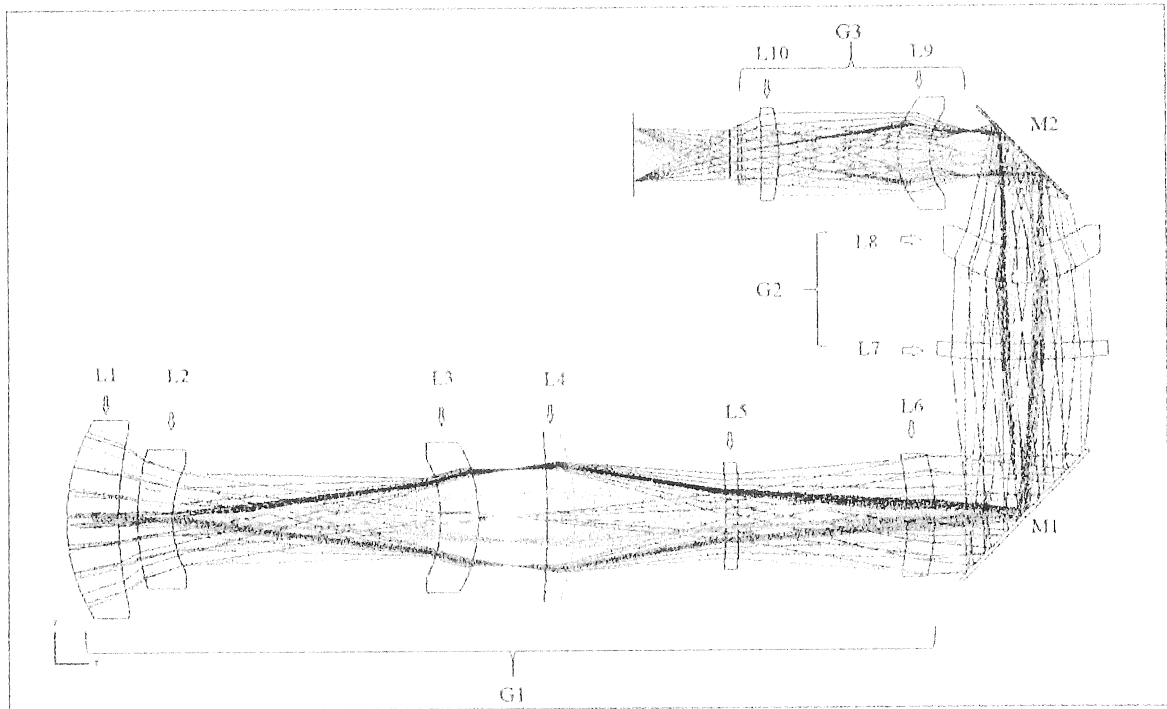
N là số hệ số của đa thức;

A_i là hệ số ứng với đơn thức bậc i ;

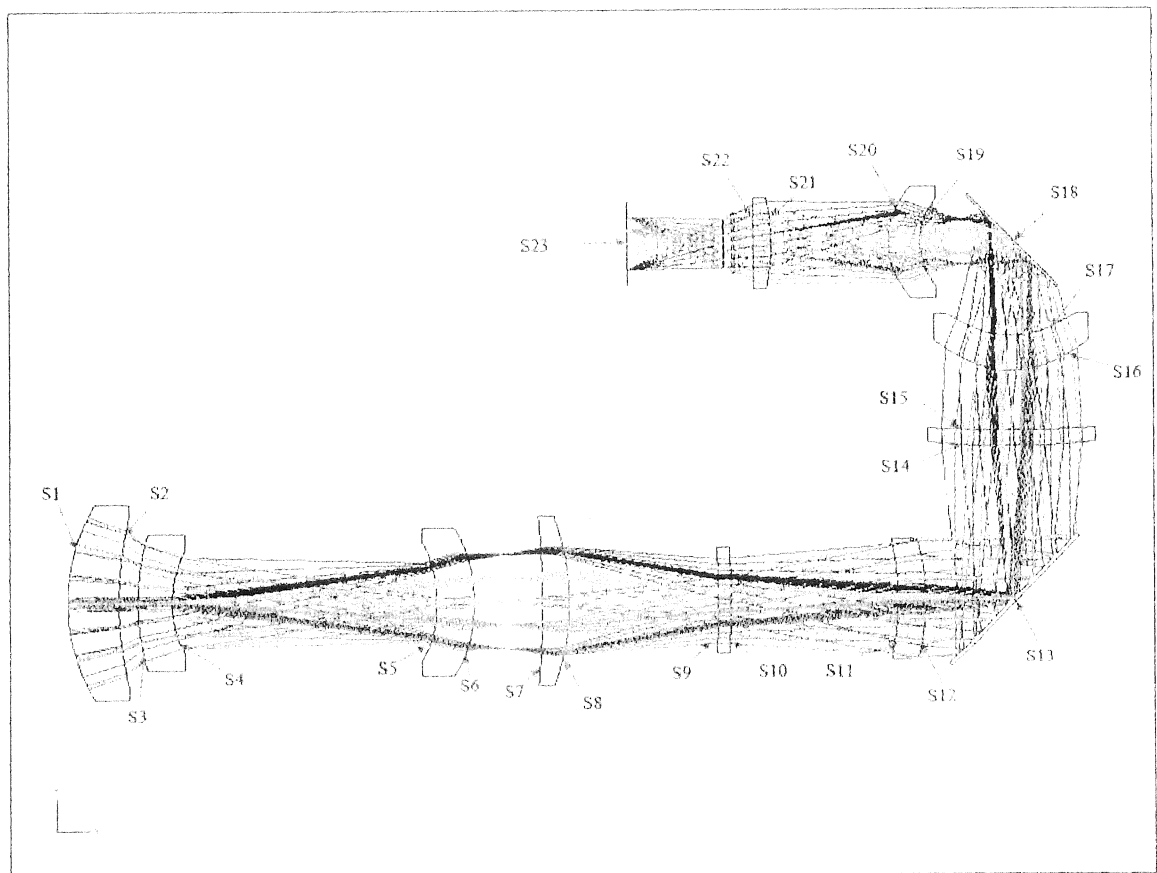
$E_i(x, y)$ là các đơn thức của x và y tương ứng với bậc i ;

bảng dưới đây liệt kê các hệ số ứng với các đơn thức tương ứng của bề mặt S6 và S7

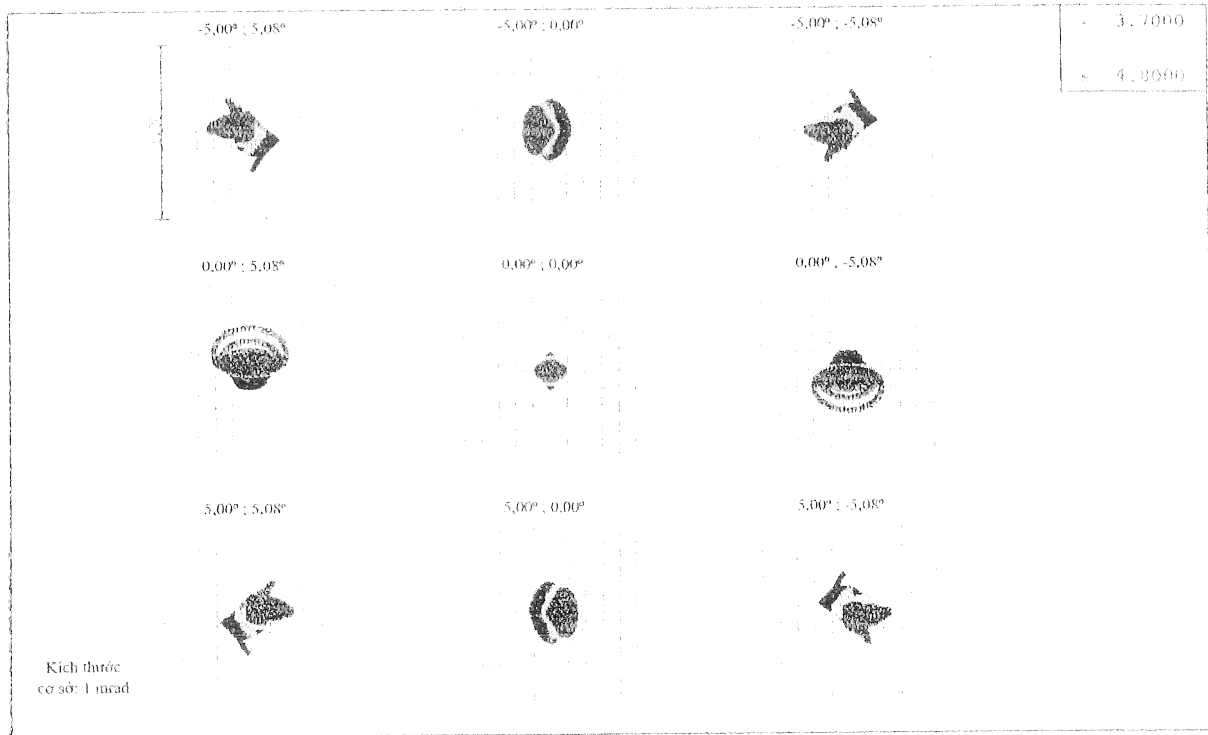
đơn thức	hệ số	
	S6	S7
X1Y0	0,000E+00	0,000E+00
X0Y1	-1,543E-03	2,834E-03
X2Y0	7,210E-01	-1,160E-01
X1Y1	0,000E+00	0,000E+00
X0Y2	6,680E-01	-2,600E-02
X3Y0	0,000E+00	0,000E+00
X2Y1	7,511E-04	-4,387E-03
X1Y2	0,000E+00	0,000E+00
X0Y3	-2,163E-04	2,907E-03
X4Y0	-1,222E+00	-2,440E-01
X3Y1	0,000E+00	0,000E+00
X2Y2	-2,466E+00	-5,280E-01
X1Y3	0,000E+00	0,000E+00
X0Y4	-1,257E+00	-1,270E-01



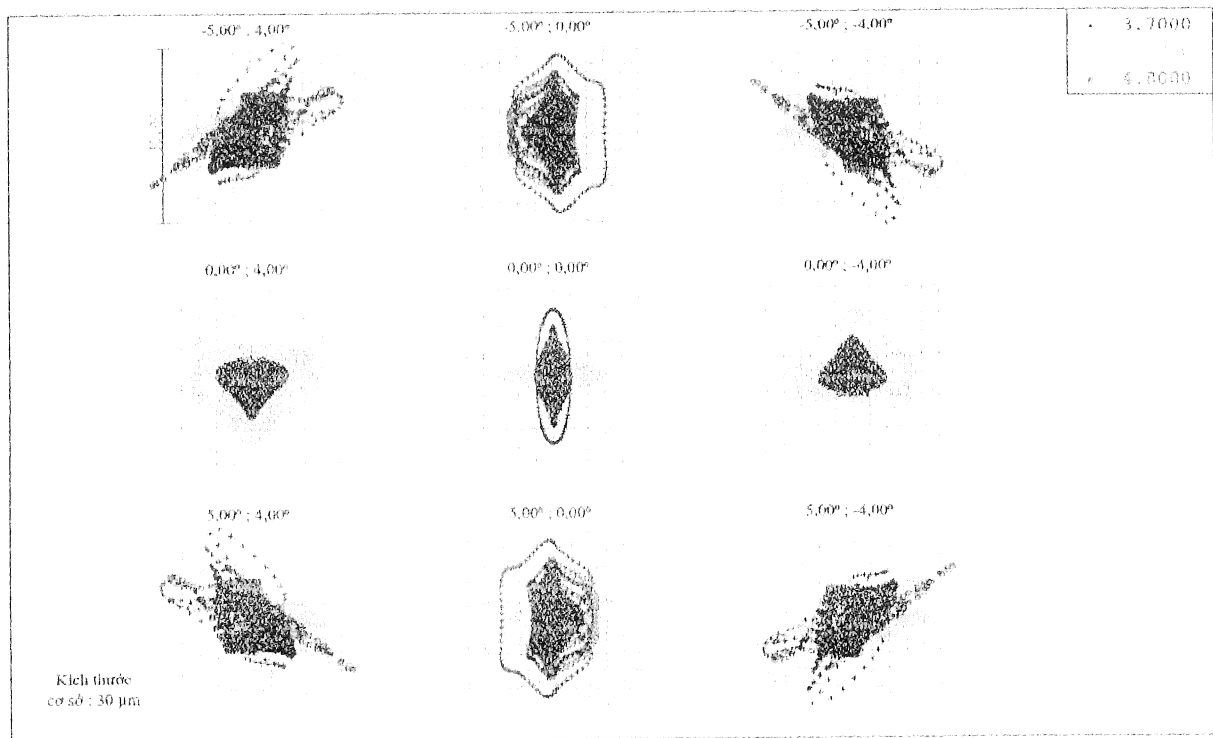
Hình 1



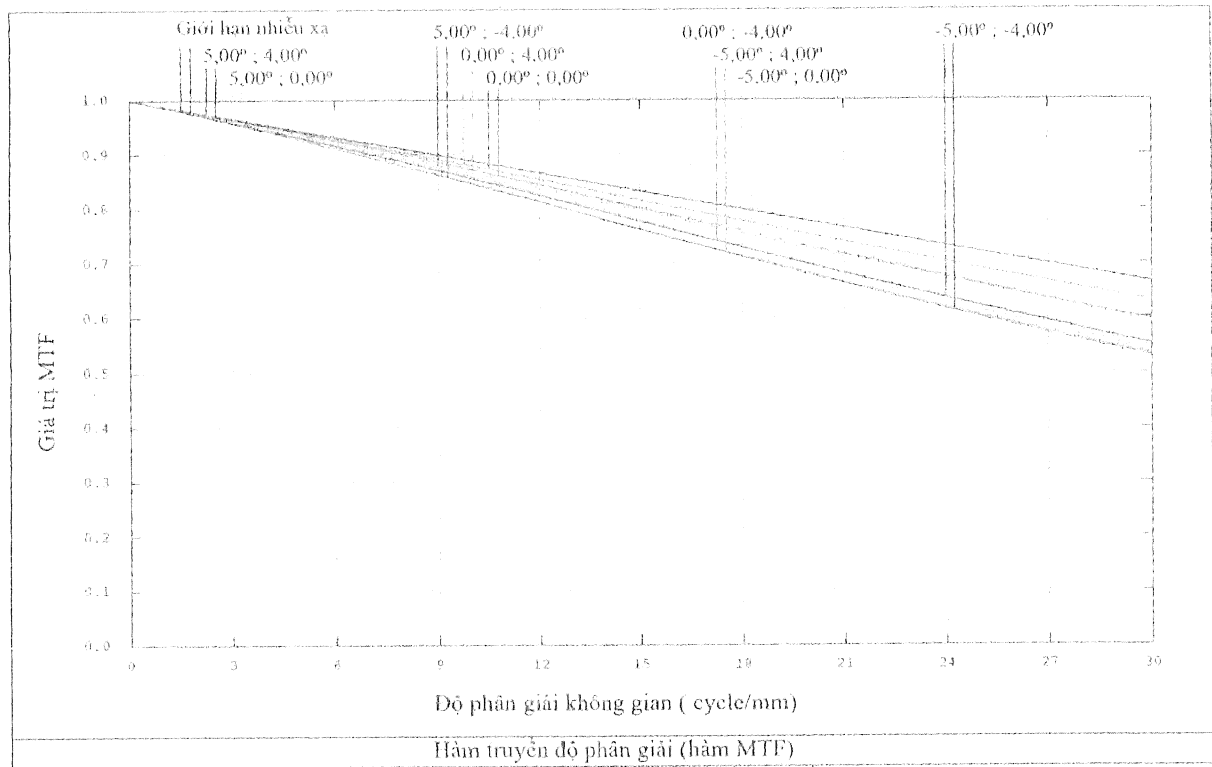
Hình 2



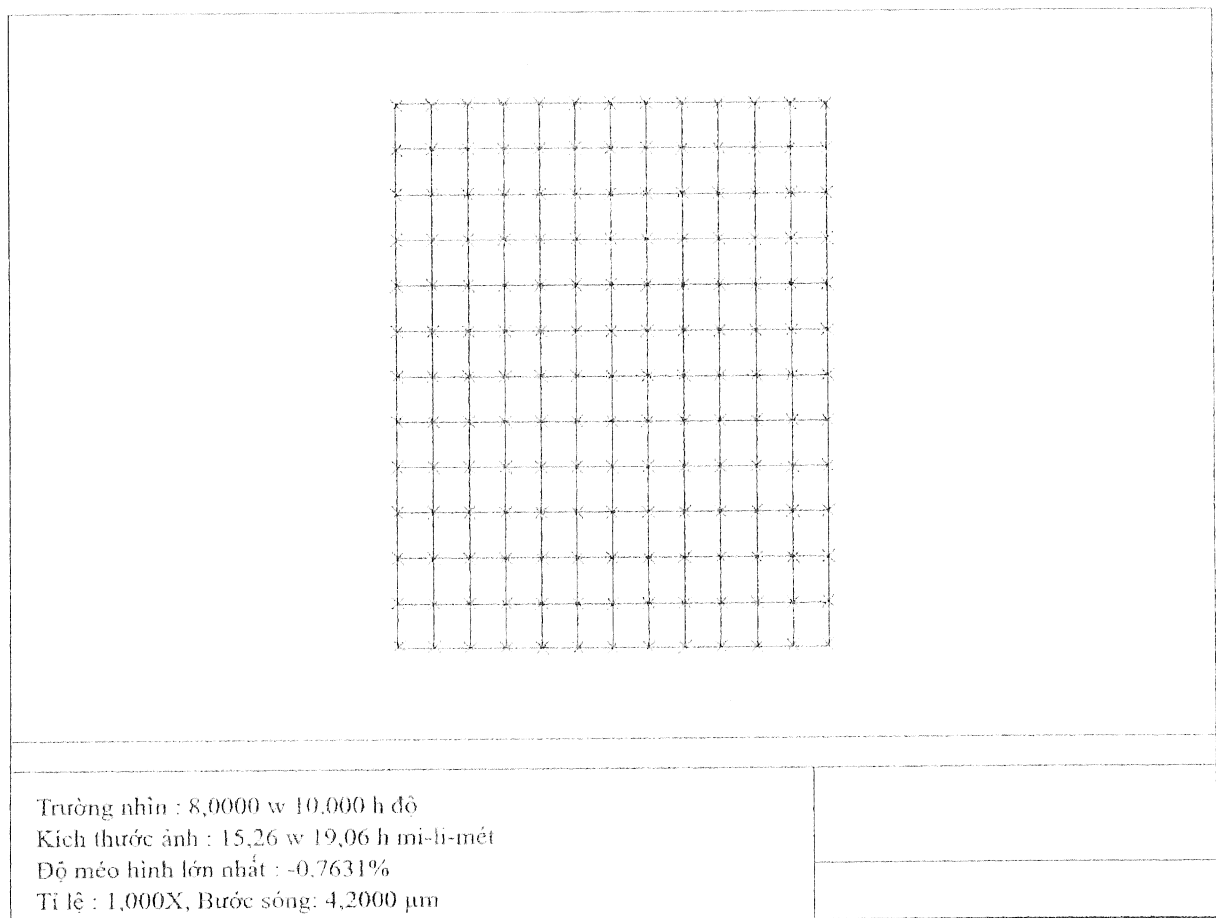
Hình 3



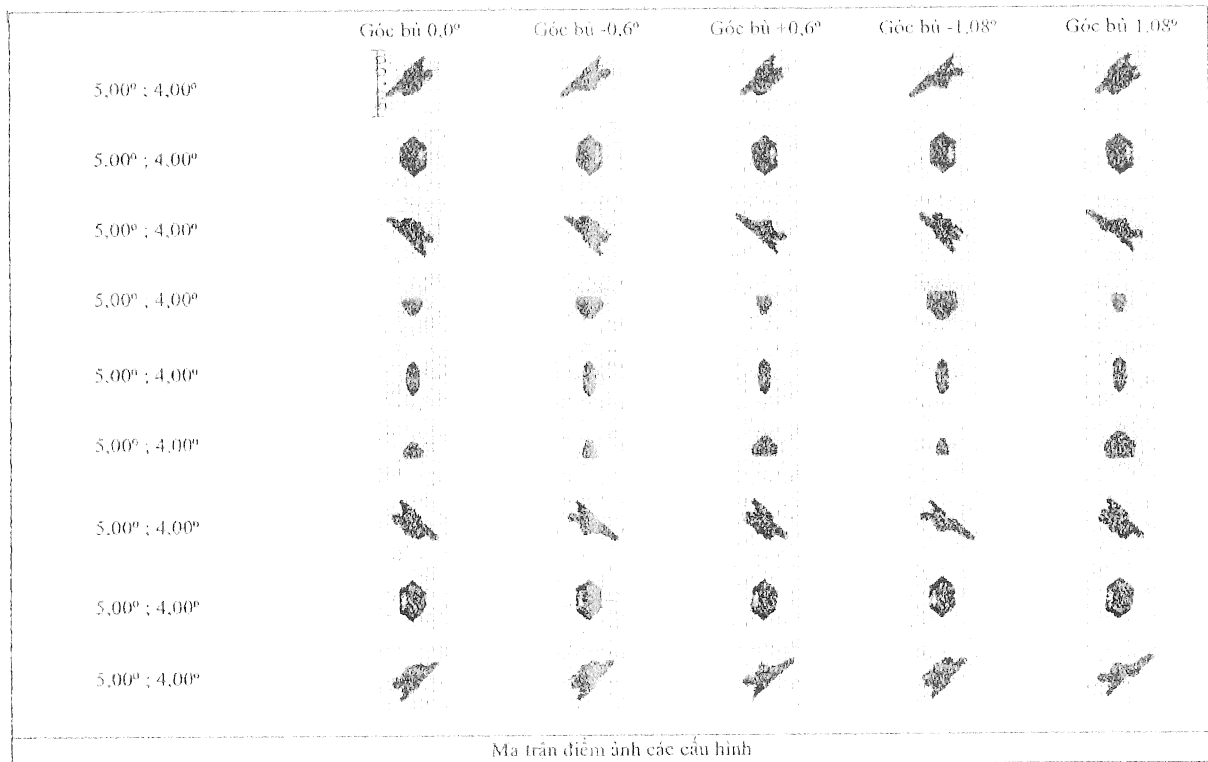
Hình 4



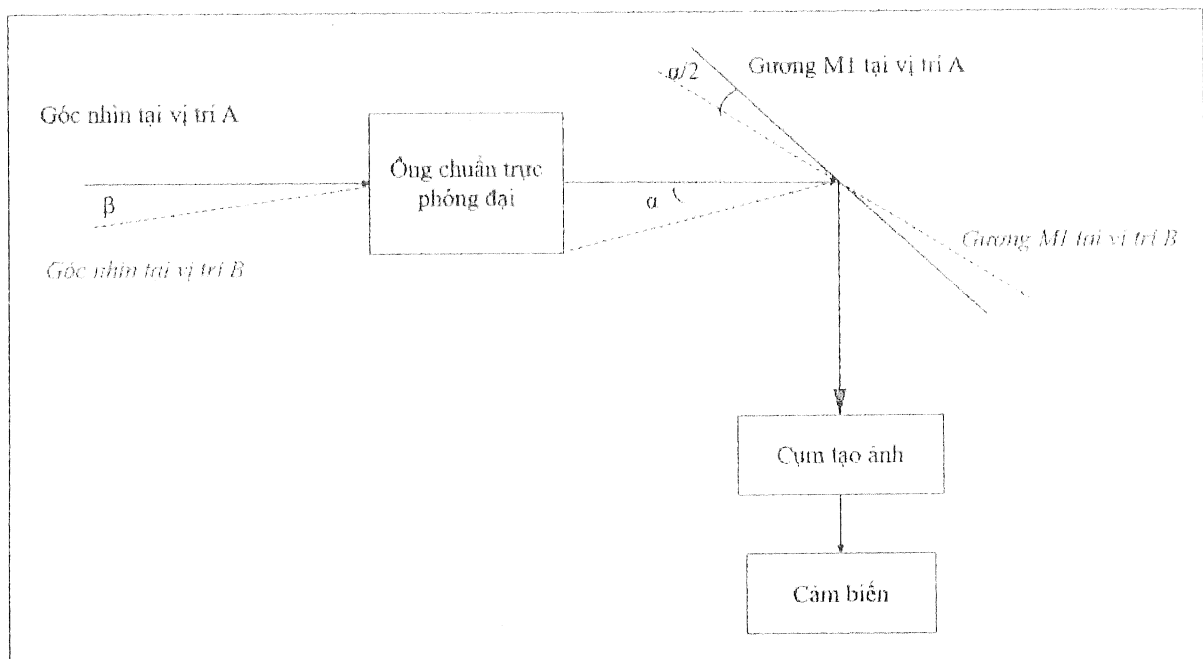
Hình 5



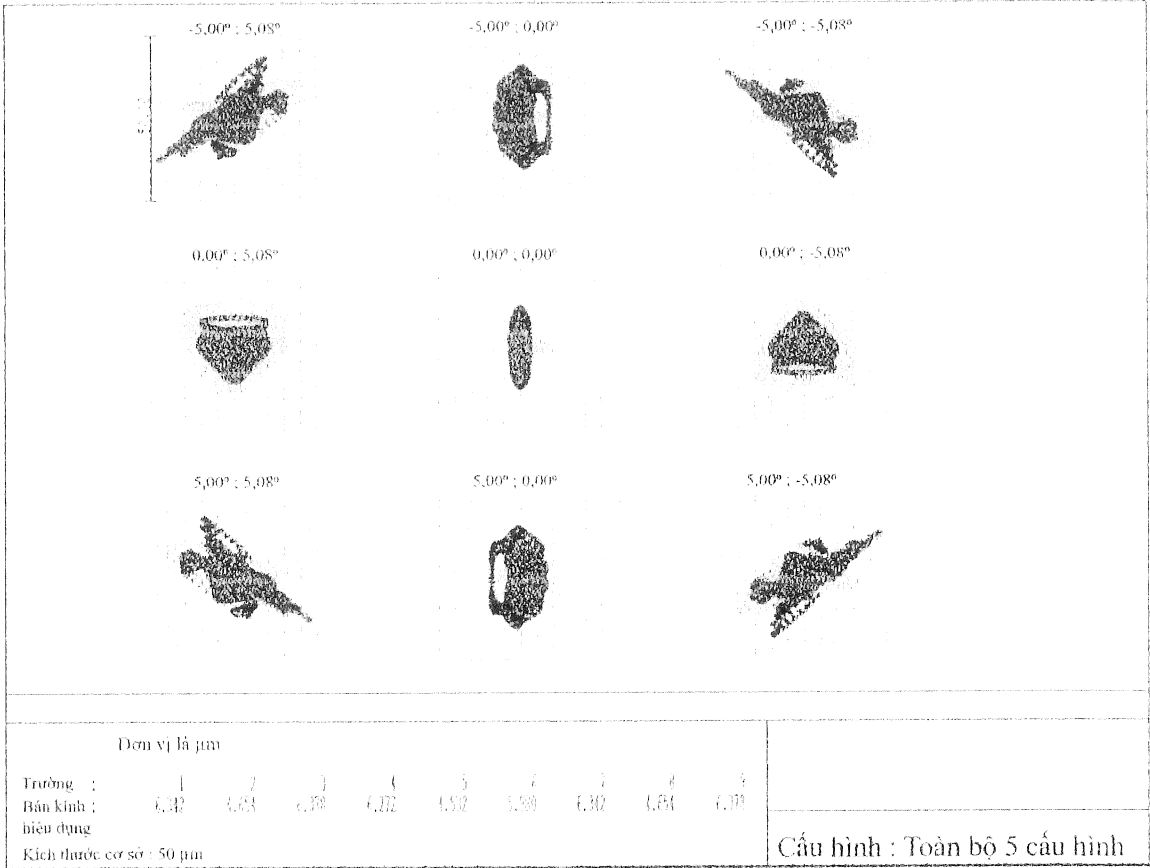
Hình 6



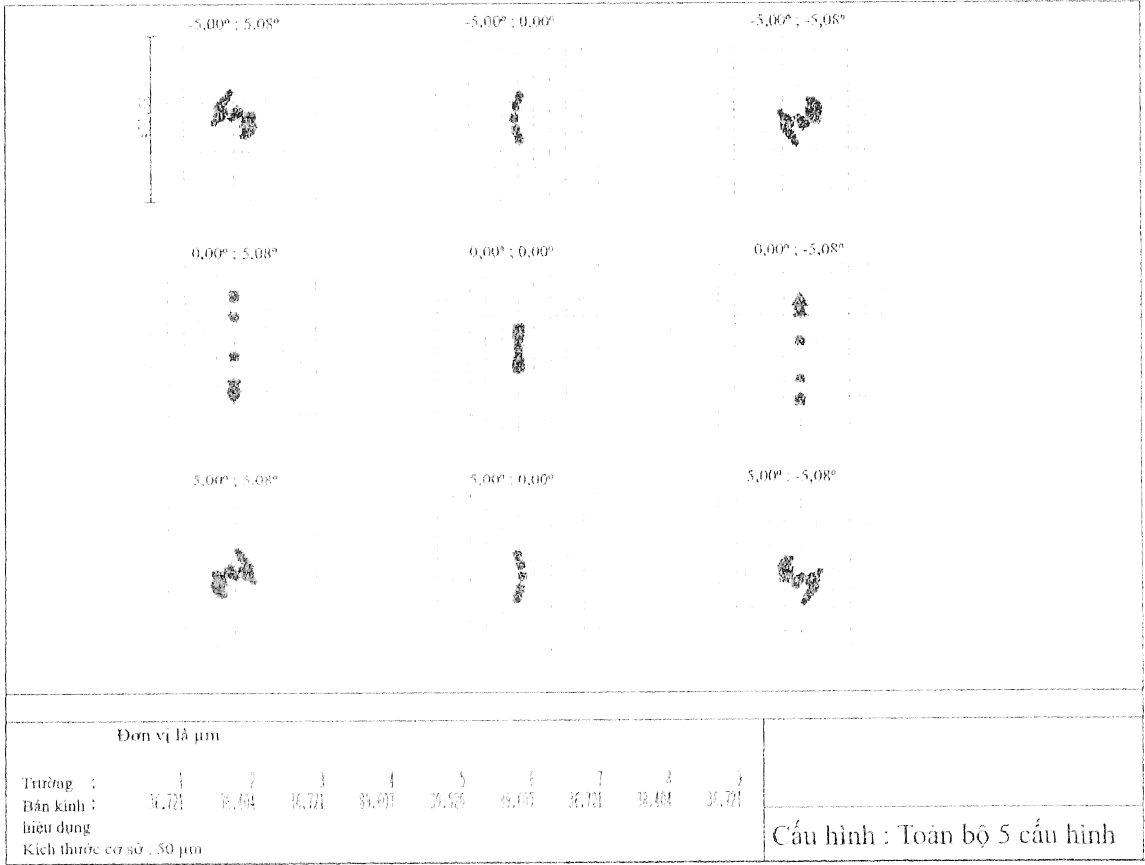
Hình 7



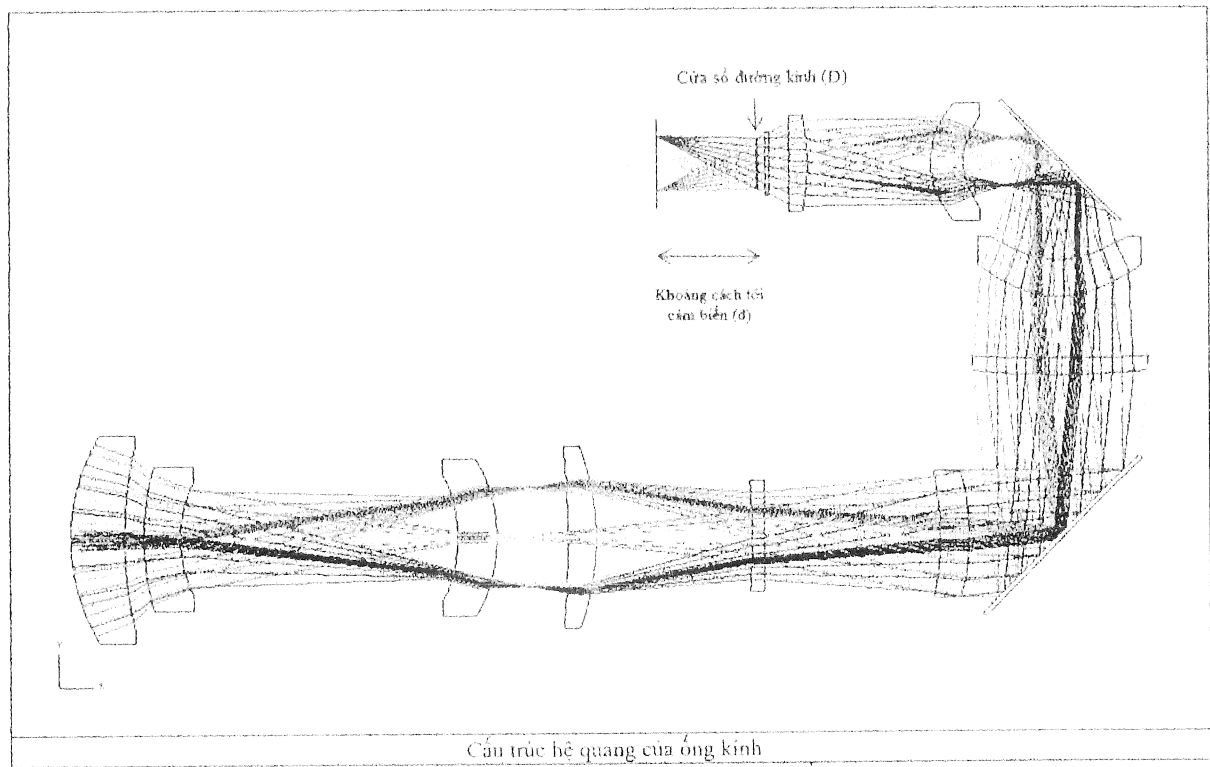
Hình 8



Hình 9



Hình 10



Hình 11