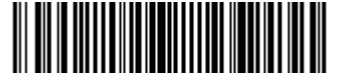




(12) **BẢN MÔ TẢ GIẢI PHÁP HỮU ÍCH THUỘC BẢNG ĐỘC QUYỀN
GIẢI PHÁP HỮU ÍCH**

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

(11)



2-0002583

(51) **G02B 13/14**
2020.01

(13) **Y**

(21) 2-2019-00320

(22) 26/06/2017

(67) 1-2017-02395

(45) 25/03/2021 396

(43) 27/11/2017 356A

(73) Tập đoàn Viễn thông Quân Đội (VN)

Số 1 đường Trần Hữu Dực, phường Mỹ Đình 2, quận Nam Từ Liêm, thành phố Hà Nội

(72) Đặng Xuân Du (VN); Quế Đại Cường (VN).

(74) Công ty TNHH Tư vấn Quốc Dân (NACI CO., LTD)

(54) **ỐNG KÍNH HỒNG NGOẠI ĐA TRƯỜNG NHÌN KHẨU ĐỘ LỚN**

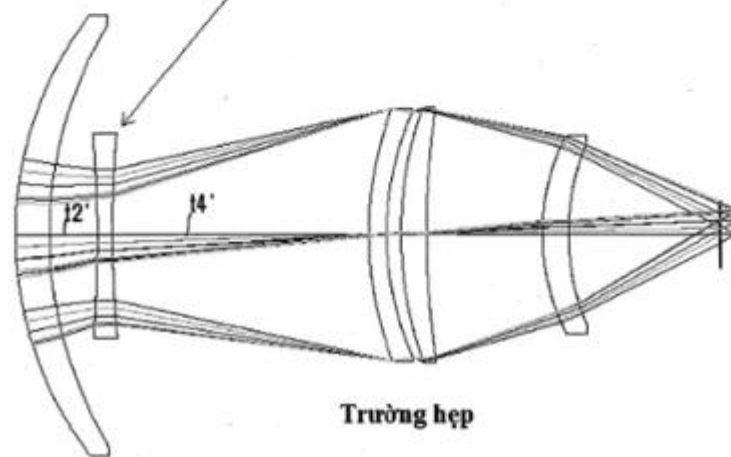
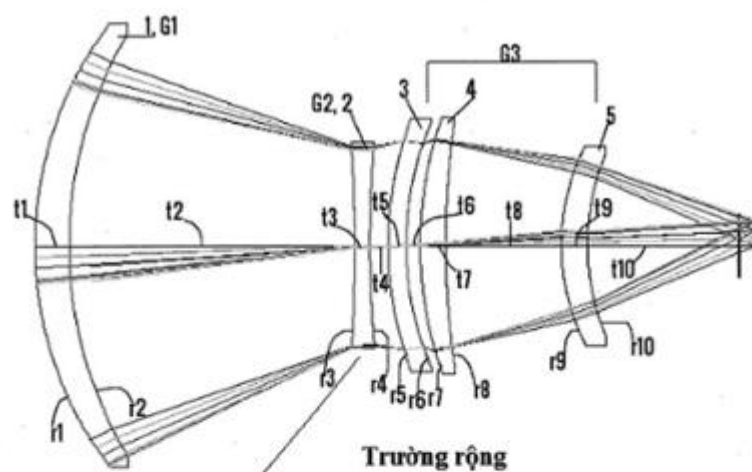
(57) Giải pháp hữu ích đề xuất một ống kính hồng ngoại đa trường nhìn khẩu độ lớn có khả năng thu nhận các bức xạ phát ra từ các đối tượng có nhiệt độ trên độ không tuyệt đối và hội tụ những bức xạ đó trên bề mặt cảm biến. Ống kính hồng ngoại bao gồm 3 cụm thấu kính: cụm thấu kính cố định phía trước, cụm thấu kính dịch chuyển để thay đổi tiêu cự và lấy nét, cụm thấu kính cố định phía sau cùng. Ống kính hồng ngoại đa trường nhìn khẩu độ lớn được thiết kế thỏa mãn các điều kiện được xác định bởi các biểu thức dưới đây:

$$0,9 \leq f_1/f_t \leq 1,5$$

$$0,2 \leq -f_2/f_t \leq 0,5$$

$$0,5 \leq f_3/f_t \leq 0,95$$

Trong đó f_1 là tiêu cự của cụm thấu kính thứ nhất, f_2 là tiêu cự của cụm thấu kính thứ hai, f_3 là tiêu cự của cụm thấu kính phía sau cùng, f_t là tiêu cự dài của ống kính.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Giải pháp hữu ích đề cập đến một ống kính hồng ngoại đa trường nhìn khẩu độ lớn. Cụ thể đề cập đến ống kính quang học có khả năng thay đổi tiêu cự dùng để quan sát trong dải hồng ngoại dài (LWIR).

Tình trạng kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Hiện nay, ống kính hồng ngoại khẩu độ lớn thông thường có khả năng thay đổi tiêu cự hầu hết được thiết kế theo nguyên tắc “+ - + ” bao gồm một cụm thấu kính có độ tụ dương phía trước, một cụm thấu kính dịch chuyển có độ tụ âm, một cụm thấu kính bù, một cụm thấu kính sau cùng để hội tụ các tia sáng lên bề mặt cảm biến. Trong đó cũng có một số giải pháp hữu ích về loại ống kính hồng ngoại chỉ sử dụng ba cụm thấu kính, trong đó cụm thấu kính thứ nhất và thứ ba làm từ cùng một loại vật liệu có chỉ số khúc xạ thấp hơn so với vật liệu chế tạo cụm thấu kính thứ hai và thường là các loại vật liệu tổng hợp giá thành gia công cao. Trong các giải pháp hữu ích này thường sử dụng cả các loại bề mặt phức tạp như bề mặt nhiều xạ, hoặc phi cầu – nhiều xạ.

Bên cạnh đó, một số loại ống kính đang sử dụng có cấu trúc phức tạp, gồm hai cụm thấu kính di chuyển. Thiết kế sử dụng số lượng thấu kính là rất lớn, dẫn tới làm suy giảm độ truyền qua trung bình của hệ quang. Một số ống kính khác sử dụng một số lượng lớn các bề mặt phi cầu bậc cao nên khó kiểm soát chất lượng của hệ quang khi nhiệt độ thay đổi trong một dải rộng. Thêm vào đó việc sử dụng nhiều bề mặt phi cầu làm tăng chi phí gia công do mức độ phức tạp của loại bề mặt này. Còn có loại có tổng chiều dài hệ quang thay đổi theo mỗi cấu hình tiêu cự, đồng thời phải dịch chuyển tới ba cụm thấu kính để đạt được tiêu cự cần thiết, điều này dẫn tới việc thiết kế cơ khí và điều khiển vô cùng phức tạp và không phù hợp trong nhiều ứng dụng mà ở đó yêu cầu chiều dài hệ quang là không đổi.

Bản chất kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Để giải quyết được các vấn đề đặt ra, nhóm tác giả đã đề xuất ống kính hồng ngoại đa trường nhìn khẩu độ lớn, có khả năng thay đổi tiêu cự và lấy nét bằng việc dịch chuyển một thấu kính đơn khi nhiệt độ môi trường hoặc khoảng cách tới đối tượng quan sát thay đổi. Ống kính quang học sử dụng cảm biến không làm lạnh thu nhận các bức xạ hồng ngoại trong dải bước sóng 8-12 μ m của các đối tượng khác nhau trong trường nhìn. Sử dụng một số ít các bề

mặt phi cầu, kết hợp sử dụng thấu kính đôi không liên để khử các quang sai quang học, giúp hệ quang đạt chất lượng ảnh tốt, gần với giới hạn nhiễu xạ tại cả hai trường nhìn. Tối giản số phần tử dịch chuyển, qua đó giảm tính phức tạp của cấu trúc hệ quang, cơ khí, giảm giá thành gia công chế tạo. Ống kính được thiết kế có khả năng làm việc trong dải nhiệt độ rộng mà vẫn duy trì chất lượng hình ảnh tốt.

Mục đích của giải pháp hữu ích là đề xuất một ống kính hồng ngoại đa trường nhìn khẩu độ lớn bao gồm: cụm thấu kính cố định phía trước, cụm thấu kính dịch chuyển để thay đổi tiêu cự và lấy nét, cụm thấu kính cố định phía sau cùng.

Theo cấu trúc này, ống kính được tối ưu để thực hiện chức năng thay đổi tiêu cự và lấy nét trên chỉ một thấu kính đơn, làm giảm độ phức tạp của ống kính.

Theo cấu trúc này, ống kính sử dụng một thấu kính đôi không liên ZnSe-Ge để cân bằng các loại quang sai quang học đặc biệt là để khử quang sai sắc.

Ống kính được thiết kế với cấu trúc đơn giản, sử dụng số lượng ít thấu kính, qua đó giảm sự hấp thụ các tia bức xạ tới, tăng độ phân giải chính xác của ảnh.

Một khía cạnh khác của giải pháp hữu ích đó là ống kính hồng ngoại đa trường nhìn khẩu độ lớn phải được thiết kế để thỏa mãn điều kiện như được định nghĩa theo biểu thức sau để đảm bảo quang sai cầu được cân bằng tại cả hai trường và chiều dài hệ quang phù hợp:

$$0,9 \leq f_1/f_t \leq 1,5$$

Trong đó f_1 là tiêu cự của cụm thấu kính thứ nhất, f_t là tiêu cự dài của ống kính. Thêm vào đó, trong ống kính hồng ngoại, tiêu cự âm của cụm thấu kính thứ hai đồng thời thỏa mãn biểu thức sau:

$$0,2 \leq -f_2/f_t \leq 0,5$$

Trong đó f_2 là tiêu cự của cụm thấu kính thứ hai, f_t là tiêu cự dài của ống kính.

Độ tụ của cụm thấu kính âm nằm trong dải này giúp cho đường kính các thấu kính của cụm thấu kính phía sau cùng không quá lớn, đồng thời giúp các chùm tia sáng tại các trường khác nhau sẽ hội tụ trên một mặt phẳng.

Cụm thấu kính phía sau cùng có tác dụng khử quang sai, hội tụ các tia bức xạ hồng ngoại lên từng pixel trên cảm biến. Tiêu cự của cụm thấu kính này cũng thỏa mãn biểu thức sau đây:

$$0,5 \leq f_3/f_t \leq 0,95$$

Trong đó f_3 là tiêu cự của cụm thấu kính phía sau cùng, f_t là tiêu cự dài của ống kính.

Theo cấu trúc này, cụm thấu kính thứ hai có thể được tách ra làm hai cụm thấu kính và dịch chuyển độc lập với nhau để tạo ra một ống kính đa tiêu cự.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1. Hình minh họa cấu trúc hệ quang của ống kính tại trường hẹp (trên) và trường rộng (dưới);

Hình 2. Quang sai cầu tại trường hẹp (trái) và trường rộng (phải);

Hình 3. Quang sai méo hình của ống kính tại trường hẹp (trái) và trường rộng (phải);

Hình 4. Đồ thị hàm MTF của ống kính tại trường hẹp;

Hình 5. Đồ thị hàm MTF của ống kính tại trường rộng;

Hình 6. Đồ thị mức tập trung năng lượng trên pixel tại trường hẹp;

Hình 7. Đồ thị mức tập trung năng lượng trên pixel tại trường rộng;

Mô tả chi tiết giải pháp hữu ích

Mục đích của giải pháp hữu ích là đề xuất một ống kính hồng ngoại đa trường nhìn khẩu độ lớn gồm có ba cụm thấu kính được sắp xếp theo thứ tự gần đối tượng nhất, dọc theo trục quang tới bề mặt cảm biến bao gồm: cụm thấu kính cố định phía trước (G1), cụm thấu kính dịch chuyển để thay đổi tiêu cự và lấy nét (G2), cụm thấu kính cố định phía sau cùng (G3). Trong đó,

Tham chiếu vào hình 1, cụm thấu kính cố định phía trước (G1) là một thấu kính đơn, dạng mặt khum, làm từ vật liệu germanium (Ge) có độ tụ dương, mặt lồi quay về phía mặt phẳng vật.

Tham chiếu vào hình 1, cụm thấu kính dịch chuyển để thay đổi tiêu cự và lấy nét (G2), là một thấu kính đơn, độ tụ âm, làm từ vật liệu Ge có hai bề mặt lõm.

Tham chiếu vào hình 1, Cụm thấu kính cố định phía sau cùng (G3) bao gồm một thấu kính đôi không liền ZnSe-Ge (3, 4) có độ tụ dương trong đó phần thấu kính ZnSe (Zinc Selenide) có độ tụ âm và phần thấu kính Ge có độ tụ dương.

Tham chiếu vào hình 1, cụm thấu kính cố định phía sau cùng (G3) còn bao gồm một thấu kính đơn (5), làm từ vật liệu Ge, có độ tụ dương. Bề mặt của các thấu kính trong cụm này (G3) đều có mặt lõm quay về phía mặt phẳng cảm biến.

Tham chiếu hình 2, hình 3, hình 4, hình 5, hình 6, hình 7, các quang sai cầu và quang sai méo hình tại trường nhìn hẹp và trường nhìn rộng đều đã được tối ưu có giá trị rất nhỏ xét trên toàn bộ mặt phẳng ảnh. Chất lượng hình ảnh nhiệt tốt trên cả hai trường nhìn của ống kính được thể hiện qua các đồ thị hàm truyền MTF và đồ thị phân bố năng lượng tập trung tiệm cận với giới hạn nhiễu xạ.

Theo cấu trúc này, ống kính được tối ưu để thực hiện chức năng thay đổi tiêu cự và lấy nét trên chỉ một thấu kính đơn (2), làm giảm độ phức tạp của ống kính.

Theo cấu trúc này, ống kính sử dụng một thấu kính đôi không liên ZnSe-Ge (3, 4) để cân bằng các loại quang sai quang học đặc biệt là để khử quang sai sắc.

Ống kính được thiết kế với cấu trúc đơn giản, sử dụng số lượng ít thấu kính, qua đó giảm sự hấp thụ các tia bức xạ tới, tăng độ phân giải chính xác của ảnh.

Một khía cạnh khác của giải pháp hữu ích đó là ống kính hồng ngoại đa trường nhìn khẩu độ lớn phải được thiết kế để thỏa mãn điều kiện như được định nghĩa theo biểu thức sau để đảm bảo quang sai cầu được cân bằng tại cả hai trường và chiều dài hệ quang phù hợp:

$$0,9 \leq f_1/f_t \leq 1,5$$

Trong đó f_1 là tiêu cự của cụm thấu kính thứ nhất (G1), f_t là tiêu cự dài của ống kính. Thêm vào đó, trong ống kính hồng ngoại, tiêu cự âm của cụm thấu kính thứ hai (G2) đồng thời thỏa mãn biểu thức sau:

$$0,2 \leq -f_2/f_t \leq 0,5$$

Trong đó f_2 là tiêu cự của cụm thấu kính thứ hai, f_t là tiêu cự dài của ống kính.

Độ tụ của cụm thấu kính âm nằm trong dải này giúp cho đường kính các thấu kính của cụm thấu kính phía sau cùng không quá lớn, đồng thời giúp các chùm tia sáng tại các trường khác nhau sẽ hội tụ trên một mặt phẳng.

Cụm thấu kính phía sau cùng (G3) có tác dụng khử quang sai, hội tụ các tia bức xạ hồng ngoại lên từng pixel trên cảm biến. Tiêu cự của cụm thấu kính này cũng thỏa mãn biểu thức sau đây:

$$0,5 \leq f_3/f_t \leq 0,95$$

Trong đó f_1 là tiêu cự của cụm thấu kính phía sau cùng, f_t là tiêu cự dài của ống kính.

Theo cấu trúc này, cụm thấu kính thứ hai (G2) có thể được tách ra làm hai cụm thấu kính và dịch chuyển độc lập với nhau để tạo ra một ống kính đa tiêu cự.

Theo đó, Ống kính hồng ngoại đa trường nhìn khẩu độ lớn với các thông số chi tiết như sau:

	Trường hẹp	Trường rộng
Tiêu cự f	135	45
Khẩu độ F#	1,3	1,1

Các thông số kỹ thuật chi tiết của từng phần tử trong ống kính hồng ngoại đa trường nhìn khẩu độ lớn có cấu trúc theo hình 1 như sau:

TT	Bán kính cầu r (mm)	Độ dày trục t (mm)	Vật liệu	Đường kính thông quang (mm)
1	97,85018	9,32	Germanium	119
2- Phi Cầu	111,0169	t_1	Không khí	
3	-355,6256	4	Germanium	55,4
4- Phi Cầu	325,0996	t_2	Không khí	
5- Cửa chắn sáng	95,6389	4,85	Zinc Selenide	56,2
6	84,3047	3,55198	Không khí	
7	104,2846	6,73	Germanium	59,5
8	210,4638	32,39065	Không khí	
9	57,6738	6,97	Germanium	47
10-Phi Cầu	63,2786	41,2527	Không khí	

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

Các kí hiệu t_j trong bảng dưới là giá trị khoảng cách trục giữa các cụm thấu kính dịch chuyển và hai cụm thấu kính liền kề. Các giá trị thay đổi tương ứng khi quan sát ở trường hẹp và trường rộng được liệt kê trong bảng dưới đây:

t_j	Trường hẹp (4.1°)	Trường rộng (12.6°)
t_1	12,2987	77,1932
t_2	69,8857	4,9906

Các bề mặt phi cầu được xác định theo công thức sau và giới hạn sử dụng đến hệ số phi cầu bậc 12:

$$z = \frac{\frac{1}{R}y^2}{1 + \sqrt{1 - (1+k)\frac{1}{R^2}y^2}} + \sum_{i=1}^6 A_{2i}y^{2i}$$

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.

Thông số các bề mặt phi cầu:

Mặt thứ	K	A4	A6
2	-0,24514469	2,0478e-8	9,4683e-13
4	23,3188188	-3,088e-10	-4,230e-12
10	-0,6608418	5,6060e-7	1,7217e-10

Mô tả chi tiết về giải pháp hữu ích này sẽ 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 giải pháp hữu ích, 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 dưới 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 đa trường nhìn khẩu độ lớn gồm các bộ phận:

cụm thấu kính cố định phía trước; cụm thấu kính cố định phía trước là một thấu kính đơn, dạng mặt khum, làm từ vật liệu germanium (Ge) có độ tụ dương, mặt lồi quay về phía mặt phẳng vật;

cụm thấu kính dịch chuyển để thay đổi tiêu cự và lấy nét là một thấu kính đơn, độ tụ âm, làm từ vật liệu Ge có hai bề mặt lồi;

cụm thấu kính cố định phía sau cùng bao gồm một thấu kính đôi không liên ZnSe-Ge có độ tụ dương trong đó phần thấu kính ZnSe (Zinc Selenide) có độ tụ âm và phần thấu kính Ge có độ tụ dương; cụm thấu kính cố định phía sau cùng còn bao gồm một thấu kính đơn khác, làm từ vật liệu Ge, có độ tụ dương, quay mặt lồi về phía mặt phẳng cảm biến;

cụm thấu kính thứ nhất phải được thiết kế để thỏa mãn điều kiện: $0,9 \leq f_1/f_t \leq 1,5$, trong đó f_1 là tiêu cự của cụm thấu kính thứ nhất, f_t là tiêu cự dài của ống kính.

2. Ống kính hồng ngoại đa trường nhìn khẩu độ lớn theo điểm 1 trong đó: cụm thấu kính dịch chuyển thứ hai đồng thời thỏa mãn biểu thức sau: $0,2 \leq -f_2/f_t \leq 0,5$, trong đó f_2 là tiêu cự của cụm thấu kính thứ hai, f_t là tiêu cự dài của ống kính.

3. Ống kính hồng ngoại đa trường nhìn khẩu độ lớn theo một trong số các điểm 1-2 trong đó: cụm thấu kính phía sau thỏa mãn biểu thức sau đây: $0,5 \leq f_3/f_t \leq 0,95$, trong đó là tiêu cự của cụm thấu kính phía sau cùng, là tiêu cự dài của ống kính.

4. Ống kính hồng ngoại đa trường nhìn khẩu độ lớn theo một trong số các điểm 1-3, trong đó: ống kính hồng ngoại đa trường nhìn khẩu độ lớn có tiêu cự ngắn là 45mm, khẩu độ lớn F#1,1, tiêu cự dài 135mm, khẩu độ lớn F#1,3.

5. Ống kính hồng ngoại đa trường nhìn khẩu độ lớn theo một trong số các điểm 1-4, đồng thời:

các thông số kỹ thuật chi tiết của từng phần tử trong ống kính hồng ngoại đa trường nhìn khẩu độ lớn áp dụng theo thông số:

tt	bán kính cầu r (mm)	độ dày trục t (mm)	vật liệu	đường kính thông quang (mm)
1	97,85018	9,32	germanium	119

2- phi cầu	111,0169	t_1	không khí	
3	-355,6256	4	germanium	55,4
4- phi cầu	325,0996	t_2	không khí	
5- cửa chắn sáng	95,6389	4,85	zinc selenide	56,2
6	84,3047	3,55198	không khí	
7	104,2846	6,73	germanium	59,5
8	210,4638	32,39065	không khí	
9	57,6738	6,97	germanium	47
10-phi cầu	63,2786	41,2527	không khí	

các kí hiệu t_j trong bảng dưới là giá trị khoảng cách trục giữa các cụm thấu kính dịch chuyển và hai cụm thấu kính liền kề, các giá trị thay đổi tương ứng khi quan sát ở trường hẹp và trường rộng được liệt kê trong bảng dưới đây:

t_j	trường hẹp (4.1°)	trường rộng (12.6°)
t_1	12,2987	77,1932
t_2	69,8857	4,9906

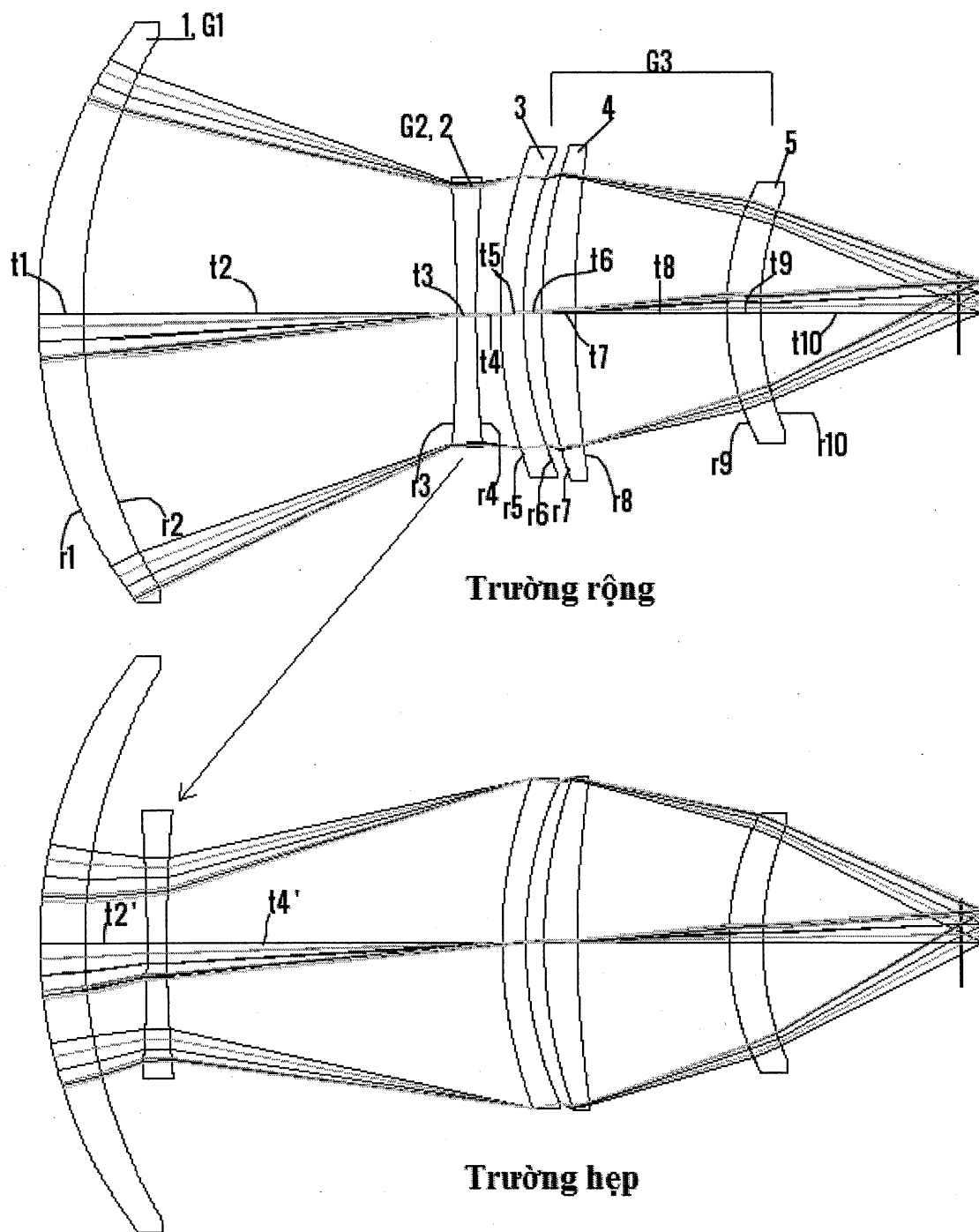
các bề mặt phi cầu được xác định theo công thức sau và giới hạn sử dụng đến hệ số phi cầu bậc 12:

$$z = \frac{\frac{1}{R}y^2}{1 + \sqrt{1 - (1+k)\frac{1}{R^2}y^2}} + \sum_{i=1}^6 A_{2i}y^{2i}$$

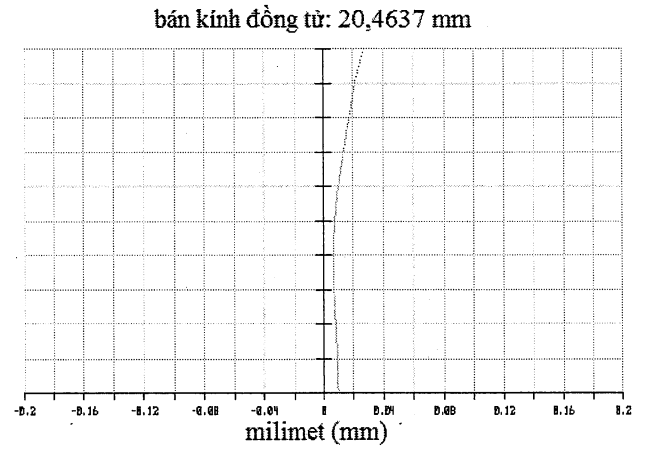
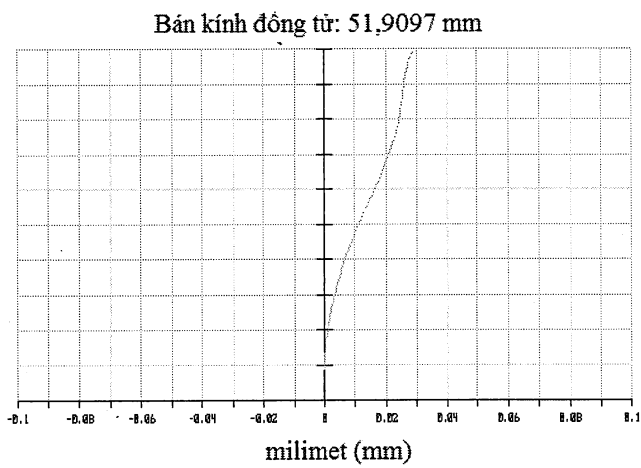
trong đó R là bán kính cong của mặt phi cầu, y là chiều cao dọc trục tính từ trục quang, k là hằng số conic của mặt phi cầu, A_{2i} là lần lượt là các hệ số phi cầu bậc chẵn 2, 4, 6, 8, 10, 12.

thông số các bề mặt phi cầu:

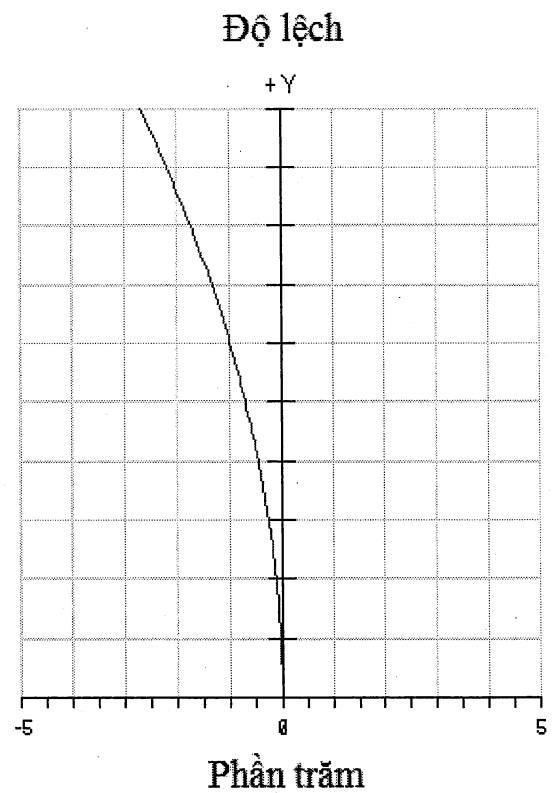
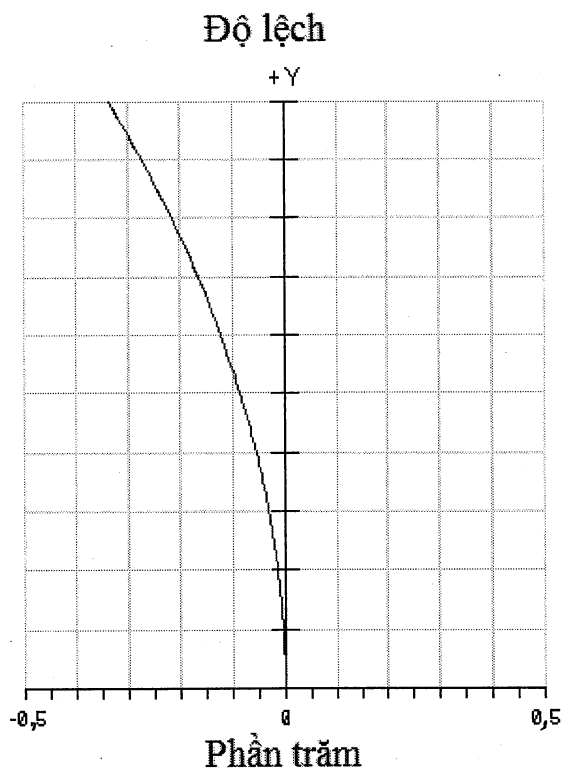
mặt thứ	K	A4	A6
2	-0,24514469	2,0478e-8	9,4683e-13
4	23,3188188	-3,088e-10	-4,230e-12
10	-0,6608418	5,6060e-7	1,7217e-10



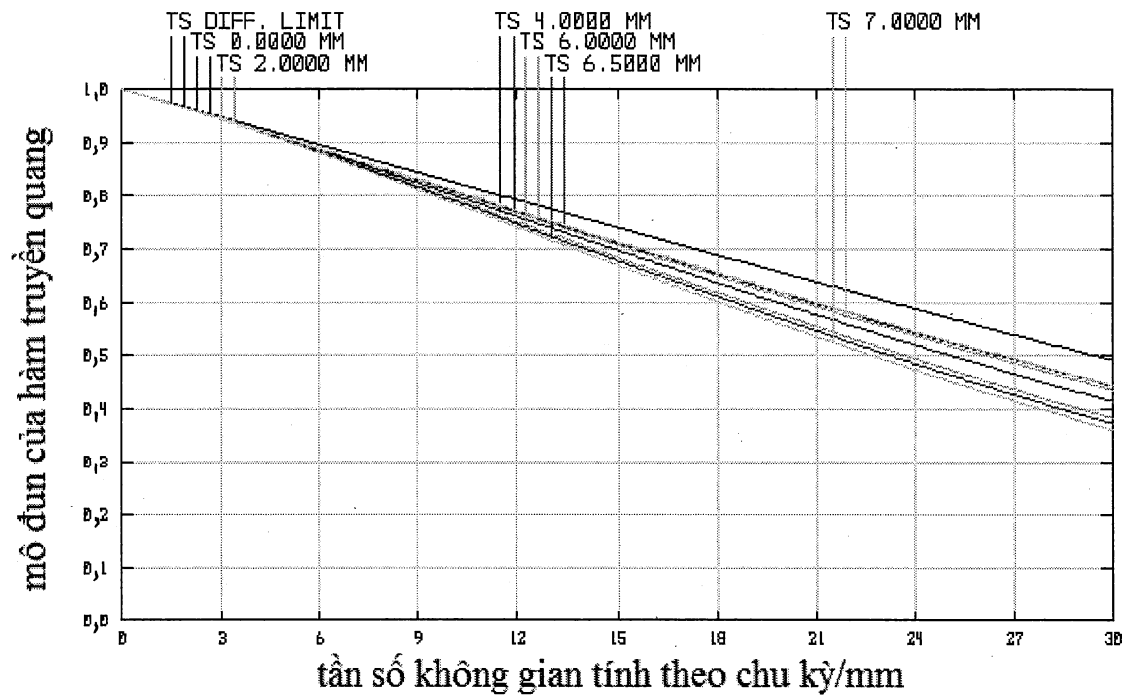
Hình 1



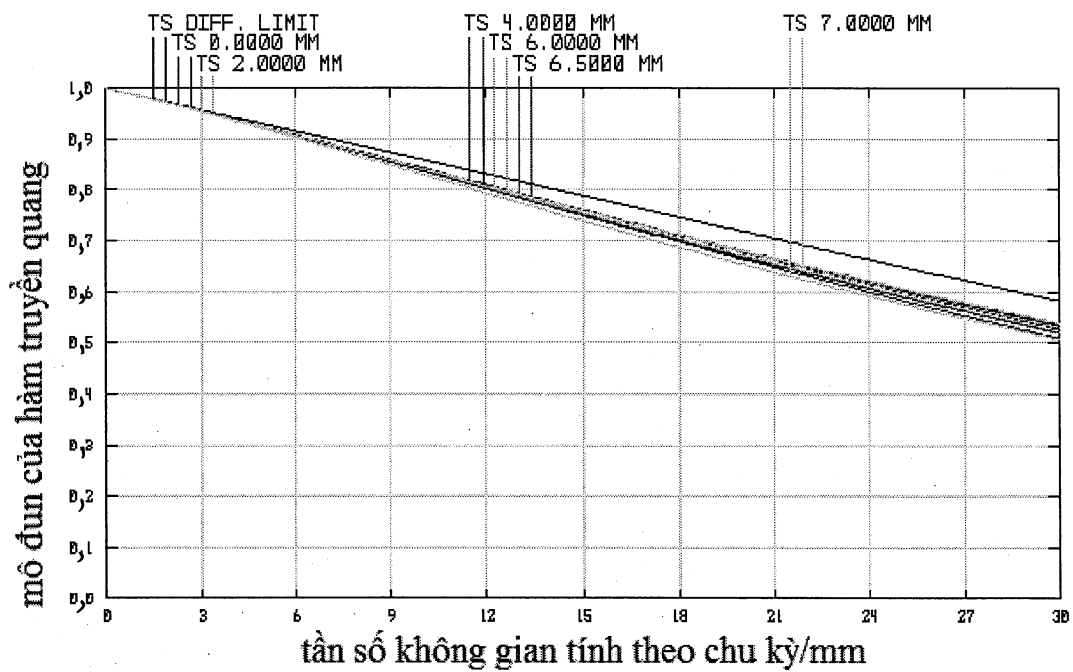
Hình 2



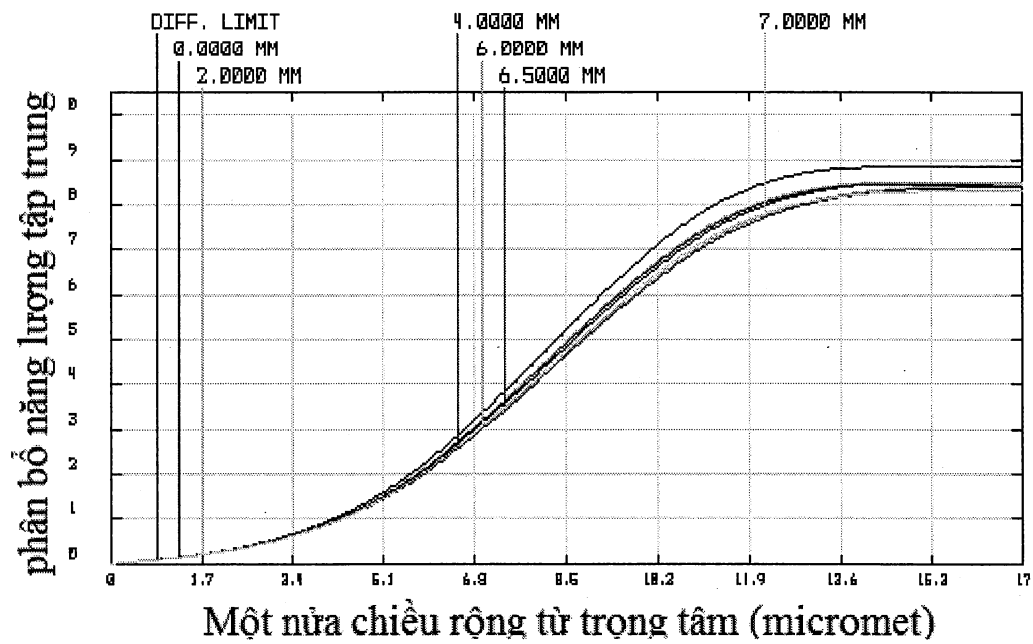
Hình 3



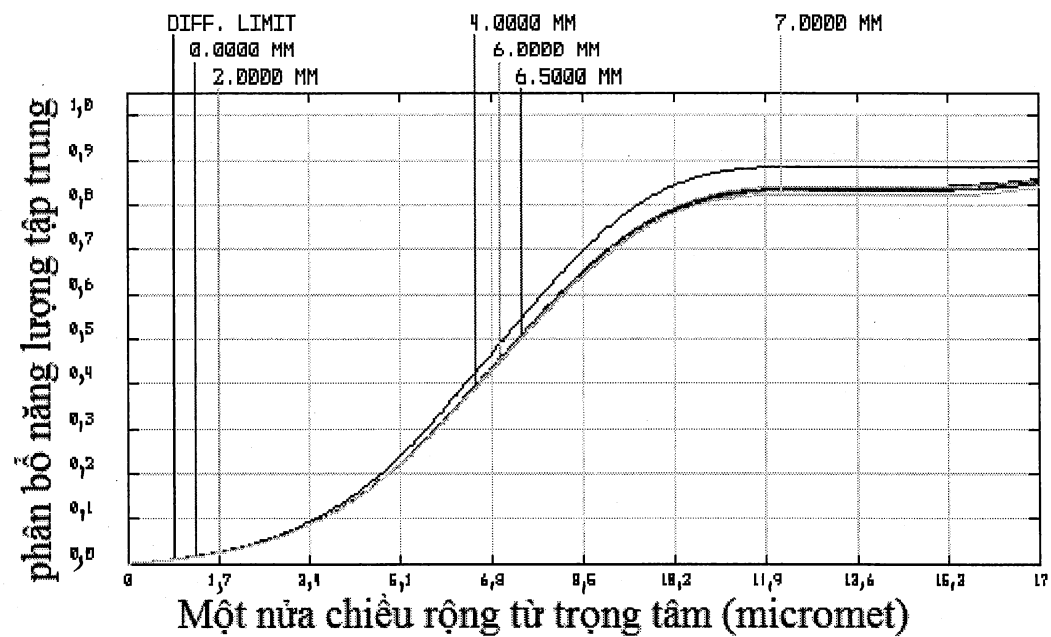
Hình 4



Hình 5



Hình 6



Hình 7