



(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)



1-0053728

(51)^{2020.01} G01B 11/00

(13) B

(21) 1-2021-07678

(22) 30/11/2021

(45) 25/11/2025 452

(43) 25/02/2022 407A

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

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

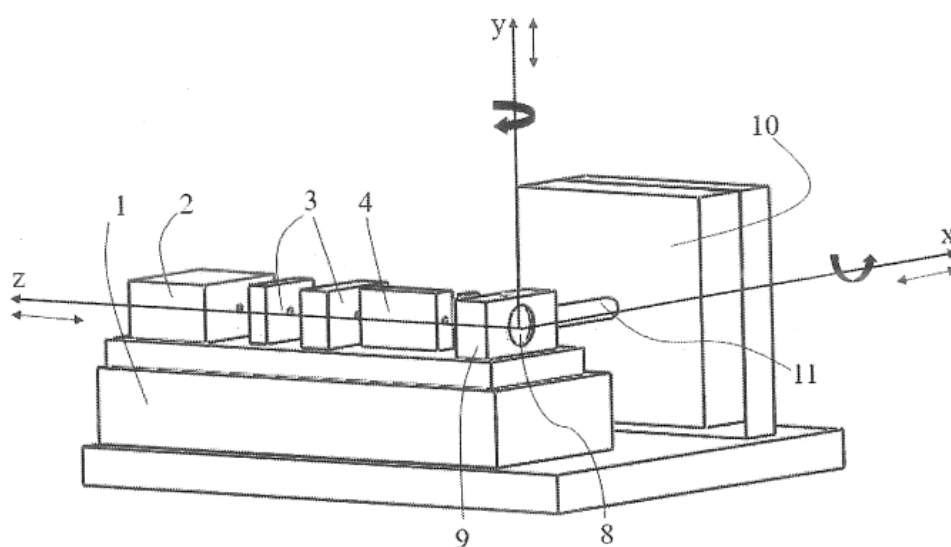
(72) Vũ Văn Tuấn (VN); Nguyễn Tuấn Anh (VN); Nguyễn Xuân Trường (VN); Trần Mạnh Thắng (VN).

(74) Công ty TNHH NACILAW (NACILAW)

(54) CƠ CẤU VI CHỈNH GƯƠNG LẮP ĐẶT NGOÀI KHOANG KHUẾCH ĐẠI

(21) 1-2021-07678

(57) Cơ cấu vi chỉnh gương bằng cách lắp đặt ngoài khoang khuếch đại có khả năng vi chỉnh gương thoát theo năm bậc tự do bao gồm ba bậc tịnh tiến và hai bậc quay, các thông số vi chỉnh được tối ưu cho khoang khuếch đại có chiều dài trong dải 15 mm đến 30 mm, chiều dài thanh hoạt chất trong khoảng 5 mm đến 10 mm. Hai bậc tự do góc quay được vi chỉnh với độ phân giải góc $\leq 39 \mu\text{rad}$. Cơ cấu vi chỉnh phù hợp để sử dụng cho đầu phát la-de theo cả cấu trúc bơm dọc và cấu trúc bơm cạnh.



Hình 4

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập tới cơ cấu vi chỉnh gương lắp đặt ngoài khoang khuếch đại. Cụ thể, cơ cấu vi chỉnh gương được sử dụng khi lắp đặt khoang khuếch đại của đầu phát la-de đối với cả hai cấu trúc bơm dọc và bơm cạnh. Sáng chế được đề xuất sử dụng trong lĩnh vực quang điện tử và la-de.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Đầu phát xung la-de rắn thực chất là một khoang khuếch đại la-de bao gồm các thành phần quang học chính như: đầu phát la-de đi-ốt, hệ quang học kết nối, gương đầu vào, thanh hoạt chất, khóa biến điệu phẩm chất và gương thoát. Các phần tử quang học này được tích hợp với nhau bằng hệ gá cơ khí chính xác tạo thành đầu phát la-de rắn sao cho đồng trục quang học. Cơ cấu vi chỉnh gương đóng vai trò quan trọng trong việc đồng trục hệ quang, thao tác vi chỉnh và cố định vị trí gương thoát sẽ tác động trực tiếp đến công suất phát và độ ổn định của khoang khuếch đại.

Trong khi lắp đặt khoang khuếch đại la-de, vị trí các gương dễ bị lệch góc so với trục quang học của khoang khuếch đại, gây suy giảm công suất hoặc không phát được xung la-de. Góc lệch tối đa cho phép giữa hai gương được xác định tại vị trí công suất đỉnh của la-de giảm 10%. Cơ cấu vi chỉnh gương có vai trò đưa gương vào/thoát đồng trục quang học với các phần tử quang học khác. Trong đó góc lệch trục quang luôn nằm trong dải góc lệch tối đa cho phép. Các chỉ tiêu kỹ thuật của bộ phận vi chỉnh phụ thuộc vào khoảng dịch chuyển của gương trong khoang khuếch đại và góc lệch tối đa cho phép.

Trong thí nghiệm, cơ cấu vi chỉnh gương được lắp đặt trong khoang khuếch đại, cơ cấu này vừa có chức năng giá đỡ gương vừa có chức năng vi chỉnh gương. Để vi chỉnh được gương thoát, cơ cấu này được thiết kế phức tạp bằng nhiều liên kết, điều này dẫn đến cơ cấu có thể bị xô lệch và mất vị trí khi khoang khuếch đại hoạt động với điều kiện rung xóc và trong dải nhiệt độ hoạt động có biên độ lớn. Để giải quyết những hạn chế trên, cơ

cấu vi chỉnh gương bằng các lắp đặt ngoài khoang khuếch đại được đề cập trong sáng chế này.

Cơ cấu chỉnh gương bằng cách lắp đặt ngoài khoang khuếch đại được sử dụng cho cả hai cấu trúc bơm dọc và cấu trúc bơm ngang, cơ cấu này sử dụng điều chỉnh cả gương thoát và gương vào hay gương phản xạ toàn phần bước sóng la-de phát xạ trong buồng.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề xuất cơ cấu vi chỉnh gương lắp đặt ngoài khoang khuếch đại có thể vi chỉnh theo năm bậc tự do (ba bậc tịnh tiến và hai bậc quay) với độ chính xác cao trong khi độ chính xác gia công cơ khí thông thường không thể đáp ứng, các tham số kỹ thuật được tối ưu cho khoang khuếch đại có chiều dài trong dải 15 mm đến 30 mm với thanh hoạt chất có chiều dài trong dải 5 mm đến 10 mm.

Để đạt được mục đích trên, cơ cấu được đề xuất bao gồm các thành phần:

Bộ phận vi chỉnh gương thoát theo năm bậc tự do bao gồm: ba bậc tịnh tiến gương theo ba trục của hệ trục đề-các *Oxyz* và hai bậc quay gương theo hai hướng trái- phải, trên-dưới.

Gương thoát được phủ mạ bán phản đối với bước sóng phát la-de. Trong đó một phần la-de bị phản xạ ngược lại trong khoang khuếch đại và một phần la-de được thoát ra khỏi khoang với năng lượng xung như mong muốn.

Giá đỡ gương thoát là thành phần cơ khí được gia công chính xác từ hợp kim nhôm, được kết nối dễ dàng với bộ phận vi chỉnh thông qua chi tiết cơ khí kết nối, gương thoát được đặt trong giá đỡ để có thể được vi chỉnh khi vi chỉnh giá đỡ gương thoát.

Chi tiết cơ khí kết nối là thành phần kết nối giữa bộ phận vi chỉnh với giá đỡ gương thoát. Thông qua chi tiết cơ khí kết nối, gương thoát có thể được vi chỉnh theo các bậc khi sử dụng bộ phận vi chỉnh.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1 là hình vẽ minh họa kết cấu tổng quát của nguồn phát la-de xung sử dụng cấu trúc bơm dọc với khóa biến điệu phẩm chất thụ động;

Hình 2 là hình vẽ minh họa kết cấu tổng quát của nguồn phát la-de xung sử dụng cấu trúc bơm cạnh với khóa biến điệu phẩm chất thụ động;

Hình 3 là hình vẽ biểu diễn góc lệch giữa gương đầu vào và gương thoát;

Hình 4 là hình vẽ minh họa cơ cấu vi chỉnh gương thoát bằng cách lắp đặt ngoài khoang khuếch đại;

Hình 5 là đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc của công suất la-de thoát ra từ khoang khuếch đại vào góc lệch của gương thoát khi thanh hoạt chất dài 5 mm;

Hình 6 là đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc của công suất la-de thoát ra từ khoang khuếch đại vào góc lệch của gương thoát khi thanh hoạt chất dài 7 mm;

Hình 7 là đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc của công suất la-de thoát ra từ khoang khuếch đại vào góc lệch của gương thoát khi thanh hoạt chất dài 10 mm.

Mô tả chi tiết sáng chế

Tham chiếu Hình 1, cơ cấu khoang khuếch đại đầu phát la-de sử dụng cấu trúc bơm dọc bao gồm các thành phần chính như sau: hệ gá cơ khí 1, nguồn la-de đi-ốt 2, hệ quang học kết nối 3 dẫn la-de từ la-de đi-ốt vào khoang khuếch đại, hệ gá cơ khí thanh hoạt chất- khóa biến điệu phẩm chất 4, gương đầu vào 5, thanh hoạt chất 6, khóa biến điệu phẩm chất 7, gương thoát 8 và giá đỡ gương thoát 9.

Tham chiếu Hình 2, cơ cấu khoang khuếch đại đầu phát la-de sử dụng cấu trúc bơm cạnh bao gồm các thành phần chính như sau: hệ gá cơ khí 1, nguồn la-de đi-ốt 2, hệ gá cơ khí thanh hoạt chất- khóa biến điệu phẩm chất 4, gương đầu vào 5, thanh hoạt chất 6, khóa biến điệu phẩm chất 7, gương thoát 8 và giá đỡ gương thoát 9.

Khi sử dụng cơ cấu vi chỉnh được đề xuất trong sáng chế, có thể vi chỉnh được gương thoát 8 của cấu trúc bơm dọc; gương đầu vào 5 và gương thoát 8 của cấu trúc bơm cạnh để trục quang học của các dụng cụ quang trùng nhau.

Tham chiếu Hình 4, cơ cấu vi chỉnh gương thoát bằng cách lắp đặt ngoài khoang khuếch đại bao gồm các thành phần chính sau: gương thoát 8, giá đỡ gương thoát 9, bộ phận vi chỉnh gương thoát 10 và chi tiết cơ khí kết nối 11. Cụ thể:

Gương thoát 8 được phủ bán mạ với bước sóng la-de. Trong đó một phần la-de bị phản xạ ngược lại trong khoang khuếch đại và một phần la-de được thoát ra khỏi khoang với năng lượng xung như mong muốn.

Giá đỡ gương thoát 9 được gia công chính xác từ hợp kim nhôm theo yêu cầu kỹ thuật của đầu phát la-de, có thể di chuyển tự do trên hệ gá cơ khí, gương thoát được đặt trong giá đỡ để có thể được vi chỉnh khi vi chỉnh giá đỡ gương thoát. Sau khi vi chỉnh gương thoát 8 tới vị trí để đầu phát la-de có thể phát ra xung la-de với tần số ổn định, giá đỡ gương thoát 9 sẽ được gắn cố định vào hệ gá cơ khí bằng keo dán quang học đặc biệt có độ giãn nở nhiệt thấp, thời gian đóng cứng nhanh.

Bộ phận vi chỉnh gương thoát 10 theo năm bậc tự do bao gồm: ba bậc tịnh tiến gương thoát theo ba trục của hệ trục đề-các $Oxyz$ và hai bậc quay gương theo hai hướng trái-phải, trên-dưới. Trong đó:

Dải vi chỉnh của ba bậc tịnh tiến theo ba trục Ox , Oy và Oz lớn hơn 15 mm để chiều dài khoang khuếch đại trong dải 15 mm đến 30 mm.

Độ vi chỉnh của hai bậc quay trái-phải và trên-dưới phụ thuộc vào góc lệch tối đa $\alpha_{10\%}$ của gương thoát tại đó công suất đỉnh $P_{đỉnh}$ giảm 10%. Góc lệch của gương thoát gây ra mất mát ảnh hưởng đến xung la-de thoát ra khỏi khoang khuếch đại, để khoang khuếch đại có thể phát ra la-de ổn định, góc lệch này không được vượt quá góc lệch tối đa.

Với khoang khuếch đại la-de gồm gương đầu vào và gương thoát có bán kính cong lần lượt là R_j, R_i ; độ dài vật lý của khoang L_0 ; thanh hoạt chất có độ dài l và chiết suất n (Hình 3). Tính chất về chế độ của buồng phát la-de ảnh hưởng bởi độ dài hiệu dụng của buồng: $L^* = L_0 - \frac{l}{n}$ và hệ số g_i, g_j : $g_i = 1 - \frac{L^*}{R_i}, g_j = 1 - \frac{L^*}{R_j}$. Gọi θ_i là góc lệch trục giữa quang trục của chùm la-de khi gương thoát bị lệch một góc α_i và quang trục khi gương

thoát không bị lệch, độ lệch quang trục gương đầu vào và gương thoát lần lượt là Δ_{ji} và Δ_{ii} khi đó θ_i , Δ_{ji} và Δ_{ii} được xác định bằng:

$$\begin{cases} \theta_i = \alpha_i \frac{1 - g_i}{1 - g_i g_j} \\ \Delta_{ji} = \alpha_i \frac{L^*}{1 - g_i g_j} \\ \Delta_{ii} = \alpha_i \frac{L^* g_j}{1 - g_i g_j} \end{cases} \quad (1)$$

Giả sử trong buồng phát tồn tại hai lỗ nhỏ tại gương đầu vào và gương thoát, khi gương thoát bị lệch thì lỗ nhỏ tại gương thoát cũng bị lệch theo. Mất mát trong khoang khuếch đại là mất mát nhiều xạ qua hai lỗ nhỏ khi gương thoát bị lệch. Hệ số mất mát trong khoang V_i thay đổi phụ thuộc vào Δ_{ji}, Δ_{ii} theo công thức sau:

$$V_i = V_0 - \left\{ \left(\frac{\Delta_{ji} a_j}{w_j w_j} \right)^2 \exp \left[-2 \left(\frac{a_j}{w_j} \right)^2 \right] + \left(\frac{\Delta_{ii} a_i}{w_i w_i} \right)^2 \exp \left[-2 \left(\frac{a_i}{w_i} \right)^2 \right] \right\} \quad (2)$$

Trong đó w_i, w_j là bán kính eo của chùm gaussian tại vị trí hai lỗ nhỏ, a_i, a_j là bán kính hai lỗ nhỏ ($a_i = 1,2w_i; a_j = 1,2w_j$), V_0 là hệ số mất mát khi gương không bị lệch:

$$V_0 = 1 - \frac{1}{2} \left\{ \exp \left[-2 \left(\frac{a_j}{w_j} \right)^2 \right] + \exp \left[-2 \left(\frac{a_i}{w_i} \right)^2 \right] \right\} \quad (3)$$

Năng lượng của la-de trong khoang khuếch đại:

$$P_{out}(\alpha) = A_b(\alpha) I_s \frac{1 - R_i}{1 - R_i V_i + \left(\frac{1}{V_s} - V_s \right) \sqrt{R_i V_i}} \left(g_o l - \left| \ln \sqrt{R_i V_i V_s^2} \right| \right) \quad (4)$$

Trong đó $A_b(\alpha)$ là tiết diện cắt ngang của chùm tia, $g_o l$ là hệ số khuếch đại tín hiệu nhỏ, I_s là mật độ bão hòa, V_s là hệ số mất mát khi truyền qua thanh hoạt chất.

Tính toán từ các phương trình (2), (3) và (4) góc lệch tối đa của gương thoát trong dải 39 μrad đến 47 μrad khi khoang khuếch đại có chiều dài vật lý trong dải 15 mm đến 30

mm, thanh hoạt chất có chiều dài trong dải 5 mm đến 7 mm. (Tham chiếu Hình 5, Hình 6 và Hình 7).

Gương thoát 8 được gá cố định vào giá đỡ 9 và hệ này được vi chỉnh bởi cơ cấu có góc lệch tối đa $39 \mu\text{rad}$ thì khoang khuếch đại la-de có chiều dài khoang trong dải 15 mm đến 30 mm, chiều dài thanh hoạt chất trong dải 5 mm đến 10 mm, gương đầu vào có bán kính cong vô cùng, gương thoát có bán kính cong 2000 mm cho công suất la-de đầu ra có công suất $P \geq 0,9P_{\text{đỉnh}}$ (công suất đỉnh $P_{\text{đỉnh}}$ giảm 10%).

Khi đó thành phần vi chỉnh hai bậc quay gương của bộ phận vi chỉnh 10 phải có độ phân giải (góc quay gương nhỏ nhất có thể đạt được khi thực hiện thao tác vi chỉnh) nhỏ hơn $39 \mu\text{rad}$.

Chi tiết cơ khí ghép nối 11 là thành phần kết nối giữa bộ phận vi chỉnh 10 với giá đỡ gương thoát 9, có cấu tạo từ các thanh kim loại hình trụ được chế tạo từ hợp kim nhôm. Chi tiết cơ khí ghép nối 11 được liên kết với bộ phận vi chỉnh 10 và giá đỡ gương thoát 9 bằng các mối ghép ren vít. Như vậy thông qua chi tiết cơ khí kết nối 11, bộ phận vi chỉnh 10 được đặt ngoài khoang khuếch đại la-de có thể vi chỉnh được gương thoát 8 theo năm bậc tự do (gương thoát 8 là một thành phần của khoang khuếch đại la-de). Khi gương thoát 8 được vi chỉnh tới vị trí để đầu phát la-de phát xung ổn định thì giá đỡ gương thoát 9 sẽ được gắn với hệ gá cơ khí bằng keo dán quang. Sau khi giá đỡ gương thoát 9 được gắn cố định hoàn toàn vào hệ gá cơ khí, chi tiết cơ khí kết nối 11 sẽ được tháo rời dễ dàng ra khỏi bộ phận vi chỉnh 10 và giá đỡ gương thoát 9. Bộ phận vi chỉnh 10 và chi tiết cơ khí kết nối 11 có thể được sử dụng tiếp để vi chỉnh gương thoát trong khoang khuếch đại của các hệ thống la-de khác, ngoài ra các thành phần này có thể được dùng để vi chỉnh các thành phần quang học khác của đầu phát xung la-de rắn như gương đầu vào, thanh hoạt chất, khóa biến điệu phẩm chất nếu như các thành phần này kết nối với bộ phận vi chỉnh 10 và chi tiết cơ khí kết nối 11 thông qua các mối ghép ren vít.

Với cấu tạo như được mô tả và nguyên lý như trên, sáng chế đảm bảo được các mục đích đề ra như vi chỉnh gương lắp đặt ngoài khoang khuếch đại, cơ cấu có thể vi chỉnh gương thoát theo các trục của hệ tọa độ đề-các $Oxyz$ và vi chỉnh nghiêng theo hai phương

trái-phải, trên-dưới. Giá đỡ gương thoát được lắp ráp với khoang khuếch đại bằng keo quang có khả năng chống rung xóc tốt, độ giãn nở nhiệt thấp, thời gian đóng cứng nhanh. Ngoài ra khả năng lắp ráp tích hợp đơn giản, nhanh chóng, phù hợp với việc sản xuất hàng loạt.

Tuy nhiên, rõ ràng là đối với người hiểu biết trung bình trong lĩnh vực sáng chế không bị giới hạn ở phương án được mô tả trong phần mô tả sáng chế. Sáng chế có thể được thực hiện ở chế độ cải biến hoặc thay đổi mà không nằm ngoài phạm vi sáng chế được xác định bởi các điểm yêu cầu bảo hộ. Vì vậy những gì được mô tả trong phần mô tả sáng chế chỉ nhằm mục đích minh họa, sẽ không áp đặt bất kỳ giới hạn nào đối với sáng chế.

Hiệu quả sáng chế đạt được

Sáng chế cho phép vi chỉnh gương thoát trong quá trình chế tạo, lắp ráp các đầu phát la-de sử dụng cấu trúc bơm dọc và bơm ngang theo nhiều chiều với độ chính xác cao, khắc phục những hạn chế do gia công cơ khí không đáp ứng được.

Cấu tạo của cơ cấu đơn giản, ít chi tiết, đáp ứng yêu cầu gia công, lắp ráp, tích hợp nhanh.

Yêu cầu bảo hộ

1. Cơ cấu vi chỉnh gương bằng cách lắp đặt ngoài khoang khuếch đại, sử dụng cho đầu phát la-de cấu trúc bơm dọc và bơm cạnh bao gồm các bộ phận:

bộ phận vi chỉnh gương thoát theo năm bậc tự do bao gồm: ba bậc tịnh tiến gương thoát theo ba trục của hệ tọa độ đề-các $Oxyz$ và hai bậc quay gương theo hai hướng trái-phải, trên-dưới.

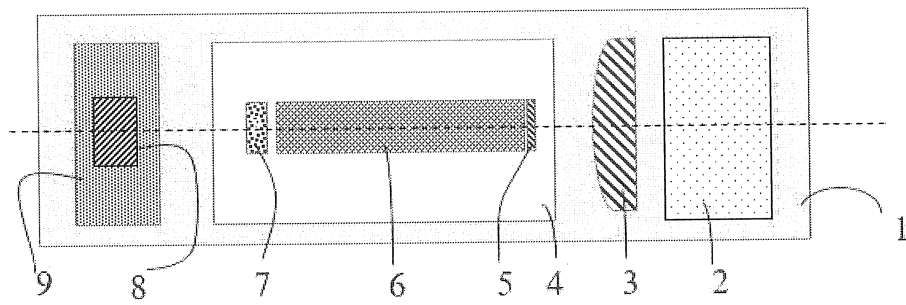
gương thoát được phủ bán mạ đối với bước sóng phát la-de. Trong đó một phần la-de bị phản xạ ngược lại trong khoang khuếch đại và một phần la-de được thoát ra khỏi khoang với năng lượng xung như mong muốn.

giá đỡ gương thoát là thành phần cơ khí được gia công chính xác từ hợp kim nhôm, được kết nối dễ dàng với bộ phận vi chỉnh thông qua chi tiết cơ khí kết nối, gương thoát được đặt trong giá đỡ để có thể được vi chỉnh khi vi chỉnh giá đỡ gương thoát.

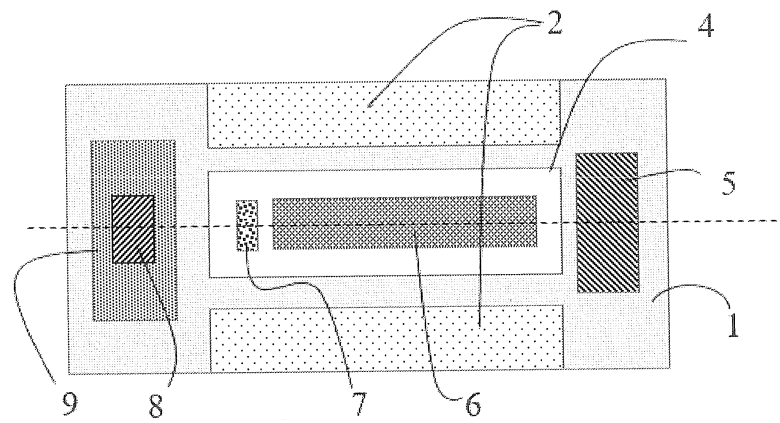
chi tiết cơ khí ghép nối là thành phần kết nối giữa bộ phận vi chỉnh với giá đỡ gương thoát, có cấu tạo từ các thanh kim loại hình trụ được chế tạo từ hợp kim nhôm, chi tiết cơ khí ghép nối được liên kết với bộ phận vi chỉnh và giá đỡ gương thoát bằng các mối ghép ren vít; như vậy thông qua chi tiết cơ khí kết nối, bộ phận vi chỉnh được đặt ngoài khoang khuếch đại la-de có thể vi chỉnh được gương thoát theo năm bậc tự do.

2. Cơ cấu vi chỉnh gương bằng cách lắp đặt ngoài khoang khuếch đại theo điểm 1, sử dụng cơ cấu vi chỉnh năm bậc tự do với khoảng dịch chuyển của ba bậc tịnh tiến theo ba trục của hệ tọa độ đề-các $Oxyz$ lớn hơn 15 mm.

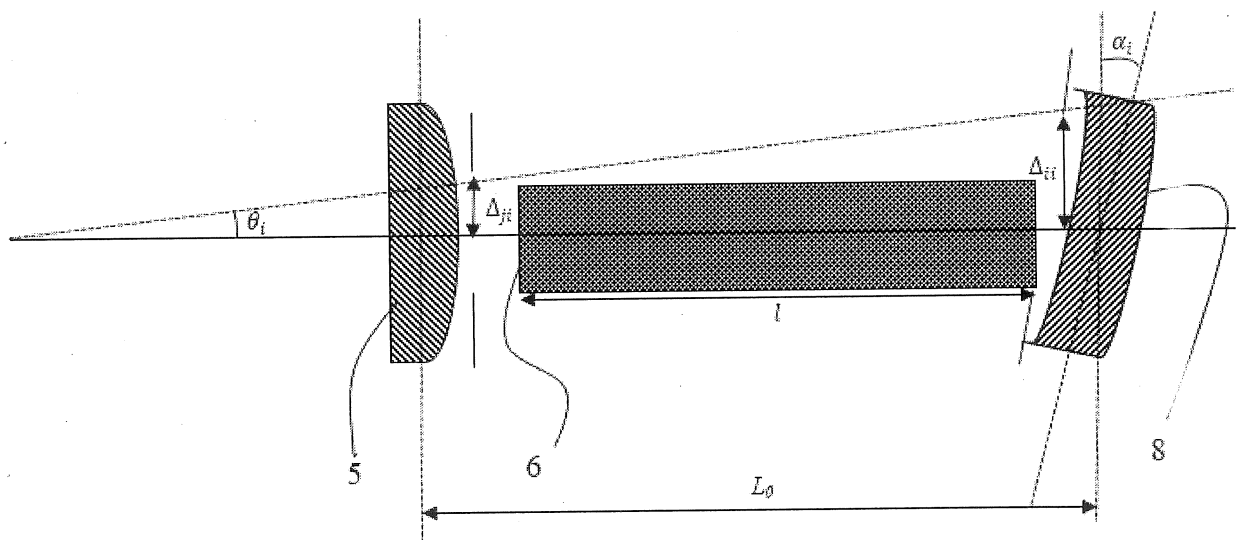
3. Cơ cấu vi chỉnh gương bằng cách lắp đặt ngoài khoang khuếch đại theo điểm 1, sử dụng cơ cấu vi chỉnh năm bậc tự do có độ phân giải vi chỉnh của hai bậc quay theo hai hướng trái-phải, trên-dưới nhỏ hơn 39 μrad .



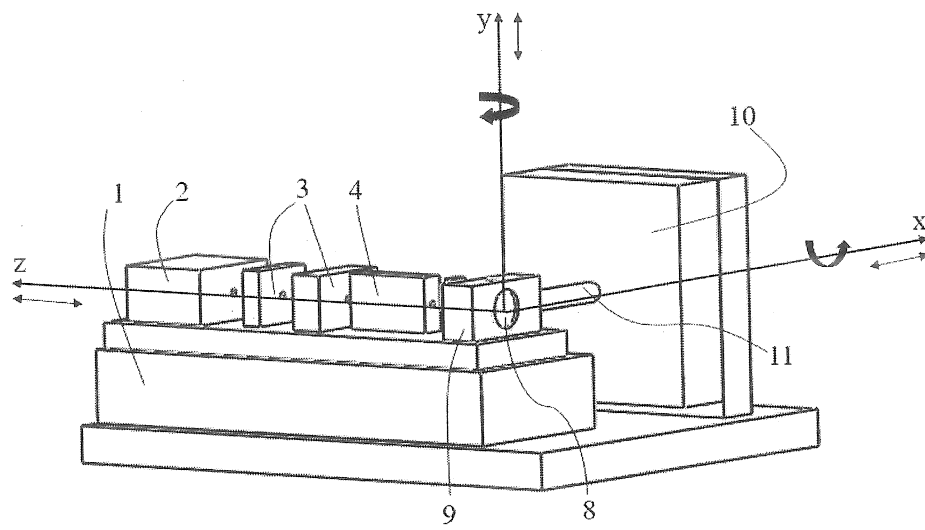
Hình 1



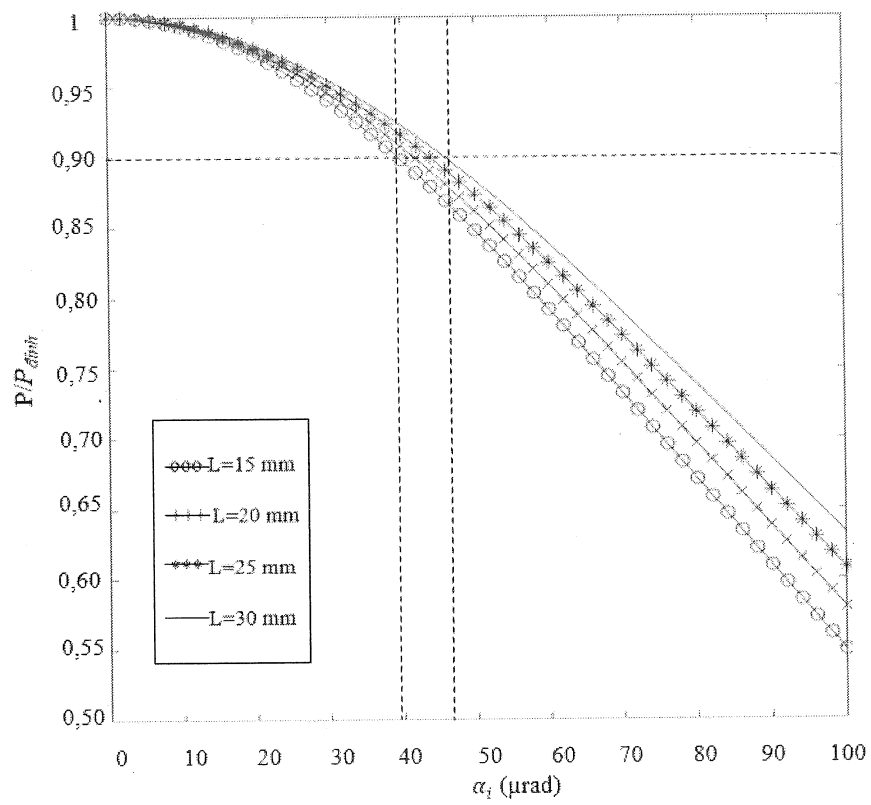
Hình 2



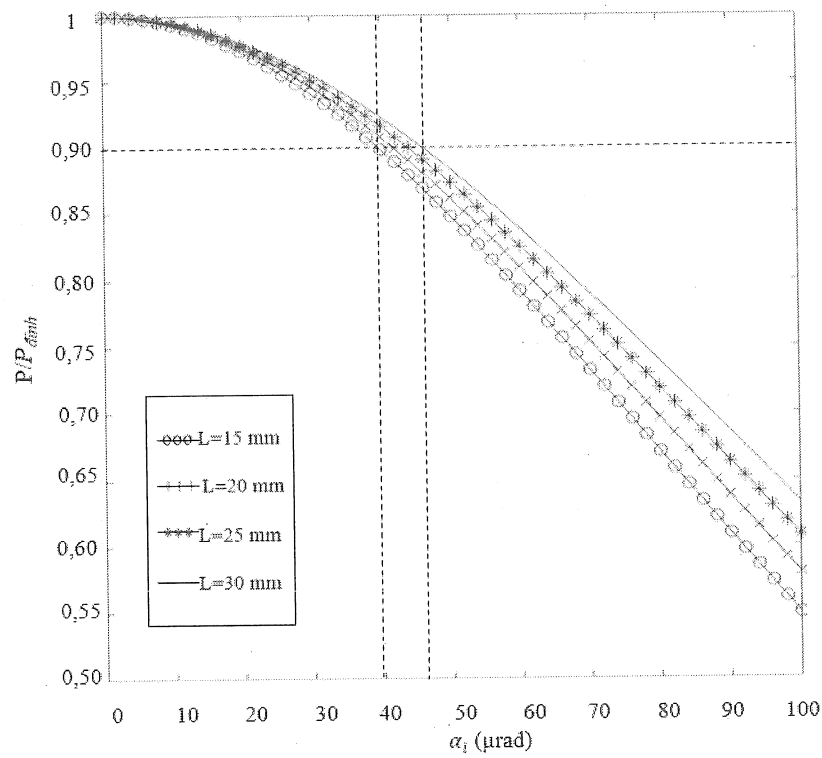
Hình 3



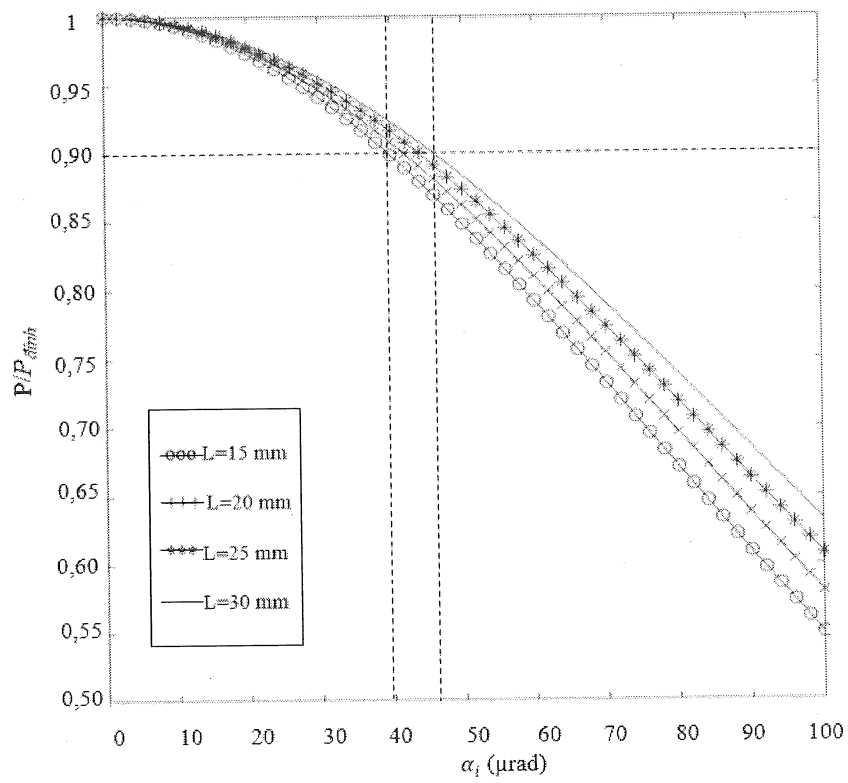
Hình 4



Hình 5



Hình 6



Hình 7