



(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)



1-0053647

(51)^{2022.01} G01R 31/00

(13) B

(21) 1-2022-07847

(22) 30/11/2022

(45) 25/11/2025 452

(43) 27/03/2023 420A

(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

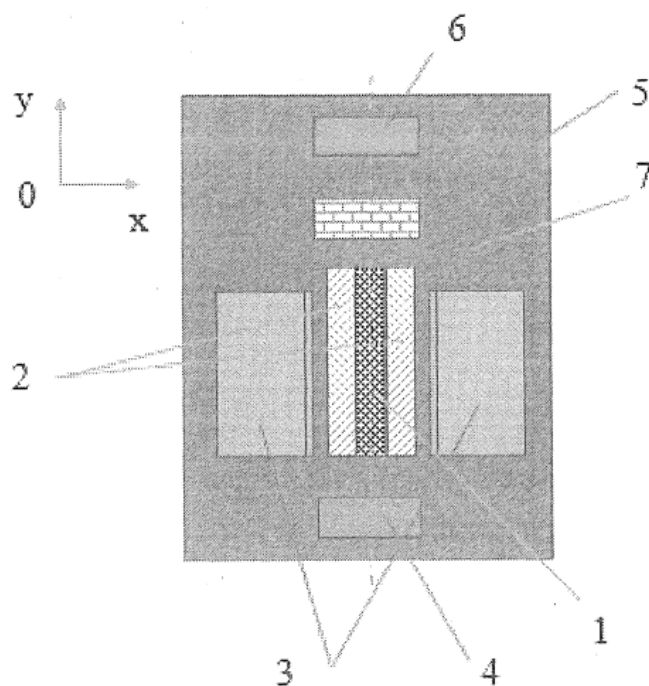
(72) VŨ VĂN TUẤN (VN); TÔ BẢO ĐỒNG (VN); NGUYỄN TUẤN ANH (VN).

(74) Công ty TNHH NACILAW (NACILAW)

(54) CƠ CẤU KHOANG KHUẾCH ĐẠI BƠM CẠNH

(21) 1-2022-07847

(57) Sáng chế đề xuất cơ cấu khoang khuếch đại bơm cạnh sử dụng thanh hoạt chất Er/Yb hoạt động ở tần số cao 10 Hz – 30 Hz được phát triển dựa trên phương án tối ưu cách sắp xếp nguồn bơm la-de đi-ốt để tránh hiện tượng bị phá hủy do chiếu trực tiếp vào nhau đã được đề xuất. Trong đó, hai nguồn bơm thanh la-de được đặt so le lệch khoảng cách $p/2$ theo phương dọc trục thanh hoạt chất, hoặc hai nguồn bơm này được sắp xếp đối xứng trục qua thanh hoạt chất với góc nghiêng theo phương ngang góc $\geq 5^\circ$. Ngoài ra, thanh hoạt chất Er/Yb được tản nhiệt ra khỏi vôn đồng/nhôm bằng lớp đệm tản nhiệt bằng vật liệu sa phia hoặc YAG. Thanh hoạt chất được tối ưu với chiều dày 0,8 mm đến 1 mm. Đồng thời cửa sổ bơm được chọn với chiều dài bằng kích thước thanh la-de đi-ốt và chiều cao trong dải 0,5 mm đến 0,8 mm.



Hình 1

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập tới cơ cấu khoang khuếch đại bơm cạnh. Cụ thể, cơ cấu khoang khuếch đại bơm cạnh được đề xuất được 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 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.

Đối với khoang khuếch đại la-de rắn sử dụng cấu trúc bơm cạnh, nguồn la-de đi-ốt thông thường được sắp xếp đối xứng quanh thanh hoạt chất, điều này dẫn đến nguồn bơm la-de đi-ốt này chiếu trực tiếp vào nguồn la-de đi-ốt kia sau khi la-de đi qua thanh hoạt chất. Khi công suất hội tụ vào phần tử la-de bán dẫn với công suất $\geq 5\%$ công suất lớn nhất, chùm la-de sẽ gây cháy hỏng lớp bán dẫn. Chính vì vậy, sáng chế này đề xuất ra phương án lắp đặt các nguồn la-de đi-ốt để tránh sự phá hỏng lớp bán dẫn. Đồng thời đưa ra phương án tản nhiệt cho thanh hoạt chất khi khoang khuếch đại la-de hoạt động ở tần số cao.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề xuất cơ cấu bơm khoang khuếch đại sử dụng cấu trúc bơm cạnh. Trong đó, nguồn bơm la-de đi-ốt được sắp xếp để tránh hiện tượng bị phá hủy do các nguồn bơm chiếu trực tiếp vào nhau. Ngoài ra, cơ cấu tản nhiệt thanh hoạt chất Er/Yb được đưa ra nhằm đảm bảo khoang khuếch đại có thể hoạt động ở tần số 10 Hz – 30 Hz.

Để đạt được mục đích các nguồn la-de đi ốt bơm không bị phá hủy do chiếu trực tiếp vào nhau, cơ cấu được đề xuất với 2 giải pháp:

- Giải pháp 1: hai nguồn la-de đi-ốt 3 được sắp xếp so le dọc theo trục Oy. Hai

nguồn la-de đi-ốt được điều chỉnh lệch khoảng cách $p/2$, trong đó p là khoảng cách giữa hai phần tử phát la-de bán dẫn;

- Giải pháp 2: 2 nguồn la-de đi-ốt 3 được sắp xếp đối xứng qua thanh hoạt chất 1 và nghiêng góc ≥ 5 độ so với phương ngang như Hình 3.

Để khoang khuếch đại sử dụng thanh hoạt chất Er/Yb có thể hoạt động được ở tần số cao 10 Hz – 30 Hz. Thanh hoạt chất hình 1 được tản nhiệt ra vỏ 7 và 7* kim loại (đồng hoặc nhôm) bằng tấm vật liệu đệm 2 bằng sa phia hoặc YAG. Khối vật liệu đệm - Er/Yb được gá chặt trong khối đế vỏ 7 hoặc 7*. Kích thước cửa sổ cho la-de bơm đi qua khối tản nhiệt có chiều cao ($0z$) trong dải 0,5 mm đến 0,8 mm và chiều dài ($0y$) bằng chiều dài nguồn thanh la-de đi-ốt. Chiều dày thanh hoạt chất sử dụng trong dải 0,8 mm đến 1 mm.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1 là hình vẽ biểu diễn kết cấu khoang khuếch đại la-de bơm cạnh.

Hình 2 là hình vẽ biểu diễn cấu hình nguồn la-de đi-ốt được xếp so le giữa các phần tử bán dẫn phát la-de của 2 nguồn bơm la-de thanh.

Hình 3 là hình vẽ mặt cắt ngang kết cấu khoang khuếch đại laser thể hiện nguồn bơm la-de đi-ốt, thanh hoạt chất và kết cấu tản nhiệt thanh hoạt chất.

Hình 4 là hình vẽ biểu diễn khoảng cách giữa các lớp phát la-de bán dẫn trong nguồn la-de đi-ốt thanh.

Hình 5 là hình vẽ biểu diễn chùm bơm la-de vào thanh hoạt chất bằng phần mềm Zemax.

Hình 6 là hình vẽ biểu diễn chênh lệch nhiệt độ giữa tâm và cạnh của thanh hoạt chất được tính toán bằng phần tử hữu hạn.

Mô tả chi tiết sáng chế

Tham chiếu Hình 1, cơ cấu khoang khuếch đại đầu phát la-de sử dụng cấu trúc cạnh gồm:

Buồng cộng hưởng được thiết kế theo cấu hình tuyến tính (linear cavity), trong đó các thành phần quang học được bố trí lần lượt theo thứ tự gồm: gương phản xạ toàn phần 4, thanh hoạt chất 1, nguồn bơm la-de đi-ốt 3, khóa biến điệu phẩm chất 5, và gương thoát 6. Tất cả các thành phần này được lắp đặt đồng trục và cố định chắc chắn trên một bộ cơ khí 7. Khoảng cách giữa các thành phần quang học liên tiếp được duy trì trong khoảng từ 2 mm đến 10 mm;

Nguồn bơm la-de đi-ốt 3 sử dụng là nguồn bơm xung có dạng thanh bao gồm nhiều phần tử phát la-de bán dẫn, trong đó chiều rộng là w và khoảng cách giữa hai phần tử là p như trong Hình 4. Mỗi phần tử có chiều rộng w nằm trong khoảng 100 μm đến 200 μm , và khoảng cách giữa hai phần tử liên kế p trong khoảng từ 200 μm đến 500 μm . Hai nguồn bơm la-de đi-ốt được bố trí ở hai bên thanh hoạt chất cách bề mặt thanh hoạt chất khoảng 0,5 mm đến 1 mm, các chùm tia bơm được chiếu vào trục đối xứng của thanh hoạt chất.

Để tránh hiện tượng ánh sáng bơm chưa được hấp thụ hoàn toàn bởi môi trường hoạt chất chiếu vào nguồn la-de đi-ốt 3 đối diện (có thể gây hư hại), hai phương án bố trí bơm được áp dụng như sau:

Phương án thứ nhất: hai nguồn bơm la-de đi-ốt 3 được sắp xếp so le giữa các phần tử la-de bán dẫn của thanh la-de; hai thanh la-de được đặt lệch nhau khoảng cách $p/2$ (khoảng 100 μm đến 250 μm) theo trục quang thanh hoạt chất Oy như hình 2; trong đó p là khoảng cách giữa hai phần tử la-de bán dẫn;

Phương án thứ hai: hai thanh la-de được xếp đối xứng trục qua thanh hoạt chất, hai thanh la-de được đặt nghiêng góc ≥ 5 độ theo trục Ox Hình 3; kết quả mô phỏng chùm bơm la-de đi-ốt từ hai mặt vào thanh hoạt chất cho thấy, công suất hội tụ từ nguồn la-de đi-ốt này tới nguồn kia $< 5\%$ công suất lớn nhất như Hình 5.

Thanh hoạt chất 2 có hình dạng hình hộp chữ nhật, sử dụng vật liệu pha tạp Er/Yb, với các kích thước cụ thể như sau: chiều dài trong khoảng 9 mm đến 11,5mm, chiều rộng từ 0,8 mm đến 1 mm, và chiều cao từ 3 mm đến 5 mm. Hai mặt bên của thanh hoạt

chất (mặt tiếp nhận ánh sáng từ nguồn bơm) được ép sát với các tấm sa phia hoặc YAG có kích thước tương ứng. Các tấm này được phủ lớp chống phản xạ tại bước sóng trung tâm của bơm la-de đi-ốt, tức 940 nm, nhằm giảm tổn thất quang khi truyền ánh sáng bơm vào môi trường hoạt chất.

Thanh hoạt chất 2 có kết cấu hình hộp, sử dụng vật liệu Er/Yb có hệ số truyền nhiệt $\sim 0,85 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$ rất thấp so với vật liệu khác. Do đó cần sử dụng các loại vật liệu đệm như sa phia và YAG có độ dẫn nhiệt lần lượt là $\sim 46 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$ và $\sim 14 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$. Lớp đệm dẫn nhiệt này sẽ tiếp xúc trực tiếp với bộ giá cơ khí 7 và 7* bằng kim loại đồng hoặc nhôm. Hệ số truyền nhiệt thanh hoạt chất thấp, do đó, chiều rộng của thanh hoạt chất được tối ưu trong dải 0,8 mm đến 1 mm như Hình 6. Cửa sổ dẫn la-de từ la-de đi-ốt vào thanh hoạt chất có kích thước chiều dài bằng chiều dài thanh la-de đi-ốt và chiều cao (0z) trong dải 0,5 mm đến 0,8 mm. Đồng thời thanh hoạt chất được tản nhiệt bằng hai lớp vật liệu đệm truyền nhiệt có hệ số dẫn nhiệt lớn hơn nhiều hệ số dẫn nhiệt của thanh hoạt chất, qua đó giúp đầu phát la-de có thể hoạt động liên tục với tần số cao trong dải 10 Hz-30 Hz.

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 đạt được của sáng chế

Sáng chế cho phép khoang khuếch đại la-de sử dụng thanh hoạt chất Er/Yb có thể hoạt động ở tần số 10 Hz – 30 Hz. Kết cấu khoang khuếch đại hạn chế khả năng bị phá hủy nguồn bơm do hai la-de đi-ốt chiếu trực tiếp vào nhau.

Cấu tạo khoang khuếch đại đơn giản, ít chi tiết, đáp ứng yêu cầu gia công, lắp ráp, tích hợp nhanh.

Yêu cầu bảo hộ

1. Cơ cấu khoang khuếch đại bơm cạnh bao gồm:

buồng cộng hưởng được thiết kế theo cấu hình tuyến tính (linear cavity), trong đó các thành phần quang học được bố trí lần lượt theo thứ tự gồm: gương phản xạ toàn phần, thanh hoạt chất, nguồn bơm la-de đi-ốt, khóa biến điệu phẩm chất, và gương thoát; tất cả các thành phần này được lắp đặt đồng trục và cố định chắc chắn trên một bộ cơ khí; khoảng cách giữa các thành phần quang học liên tiếp được duy trì trong khoảng từ 2 mm đến 10 mm;

thanh hoạt chất có hình dạng hình hộp chữ nhật, sử dụng vật liệu pha tạp Er/Yb, với các kích thước cụ thể như sau: chiều dài trong khoảng 9 mm đến 11,5mm, chiều rộng từ 0,8 mm đến 1 mm, và chiều cao từ 3 mm đến 5 mm; hai mặt bên của thanh hoạt chất (mặt tiếp nhận ánh sáng từ nguồn bơm) được ép sát với các tấm sa phia hoặc YAG có kích thước tương ứng; các tấm này được phủ lớp chống phản xạ tại bước sóng trung tâm của bơm la-de đi-ốt, tức 940 nm, nhằm giảm tổn thất quang khi truyền ánh sáng bơm vào môi trường hoạt chất; thanh hoạt chất sử dụng vật liệu Er/Yb có hệ số truyền nhiệt $\sim 0,85 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$ rất thấp so với vật liệu khác; do đó cần sử dụng các loại vật liệu đệm như sa phia và YAG có độ dẫn nhiệt lần lượt là $\sim 46 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$ và $\sim 14 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$; lớp đệm dẫn nhiệt này sẽ tiếp xúc trực tiếp với bộ giá cơ khí bằng kim loại đồng hoặc nhôm; hệ số truyền nhiệt thanh hoạt chất thấp, do đó, chiều rộng của thanh hoạt chất được tối ưu trong dải 0,8 mm đến 1 mm; thanh hoạt chất Er/Yb có thể hoạt động ở tần số 10 Hz – 30 Hz;

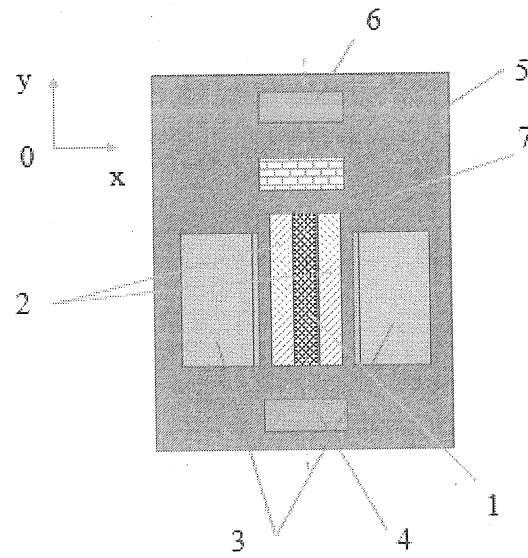
nguồn bơm la-de đi-ốt sử dụng là nguồn bơm xung dạng thanh, bao gồm nhiều phần tử la-de bán dẫn; mỗi phần tử có chiều rộng w nằm trong khoảng 100 μm đến 200 μm , và khoảng cách giữa hai phần tử liền kề p trong khoảng từ 200 μm đến 500 μm ; hai nguồn bơm la-de đi-ốt được bố trí ở hai bên thanh hoạt chất cách bề mặt thanh hoạt chất khoảng 0,5 mm đến 1 mm, các chùm tia bơm được chiếu vào trục đối xứng của thanh hoạt chất;

để tránh hiện tượng ánh sáng bơm chưa được hấp thụ hoàn toàn bởi môi trường hoạt chất chiếu vào nguồn la-de đi-ốt đối diện (có thể gây hư hại), hai phương án bố trí

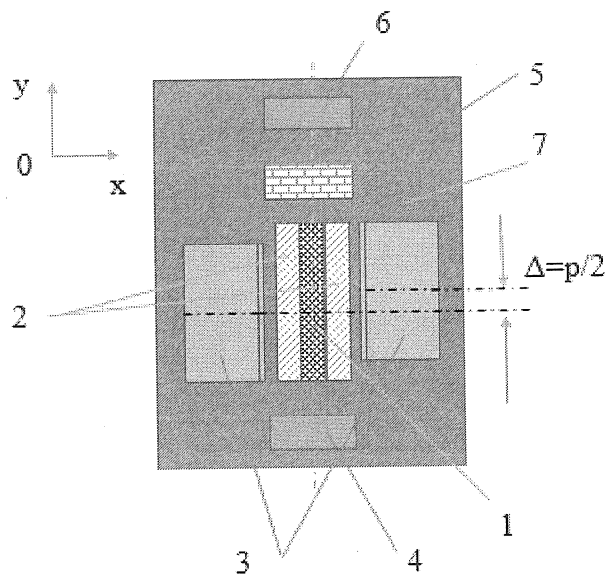
bơm được áp dụng như sau:

phương án thứ nhất: hai nguồn bơm la-de đi-ốt được sắp xếp so le giữa các phần tử la-de bán dẫn của thanh la-de; hai thanh la-de được đặt lệch nhau khoảng cách $p/2$ (khoảng 100 μm đến 250 μm) theo trục quang thanh hoạt chất Oy ; trong đó p là khoảng cách giữa hai phần tử la-de bán dẫn;

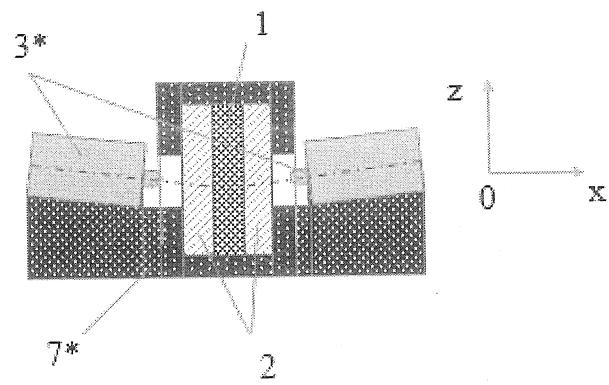
phương án thứ hai: hai thanh la-de được xếp đối xứng trục qua thanh hoạt chất, hai thanh la-de được đặt nghiêng góc ≥ 5 độ theo trục Ox ; kết quả mô phỏng chùm bơm la-de đi-ốt từ hai mặt vào thanh hoạt chất cho thấy, công suất hội tụ từ nguồn la-de đi-ốt này tới nguồn kia $< 5\%$ công suất lớn nhất.



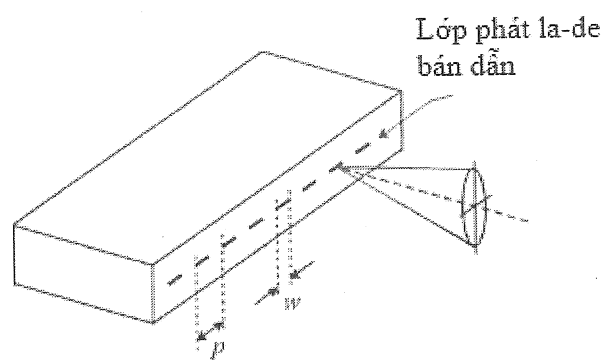
Hình 1



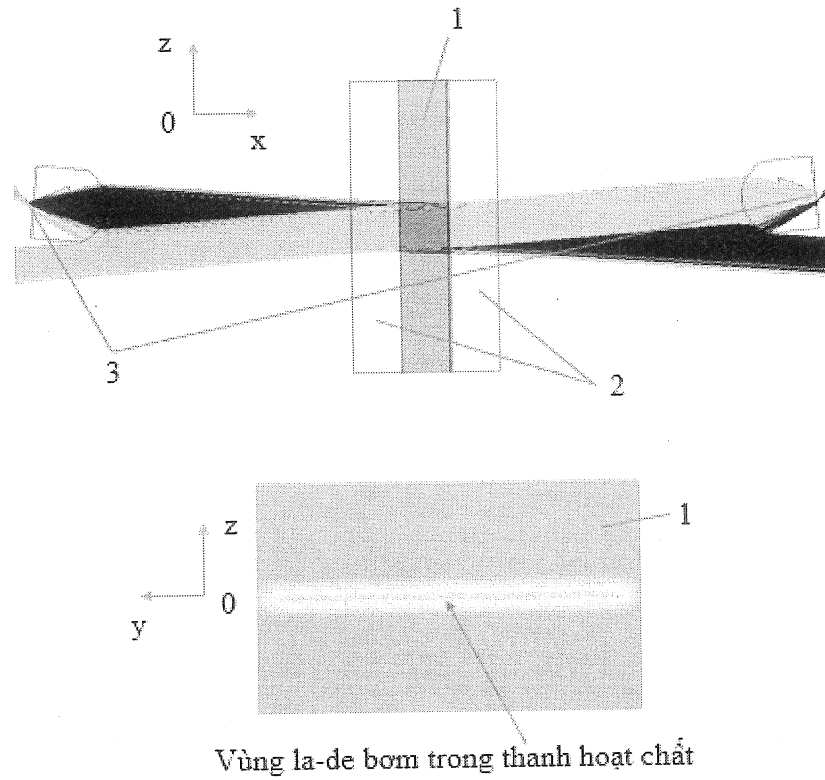
Hình 2



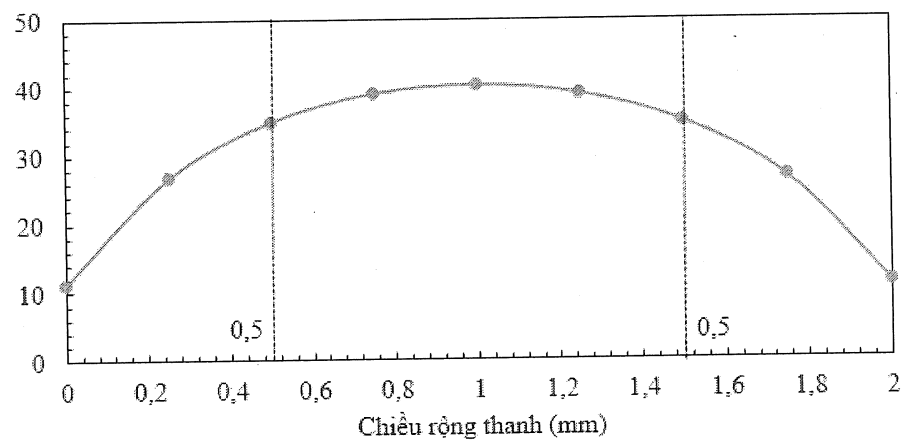
Hình 3



Hình 4



Hình 5



Hình 6