



(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)



1-0052712

(51)^{2022.01} G06F 30/17

(13) B

(21) 1-2023-01661

(22) 07/07/2021

(86) PCT/CN2021/105025 07/07/2021

(87) WO 2022/037301 24/02/2022

(30) 202010835813.8 19/08/2020 CN

(45) 27/10/2025 451

(43) 26/06/2023 423A

(73) ZHONGXING PHOTONICS TECHNOLOGY CO., LTD. (CN)

Floor 23 Building 2, No. 30, Fengzhan Road, Yuhuatai District Nanjing, Jiangsu
210012 China

(72) YANG, Minyue (CN).

(74) Công ty TNHH Sáng chế ACTIP (ACTIP PATENT LIMITED)

(54) PHƯƠNG PHÁP THIẾT KẾ CHO ĐOẠN ỐNG DẪN SÓNG LIÊN KẾT ĐOẠN
NHIỆT CỦA BỘ GHÉP ĐOẠN NHIỆT, THIẾT BỊ XỬ LÝ, VÀ PHƯƠNG TIỆN
LƯU TRỮ CÓ THỂ ĐƯỢC ĐỌC ĐƯỢC BẰNG MÁY TÍNH

(21) 1-2023-01661

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp thiết kế đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt (200) của bộ ghép đoạn nhiệt và thiết bị tính toán, thiết bị xử lý, và phương tiện lưu trữ có thể đọc được bằng máy tính. Phương pháp bao gồm, thu thập (S100) các tham số ban đầu của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt, và xác định mô hình ban đầu của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt theo các tham số ban đầu; phân chia ảo (S200) đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt thành N đoạn với các khoảng bằng nhau dọc theo chiều rộng, và tính toán từng hiệu suất ghép nối của các dao động riêng tương ứng giữa các mặt cắt ngang của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt; thu thập (S300) đường cong tham số tương ứng với sự thay đổi chiều rộng của khe hở (230) với sự thay đổi chiều dài của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt; thu thập (S400) các khoảng chiều dài của N đoạn tương ứng với đường cong tham số, kết hợp từng khoảng chiều dài với hiệu suất ghép nối tương ứng, và tính toán hiệu suất truyền của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt hiện tại; và biến đổi (S500) hình dạng của đường cong tham số, và cập nhật hiệu suất truyền của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt.

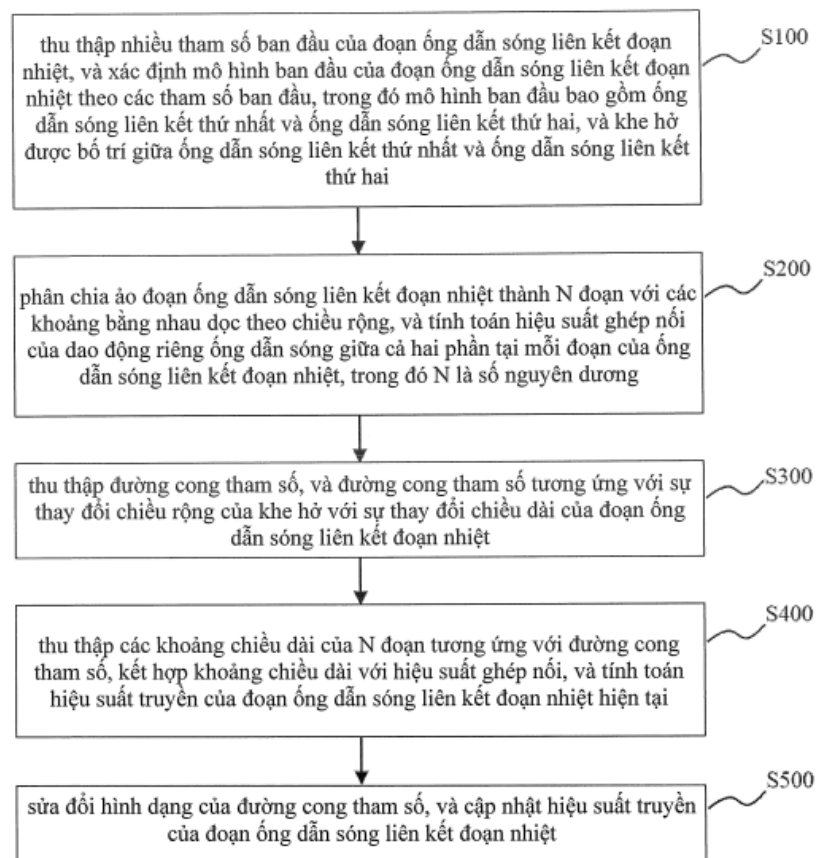


FIG.2

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến lĩnh vực kỹ thuật các chip tích hợp quang tử gốc silic, cụ thể là phương pháp thiết kế đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt của bộ ghép đoạn nhiệt, thiết bị xử lý, thiết bị tính toán, và phương tiện lưu trữ có thể đọc được bằng máy tính.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Thuật ngữ “đoạn nhiệt” đề cập đến hiện tượng khi các thông số của ống dẫn sóng (hoặc giếng thế năng) thay đổi chậm, trường ánh sáng (hàm sóng) ban đầu ở chế độ nhất định (chẳng hạn như trạng thái riêng) vẫn ở chế độ tương ứng (chẳng hạn như trạng thái riêng) sau khi thay đổi.

Bộ ghép đoạn nhiệt (Adiabatic coupler: ADC) là bộ phận có thể thay thế cho bộ ghép giao thoa đa kênh 2 x 2 hoặc bộ ghép định hướng thông thường trong chip tích hợp quang tử gốc silic, có các đặc tính suy hao thấp và độ phẳng bước sóng rộng. Bộ ghép đoạn nhiệt có thể bao gồm đoạn đầu vào, phần đoạn nhiệt và đoạn đầu ra. Hai ống dẫn sóng trong đoạn đầu vào được thiết kế với một đầu rộng và một đầu hẹp. Hai ống dẫn sóng trong đoạn đầu vào được bố trí cách xa khỏi nhau, sao cho không xuất hiện sự liên kết thực chất giữa các ống dẫn sóng. Các ống dẫn sóng trong đoạn đầu vào xác định chiều rộng ống dẫn sóng và trở nên gần nhau hơn về phía đoạn khớp nối. Hai ống dẫn sóng trong đoạn đầu ra được tách biệt đối xứng, chỉ cần các bán kính uốn cong của các ống dẫn sóng đủ lớn để tránh suy hao. Đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt là bộ phận chính của bộ ghép đoạn nhiệt, chiếm chiều dài vượt trội.

Tuy nhiên, do cần sự ổn định trong quá trình gia công, không thể có giá trị tối thiểu của khe hở giữa hai ống dẫn sóng liên kết trong đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt của bộ ghép đoạn nhiệt quá nhỏ. Ví dụ, khi giá trị tối thiểu của khe hở giữa hai ống dẫn sóng liên kết là trên 300 nm, hiệu suất sản xuất hàng loạt của bộ ghép đoạn nhiệt tương đối ổn định. Hiệu quả liên kết giảm xuống khi khe hở giữa hai ống dẫn sóng liên kết tăng lên, do đó đòi hỏi thay đổi chiều rộng chậm hơn của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt, điều này sẽ dẫn đến bộ ghép đoạn nhiệt có chiều dài dài hơn. Trong trường

hợp như vậy, bộ ghép đoạn nhiệt có chiều dài dài không mong muốn sẽ được tạo ra bằng cách thiết kế với biến thiên tuyến tính của các tham số. Và khó để tích hợp bộ ghép đoạn nhiệt như vậy vào trong chip tích hợp quang tử gốc silic. Vì vậy, điều quan trọng là phải tìm ra phương pháp thiết kế tốt hơn để giảm chiều dài của bộ ghép đoạn nhiệt.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sau đây là phần mô tả sơ lược đối tượng của sáng chế. Phần mô tả sơ lược này không nhằm giới hạn phạm vi bảo hộ của các điểm yêu cầu bảo hộ.

Sáng chế đề xuất phương pháp thiết kế đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt của bộ ghép đoạn nhiệt, thiết bị xử lý, thiết bị tính toán, và phương tiện lưu trữ có thể đọc được bằng máy tính theo một số phương án của sáng chế.

Phương án của sáng chế đề xuất phương pháp thiết kế đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt của bộ ghép đoạn nhiệt bao gồm, thu thập nhiều tham số ban đầu của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt, và xác định mô hình ban đầu của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt theo các tham số ban đầu, trong đó mô hình ban đầu bao gồm ống dẫn sóng liên kết thứ nhất và ống dẫn sóng liên kết thứ hai, và khe hở được bố trí giữa ống dẫn sóng liên kết thứ nhất và ống dẫn sóng liên kết thứ hai; phân chia ảo đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt thành N đoạn với các khoảng bằng nhau dọc theo chiều rộng, và tính toán từng hiệu suất ghép nối của các dao động riêng tương ứng giữa các mặt cắt ngang của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt, trong đó N là số nguyên dương; thu thập đường cong tham số tương ứng với sự thay đổi chiều rộng của khe hở với sự thay đổi chiều dài của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt; thu thập các khoảng chiều dài của N đoạn tương ứng với đường cong tham số, kết hợp từng khoảng chiều dài với hiệu suất ghép nối tương ứng, và tính toán hiệu suất truyền của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt hiện tại; và biến đổi hình dạng của đường cong tham số, và cập nhật hiệu suất truyền của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt.

Phương án của sáng chế đề xuất thiết bị xử lý bao gồm bộ nhớ, bộ xử lý, và chương trình máy tính được lưu trữ trong bộ nhớ và có thể được thực thi bởi bộ xử lý, khi được thực thi bởi bộ xử lý, làm cho bộ xử lý thực hiện phương pháp như mô tả bên trên.

Phương án của sáng chế đề xuất thiết bị tính toán bao gồm thiết bị xử lý như mô tả bên trên.

Phương án của sáng chế đề xuất phương tiện lưu trữ có thể đọc được bằng máy tính lưu trữ lệnh có thể được thực thi bằng máy tính để khi được thực thi bởi bộ xử lý làm cho bộ xử lý thực hiện phương pháp như mô tả bên trên.

Các đặc điểm và các lợi thế của sáng chế sẽ được minh họa trong phần mô tả sau đây, và một phần sẽ trở nên rõ ràng từ phần mô tả hoặc có thể được hiểu bằng cách thực hiện sáng chế. Các mục đích và lợi thế khác của sáng chế có thể đạt được và thu được bằng cấu trúc được nêu cụ thể trong phần mô tả, yêu cầu bảo hộ và các hình vẽ.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Các hình vẽ nhằm cung cấp sự hiểu biết hơn về sơ đồ kỹ thuật của sáng chế, và cấu thành một phần của bản mô tả, và chúng nhằm minh họa sơ đồ kỹ thuật của sáng chế cùng với các phương án của sáng chế, nhưng không nhằm mục đích giới hạn sơ đồ kỹ thuật của sáng chế.

Fig.1 là sơ đồ thể hiện bộ ghép đoạn nhiệt cần được thiết kế theo phương án của sáng chế;

Fig.2 là lưu đồ thể hiện phương pháp thiết kế đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt của bộ ghép đoạn nhiệt theo phương án của sáng chế;

Fig.3 là lưu đồ thể hiện phương pháp thiết kế đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt của bộ ghép đoạn nhiệt theo phương án khác của sáng chế;

Fig.4 là sơ đồ thể hiện phương pháp lập bảng để thu thập mối quan hệ ánh xạ thứ nhất theo phương án của sáng chế;

Fig.5 là lưu đồ thể hiện phương pháp thiết kế đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt của bộ ghép đoạn nhiệt theo phương án khác của sáng chế;

Fig.6 là hình cắt thể hiện mô hình ban đầu và mô hình phụ trợ theo phương án của sáng chế;

Fig.7 là sơ đồ thể hiện đoạn bộ ghép đoạn nhiệt cần được thiết kế theo phương án khác của sáng chế;

Fig.8 là đồ thị thể hiện đường cong tham số được tối ưu hóa theo phương án của sáng chế;

Fig.9 thể hiện kết quả thử nghiệm của hệ số ghép nối của bộ ghép đoạn nhiệt tuyến

tính 3 dB với chiều dài đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt là 300 μm ; và

Fig.10 thể hiện kết quả thử nghiệm của hệ số ghép nối của bộ ghép đoạn nhiệt tuyến tính 3 dB với chiều dài đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt là 250 μm được tối ưu hóa bằng phương pháp thiết kế theo phương án của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Mục đích, sơ đồ kỹ thuật và lợi thế của sáng chế sẽ trở nên rõ ràng thông qua phần mô tả sau đây của các phương án khác nhau dựa trên các hình vẽ. Cần hiểu rằng các phương án được mô tả ở đây chỉ nhằm minh họa mà không giới hạn sáng chế.

Lưu ý rằng, trong một số trường hợp, các bước được thể hiện hoặc mô tả có thể được thực hiện theo thứ tự khác với thứ tự logic được thể hiện trong lưu đồ. Cần lưu ý rằng các thuật ngữ “thứ nhất” và “thứ hai”, nếu được sử dụng trong phần mô tả và các hình vẽ chỉ nhằm phân biệt các đối tượng tương tự, và không nhất thiết hàm ý bất kỳ thứ tự hoặc trình tự cụ thể nào.

Như được thể hiện trên Fig.1, bộ ghép đoạn nhiệt bao gồm đoạn đầu vào 100, đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt 200, và đoạn đầu ra 300. Hai ống dẫn sóng trong đoạn đầu vào 100 được thiết kế với một đầu rộng và một đầu hẹp. Hai ống dẫn sóng trong đoạn đầu vào được bố trí cách xa khỏi nhau, sao cho không xuất hiện sự liên kết thực chất giữa các ống dẫn sóng. Các ống dẫn sóng trong đoạn đầu vào xác định chiều rộng ống dẫn sóng và trở nên gần nhau hơn về phía đoạn khớp nối. Hai ống dẫn sóng trong đoạn đầu ra 300 được tách biệt đối xứng, chỉ cần các bán kính uốn cong của các ống dẫn sóng đủ lớn để tránh suy hao. Đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt 200 là phần chính của bộ ghép đoạn nhiệt, chiếm chiều dài vượt trội. Đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt 200 bao gồm ống dẫn sóng liên kết thứ nhất 210 và ống dẫn sóng liên kết thứ hai 220 gần với nhau, và khe hở 230 được bố trí giữa ống dẫn sóng liên kết thứ nhất 210 và ống dẫn sóng liên kết thứ hai 220.

Do cần sự ổn định trong quá trình gia công, không thể có giá trị tối thiểu của khe hở giữa hai ống dẫn sóng liên kết trong đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt của bộ ghép đoạn nhiệt quá nhỏ. Ví dụ, khi giá trị tối thiểu của khe hở giữa hai ống dẫn sóng liên kết trên 300 nm, hiệu suất của bộ ghép đoạn nhiệt tương đối ổn định. Hiệu suất ghép nối giảm xuống khi khe hở giữa hai ống dẫn sóng liên kết tăng lên, sao cho sự thay đổi chiều rộng chậm hơn của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt được đòi hỏi để duy trì

các yêu cầu đoạn nhiệt, điều này dẫn đến bộ ghép đoạn nhiệt có chiều dài dài hơn. Trong trường hợp như vậy, bộ ghép đoạn nhiệt có chiều dài dài không mong muốn sẽ được tạo ra bởi thiết kế với biến thiên tuyến tính các tham số. Và khó để tích hợp bộ ghép đoạn nhiệt như vậy vào trong chip tích hợp quang tử gốc silic.

Để ít nhất làm giảm ít nhất một trong các vấn đề kỹ thuật bên trên, sáng chế đề xuất phương pháp thiết kế đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt của bộ ghép đoạn nhiệt, thiết bị xử lý, thiết bị tính toán, và phương tiện lưu trữ có thể đọc được bằng máy tính theo một số phương án của sáng chế. Trước tiên, tham số ban đầu của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt được thu thập, và mô hình ban đầu của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt được xác định theo các tham số ban đầu, trong đó mô hình ban đầu bao gồm ống dẫn sóng liên kết thứ nhất và ống dẫn sóng liên kết thứ hai, và khe hở được bố trí giữa ống dẫn sóng liên kết thứ nhất và ống dẫn sóng liên kết thứ hai. Thứ hai, đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt được phân chia ảo thành N đoạn với các khoảng bằng nhau dọc theo chiều rộng. Từng hiệu suất ghép nối của các dao động riêng tương ứng giữa các mặt cắt ngang của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt được tính toán. Các khoảng chiều dài của N đoạn tương ứng với đường cong tham số được thu thập. Hiệu suất truyền của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt hiện tại được tính toán với các khoảng chiều dài kết hợp hiệu suất ghép nối. Hình dạng của đường cong tham số được sửa đổi sao cho hình dạng của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt được điều chỉnh. Và hiệu suất truyền của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt được cập nhật. Trong toàn bộ quá trình thiết kế, hình dạng của đường cong tham số được điều chỉnh bằng cách biến thiên tham số không tuyến tính. Do đó, so với thiết kế của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt bằng cách biến thiên tham số tuyến tính trong một số trường hợp, sơ đồ được đưa ra theo phương án của sáng chế có thể giảm chiều dài đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt dưới điều kiện đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt đáp ứng các yêu cầu đoạn nhiệt, do đó giảm chiều dài của bộ ghép đoạn nhiệt.

Một số phương án của sáng chế sẽ được mô tả thêm dựa trên các hình vẽ.

Fig.2 là lưu đồ thể hiện phương pháp thiết kế đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt cho bộ ghép đoạn nhiệt theo phương án của sáng chế. Như được thể hiện trên Fig.2, phương pháp bao gồm nhưng không giới hạn ở các bước S100, S200, S300, S400, và S500.

Ở bước S100, nhiều tham số ban đầu của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt được thu thập, và mô hình ban đầu của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt được xác định theo các tham số ban đầu, trong đó mô hình ban đầu bao gồm ống dẫn sóng liên kết thứ nhất và ống dẫn sóng liên kết thứ hai, và khe hở được bố trí giữa ống dẫn sóng liên kết thứ nhất và ống dẫn sóng liên kết thứ hai.

Theo phương án của sáng chế, các tham số ban đầu của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt bao gồm chiều rộng bắt đầu thứ nhất và chiều rộng kết thúc thứ nhất của ống dẫn sóng liên kết thứ nhất, chiều rộng bắt đầu thứ hai và chiều rộng kết thúc thứ hai của ống dẫn sóng liên kết thứ hai, và chiều rộng bắt đầu thứ ba và chiều rộng kết thúc thứ ba của khe hở. Do đó, một khi các tham số ban đầu của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt được xác định, hình dạng ban đầu của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt, tức là, mô hình ban đầu, có thể được xác định. Chiều rộng kết thúc thứ nhất của ống dẫn sóng liên kết thứ nhất giống với chiều rộng kết thúc thứ hai của ống dẫn sóng liên kết thứ hai.

Theo phương án của sáng chế, các tham số ban đầu của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt có thể được xác định theo chỉ số khúc xạ hiệu quả chế độ của đầu bắt đầu của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt, giới hạn chiều rộng khe hở tối thiểu của quy trình sản xuất trên đầu cuối của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt, và mục tiêu thiết kế phân tách của bộ ghép đoạn nhiệt.

Ở bước S200, đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt được phân chia ảo thành N đoạn với các khoảng bằng nhau dọc theo chiều rộng, và hiệu suất ghép nối của dao động riêng ống dẫn sóng giữa cả hai phần tại mỗi đoạn của ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt được tính toán, trong đó N là số nguyên dương.

Theo phương án của sáng chế, đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt được phân chia ảo thành N đoạn với các khoảng bằng nhau dọc theo chiều rộng, trong đó sự thay đổi chiều rộng giữa các đoạn liên tiếp Δg , trong đó $N = |W_{end} - W_{start}| / \Delta g$, và W_{end} là chiều rộng bắt đầu của khe hở (tức là, chiều rộng bắt đầu thứ ba) và W_{start} là chiều rộng kết thúc của khe hở (tức là, chiều rộng kết thúc thứ ba). Khi giá trị của sự thay đổi chiều rộng nhỏ, chiều rộng của khe hở trong mỗi đoạn có thể được coi gần như không đổi. Một khi đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt được phân chia ảo thành N đoạn với các khoảng bằng nhau dọc theo chiều rộng, hiệu suất ghép nối của dao động riêng ống dẫn

sóng giữa cả hai phần tại mỗi đoạn của ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt có thể được tính toán.

Theo phương án của sáng chế, mô phỏng số có thể được thực hiện bằng Mở rộng dao động riêng (Eigenmode Expansion: EME), sao cho hiệu suất ghép nối của dao động riêng ống dẫn sóng giữa hai phần liền kề tại mỗi đoạn của ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt có thể được tính toán. Do đó, hiệu suất ghép nối của dao động riêng ống dẫn sóng giữa cả hai phần tại mỗi đoạn của ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt được tính toán, để tính toán tiếp theo đối với hiệu suất truyền bằng phương tiện hiệu suất ghép nối.

Ở bước S300, đường cong tham số được thu thập, và đường cong tham số tương ứng với sự thay đổi chiều rộng của khe hở với sự thay đổi chiều dài của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt.

Theo phương án của sáng chế, đường cong tham số có thể có nhiều cách triển khai khác nhau. Ví dụ, đường cong tham số có thể là đường cong nối vòng cung hoặc đường cong Bezier, có thể được lựa chọn phù hợp theo tình huống ứng dụng thực tế, và phương án này không giới hạn ở đó.

Khi đường cong tham số tương ứng với sự thay đổi chiều rộng của khe hở so với chiều dài của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt, vì vậy có thể coi rằng đường cong tham số tương ứng với hình dạng của ống dẫn sóng liên kết thứ nhất trong khe hở liền kề với khe hở, hoặc hình dạng của ống dẫn sóng liên kết thứ hai liền kề với khe hở. Do tính đối xứng của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt trong bộ ghép đoạn nhiệt, có thể coi rằng đường cong tham số tương ứng với hình dạng của ống dẫn sóng liên kết thứ nhất liền kề với khe hở phản chiếu đường cong tham số tương ứng với hình dạng của ống dẫn sóng liên kết thứ hai liền kề với khe hở. Do đó, một khi một trong các đường cong tham số được xác định, đường cong tham số khác có thể được xác định theo.

Ở bước S400, các khoảng chiều dài của N đoạn tương ứng với đường cong tham số được thu thập, khoảng chiều dài được kết hợp với hiệu suất ghép nối, và hiệu suất truyền của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt hiện tại được tính toán.

Theo phương án của sáng chế, do đường cong tham số tương ứng với hình dạng của ống dẫn sóng liên kết liền kề với khe hở, và N đoạn thu được bằng cách phân chia ảo đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt dọc theo chiều rộng, các khoảng chiều dài của N đoạn tương ứng với đường cong tham số có thể thu được. Do đó, hiệu suất truyền của

đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt hiện tại có thể được tính toán với khoảng chiều dài kết hợp với hiệu suất ghép nối.

Do đường cong tham số tương ứng với hình dạng của ống dẫn sóng liên kết liên kết với khe hở, có thể coi rằng đường cong tham số nằm trong hệ tọa độ chiều dài-chiều rộng được thiết lập theo hướng chiều dài của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt và hướng chiều rộng của khe hở. Do đó, thu được các khoảng chiều dài của N đoạn tương ứng với đường cong tham số có thể có các cách triển khai khác nhau. Ví dụ, các khoảng chiều dài của N đoạn tương ứng với đường cong tham số có thể thu được theo hệ tọa độ tại đó đường cong tham số được đặt và thông tin tọa độ của đường cong tham số trong hệ tọa độ này. Ví dụ khác, các chiều rộng phía trước và phía sau của khe hở của mỗi đoạn có thể được nội suy vào đường cong tham số như biến độc lập để thu được hai vị trí chiều dài tương ứng với chiều rộng của các khe hở phía trước và phía sau tương ứng, và chênh lệch giữa hai vị trí chiều dài là khoảng chiều dài của đường cong tham số tương ứng với phân hiện tại.

Theo phương án của sáng chế, sau khi các khoảng chiều dài của đường cong tham số tương ứng với N đoạn được thu thập, các khoảng chiều dài có thể được chỉ định cho từng đoạn tương ứng với từng dao động riêng đã tính toán để xác định thông tin pha của mỗi dao động riêng ống dẫn sóng. Ví dụ, chiều rộng phía trước W_i và chiều rộng phía sau W_{i+1} của mỗi đoạn được nội suy vào đường cong tham số như các biến độc lập, sao cho vị trí theo chiều dài L_i tương ứng với chiều rộng phía trước W_i và vị trí theo chiều dài L_{i+1} tương ứng với chiều rộng phía sau W_{i+1} của mỗi đoạn có thể thu được, và khoảng chiều dài của mỗi đoạn $\Delta L_i = L_{i+1} - L_i$, ($i = 1, 2, \dots, N$). Sau đó, thông tin pha của các dao động riêng tương ứng có thể được xác định bằng cách thay thế khoảng chiều dài của mỗi đoạn ΔL_i vào các dao động riêng đã tính toán tương ứng của mỗi đoạn. Sau đó, ma trận truyền hoàn chỉnh được tạo ra với thông tin pha và hiệu suất ghép nối của mỗi dao động riêng ống dẫn sóng giữa các đoạn, và hiệu suất truyền của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt hiện tại có thể thu được nhanh chóng.

Ở bước S500, hình dạng của đường cong tham số được sửa đổi, và hiệu suất truyền của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt được cập nhật.

Theo phương án của sáng chế, do đường cong tham số thu được ở bước S300

không nhất thiết phải là đường cong tham số tối ưu, cần phải sửa đổi hình dạng của đường cong tham số để cập nhật hiệu suất truyền của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt, sao cho hiệu suất truyền của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt tương ứng với đường cong tham số có thể đáp ứng các yêu cầu thiết kế.

Theo phương án của sáng chế, do hình dạng của đường cong tham số được sửa đổi, hình dạng của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt thay đổi tương ứng. Vì vậy, cần phải cập nhật hiệu suất truyền của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt theo, để xác định xem hiệu suất truyền của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt tương ứng với đường cong tham số đã sửa đổi có đáp ứng các yêu cầu thiết kế hay không.

Theo phương án của sáng chế, khi cần phải cập nhật hiệu suất truyền của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt, khoảng chiều dài của mỗi đoạn tương ứng với đường cong tham số đã sửa đổi thu được trước tiên. Sau đó khoảng chiều dài được chỉ định các dao động riêng đã tính toán tương ứng với mỗi đoạn, để xác định thông tin pha của mỗi dao động riêng ống dẫn sóng. Và sau đó ma trận truyền hoàn chỉnh được tạo ra với hiệu suất ghép nối của mỗi dao động riêng ống dẫn sóng giữa các đoạn, sao cho hiệu suất truyền của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt được cập nhật.

Theo phương án của sáng chế, đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt được thiết kế với phương pháp bao gồm bước S100, S200, S300, S400, và S500 bên trên, sao cho, đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt được phân chia ảo thành N đoạn với các khoảng bằng nhau dọc theo chiều rộng. Từng hiệu suất ghép nối của các dao động riêng tương ứng giữa các mặt cắt ngang của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt được tính toán. Các khoảng chiều dài của N đoạn tương ứng với đường cong tham số được thu thập. Hiệu suất truyền của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt hiện tại được tính toán với các khoảng chiều dài kết hợp hiệu suất ghép nối. Hình dạng của đường cong tham số được sửa đổi sao cho hình dạng của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt được điều chỉnh. Và hiệu suất truyền của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt được cập nhật. Trong toàn bộ quá trình thiết kế, hình dạng của đường cong tham số được điều chỉnh bằng cách biến thiên tham số không tuyến tính. Do đó, so với thiết kế của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt bằng cách biến thiên tham số tuyến tính trong một số trường hợp, phương án này có thể giảm chiều dài của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt dưới điều kiện đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt đáp ứng các yêu cầu đoạn nhiệt, do đó giảm chiều dài của bộ ghép đoạn nhiệt.

Theo phương án của sáng chế, tham chiếu trên Fig.3, việc xác định mô hình ban đầu của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt theo các tham số ban đầu ở bước S100 bao gồm, nhưng không giới hạn ở, các thao tác sau.

Ở bước S110, mỗi quan hệ ánh xạ thứ nhất được thu thập theo các quan hệ biến thiên từ chiều rộng bắt đầu thứ nhất đến chiều rộng kết thúc thứ nhất và các quan hệ biến thiên từ chiều rộng bắt đầu thứ ba đến chiều rộng kết thúc thứ ba, hoặc mỗi quan hệ ánh xạ thứ hai được thu thập theo các quan hệ biến thiên từ chiều rộng bắt đầu thứ hai đến chiều rộng kết thúc thứ hai và các quan hệ biến thiên từ chiều rộng bắt đầu thứ ba đến chiều rộng kết thúc thứ ba.

Ở bước S120, mô hình ban đầu của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt được thu thập theo mỗi quan hệ ánh xạ thứ nhất hoặc mỗi quan hệ ánh xạ thứ hai.

Theo phương án của sáng chế, để xác định mô hình ban đầu của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt, trước tiên cần xác định mối quan hệ giữa các chiều rộng của các ống dẫn sóng liên kết thứ nhất và thứ hai và chiều rộng của khe hở với chiều dài của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt. Tức là, trước tiên cần xác định các quan hệ biến thiên $w_1(z)$ từ chiều rộng bắt đầu thứ nhất đến chiều rộng kết thúc thứ nhất, các quan hệ biến thiên $w_2(z)$ từ chiều rộng bắt đầu thứ hai đến chiều rộng kết thúc thứ hai, và các quan hệ biến thiên $g(z)$ từ chiều rộng bắt đầu thứ ba đến chiều rộng kết thúc thứ ba, trong đó w_1 là chiều rộng của ống dẫn sóng liên kết thứ nhất, w_2 là chiều rộng của ống dẫn sóng liên kết thứ hai, và z là chiều rộng của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt. Do tính đối xứng của các đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt, $w_1(z)$ có thể được đặt làm biến nghịch đảo của $w_2(z)$, tức là, tổng của $w_1(z)$ và $w_2(z)$ sẽ không đổi. Do đó, chỉ cần xác định một trong số $w_1(z)$ hoặc $w_2(z)$ trong quá trình thiết kế ống dẫn sóng, vì vậy thời gian thiết kế có thể giảm xuống và hiệu quả thiết kế có thể được cải thiện.

Theo phương án của sáng chế, thiết kế của các đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt có thể được thực hiện bằng EME. Bởi vì EME có thể nhanh chóng mô phỏng chiều dài của mỗi đoạn đối với mặt cắt ngang ống dẫn sóng nhất định, mỗi quan hệ ánh xạ thứ nhất $w_1(g)$ có thể thu được theo $w_1(z)$ và $g(z)$, hoặc mỗi quan hệ ánh xạ thứ hai $w_2(g)$ có thể thu được theo $w_2(z)$ và $g(z)$, và sau đó mô hình ban đầu của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt có thể thu được theo $w_1(g)$ hoặc $w_2(g)$. Sau khi xác định $w_1(g)$

hoặc $w_2(g)$, hình dạng của mỗi mặt cắt ngang ống dẫn sóng mà tín hiệu quang trải qua khi truyền trong đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt được xác định (chiều rộng của mỗi khe hở g tương ứng với hai chiều rộng ống dẫn sóng w_1 và w_2). Do đó, mô hình ban đầu của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt có thể được xác định, và sau đó đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt đáp ứng các yêu cầu thiết kế có thể thu được thông qua tối ưu hóa các thao tác tiếp theo.

Theo phương án của sáng chế, mỗi quan hệ ánh xạ thứ nhất $w_1(g)$ hoặc mỗi quan hệ ánh xạ thứ hai $w_2(g)$ có thể thu được bằng cách biến thiên tuyến tính các tham số. Ngoài ra, $w_1(g)$ và $w_2(g)$ có thể thu được bằng cách biến thiên không tuyến tính các tham số. Phương án này không bị giới hạn ở đây. Fig.4 thể hiện việc thu nhận $w_1(g)$ theo phương pháp lập bảng, bằng cách lấy ví dụ về thu nhận $w_1(g)$ bằng cách biến thiên không tuyến tính các tham số. Phương pháp lập bảng bao gồm các quy trình sau. Trước tiên, các tham số của biến theo chiều rộng của ống dẫn sóng liên kết thứ nhất w_1 có chiều rộng của khe hở g được lập vào trong bảng như thể hiện trên Fig.4. Trong bảng như thể hiện trên Fig.4, tọa độ hàng biểu thị việc quét biến thiên theo chiều rộng của ống dẫn sóng, và tọa độ cột biểu thị việc quét biến thiên theo chiều rộng của khe hở. Các điểm lưới không có các giá trị số trong bảng biểu thị các tham số $w_1 - g$, và các điểm lưới có các giá trị số trong bảng biểu thị hệ số độ dài đoạn nhiệt được yêu cầu để thay đổi giữa hai tham số $w_1 - g$. Trong bảng, hai hệ số ghép nối thu được giữa hai các mặt cắt ngang ống dẫn sóng tương ứng với mọi hai tham số liên kế $w_1 - g$ (bao gồm đường chéo liên nhau) bằng cách chồng lấp và tích hợp các chế độ chẵn và lẻ. Và hai hiệu suất ghép nối này được biểu thị hệ số chiều dài đoạn nhiệt được yêu cầu để thay đổi đoạn nhiệt giữa hai tham số $w_1 - g$. Do đó, mỗi quan hệ ánh xạ thứ nhất $w_1(g)$ có thể thu được bằng cách tìm tuyến tính lũy gần nhất của các hệ số chiều dài đoạn nhiệt giữa các tham số lưới bắt đầu và các tham số lưới kết thúc của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt trong bảng. Như thể hiện trên Fig.4, các điểm lưới tương ứng với $w_1[0]$ và $g[0]$ là các điểm lưới bắt đầu của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt, và điểm lưới tương ứng với $w_1[3]$ và $g[3]$ là các điểm lưới kết thúc của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt. Do đó, đường thẳng nét đứt trên Fig.4 biểu thị mối quan hệ ánh xạ thứ nhất của biến thiên tuyến tính, trong khi đường thẳng nét liền biểu thị đường dẫn nhỏ nhất của hệ

số chiều dài đoạn nhiệt tổng với biến thiên không tuyến tính từ tham số điểm lưới bắt đầu đến tham số điểm lưới kết thúc. Tại thời điểm này, theo các điểm lưới có các giá trị số, hệ số chiều dài đoạn nhiệt tổng của đường dẫn nhỏ nhất là $1+1+2+1=5$. Tức là, quan hệ ánh xạ thứ nhất có chiều dài đoạn nhiệt tổng ngắn nhất $w_1(g)$ có thể thu được.

Theo phương án của sáng chế, tham chiếu trên Fig.5, thu nhận đường cong tham số ở bước S300 bao gồm, nhưng không giới hạn ở, các thao tác sau.

Ở bước S310, hệ tọa độ chiều dài-chiều rộng tương ứng với hướng chiều dài của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt và hướng chiều rộng khe hở được thiết lập.

Ở bước S320, đường cong tham số trong hệ tọa độ chiều dài-chiều rộng được tạo ngẫu nhiên, trong đó đường cong tham số nằm trong phạm vi chiều dài và phạm vi chiều rộng khe hở đã đặt, và đường cong tham số bao gồm các điểm kiểm soát đường cong.

Theo phương án của sáng chế, các tọa độ của các điểm kiểm soát đường cong của đường cong tham số được tạo ra ngẫu nhiên, vì vậy hình dạng của đường cong tham số cũng ngẫu nhiên. Ngoài ra, đường cong tham số mặc định cũng được tạo ra tự động bằng hệ thống theo phạm vi chiều dài định trước và phạm vi chiều rộng khe hở định trước. Do đường cong tham số được tạo ra có thể không phải là đường cong tham số tối ưu, hình dạng của đường cong tham số có thể được sửa đổi bằng cách điều chỉnh các tọa độ của các điểm kiểm soát của đường cong. Các tọa độ của các điểm kiểm soát của đường cong có thể được điều chỉnh dễ dàng, là các mảng hai chiều. Ví dụ, các giá trị tọa độ của các điểm kiểm soát của đường cong có thể được điều chỉnh thủ công, hoặc có thể được điều chỉnh bằng thuật toán hệ thống đặt trước, chẳng hạn như tự động di chuyển ngang bằng cách cài đặt kích thước bước thay đổi số.

Theo phương án của sáng chế, sửa đổi hình dạng của đường cong tham số ở bước S500 bao gồm, nhưng không giới hạn ở, các thao tác sau.

Hình dạng của đường cong tham số được sửa đổi bằng cách biến đổi các tọa độ của các điểm kiểm soát đường cong của đường cong tham số.

Theo phương án của sáng chế, hình dạng của đường cong tham số được sửa đổi bằng cách điều chỉnh các tọa độ của các điểm kiểm soát đường cong. Sau khi hình dạng của đường cong tham số được sửa đổi, hình dạng của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt tương ứng cũng được sửa đổi. Trong một số trường hợp, cần thực hiện mô phỏng

và tính toán lại cấu trúc của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt, sau khi hình dạng của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt được sửa đổi. Tuy nhiên, trong phương án này, chiều rộng bắt đầu và chiều rộng kết thúc của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt được giữ không đổi (chiều rộng bắt đầu thứ nhất và chiều rộng kết thúc thứ nhất của ống dẫn sóng liên kết thứ nhất, chiều rộng bắt đầu thứ hai và chiều rộng kết thúc thứ hai của ống dẫn sóng liên kết thứ hai, và chiều rộng bắt đầu thứ ba và chiều rộng kết thúc thứ ba của khe hở không thay đổi). Hình dạng của đường cong tham số được kiểm soát bằng các điểm kiểm soát đường cong. Vì vậy, không cần thiết phải xây dựng lại công thức và hệ số công thức của đường cong tham số. Sự thay đổi hình dạng trong đường cong tham số sẽ chỉ ảnh hưởng đến khoảng chiều dài của mỗi trong số N đoạn. Dao động riêng ống dẫn sóng của mỗi đoạn và hiệu suất ghép nối của các dao động riêng ống dẫn sóng của mỗi hai đoạn liên tiếp được tính toán ở bước S400. Do đó, hiệu suất truyền của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt có thể được cập nhật nhanh chóng bằng cách đơn giản đưa khoảng chiều dài của mỗi đoạn được thay đổi do thay đổi hình dạng của đường cong tham số thành dao động riêng ống dẫn sóng đã tính toán.

Theo phương án của sáng chế, phương pháp thiết kế đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt còn bao gồm, nhưng không giới hạn ở, các thao tác sau.

Hình dạng của đường cong tham số được sửa đổi liên tục cho đến khi hiệu suất truyền của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt đáp ứng các điều kiện đặt trước, và đường cong tham số tối ưu tương ứng thu được.

Theo phương án của sáng chế, sau khi sửa đổi liên tục hình dạng của đường cong tham số và mô phỏng hiệu suất truyền của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt tương ứng với hình dạng của đường cong tham số cho đến khi hiệu suất truyền đáp ứng các điều kiện đặt trước, đường cong tham số tương ứng là đường cong tham số tối ưu, và hình dạng của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt tương ứng với đường cong tham số tối ưu là hình dạng tối ưu.

Theo phương án của sáng chế, điều kiện đặt trước có thể là hiệu suất truyền là lớn hơn ngưỡng định trước nhất định. Hiệu suất truyền của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt đáp ứng các điều kiện đặt trước, biểu thị rằng suy hao chế độ của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt là tương đối thấp, và các chế độ chặn và lẻ của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt giữ đoạn nhiệt.

Theo phương án của sáng chế, sự sửa đổi liên tục của hình dạng của đường cong tham số bao gồm nhưng không giới hạn ở các thao tác sau.

Các tọa độ của các điểm kiểm soát đường cong của đường cong tham số được sửa đổi bằng thuật toán tối ưu hóa, và hình dạng của đường cong tham số được tối ưu hóa.

Theo phương án của sáng chế, để đẩy nhanh quá trình tối ưu hóa, đường cong tham số có thể được sửa đổi và được tối ưu hóa bằng thuật toán tối ưu hóa. Ví dụ, đường cong tham số có thể được tối ưu với Particle Swarm Optimization (PSO) hoặc thuật toán mạng thần kinh.

Thuật toán PSO là quá trình tìm kiếm dựa trên tập hợp, trong đó mỗi cá thể được gọi là hạt, được xác định là giải pháp tiềm năng của vấn đề cần tối ưu hóa trong không gian tìm kiếm đa chiều. Và bộ nhớ và tốc độ của vị trí tối ưu lịch sử và các vị trí tối ưu của tất cả các hạt được lưu giữ. Trong mỗi thế hệ tiến hóa, thông tin của các hạt được kết hợp để điều chỉnh thành phần của vận tốc theo từng chiều, sau đó được sử dụng để tính toán vị trí hạt mới. Các hạt thay đổi liên tục trạng thái của chúng trong không gian tìm kiếm đa chiều cho đến khi chúng đạt đến trạng thái cân bằng hoặc tối ưu, hoặc vượt quá giới hạn tính toán.

Trong phương án trong đó đường cong tham số được tối ưu hóa với thuật toán PSO, các tọa độ của các điểm kiểm soát đường cong trước tiên đóng vai trò như các hạt khởi tạo ngẫu nhiên để khởi tạo tập hợp và tốc độ. Sau đó, giá trị cực trị riêng lẻ và giá trị cực trị nhóm được tìm thấy bằng cách tính toán hiệu suất truyền của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt tương ứng. Tốc độ và vị trí riêng lẻ được cập nhật liên tục cho đến khi đáp ứng điều kiện kết thúc. Do đó, các tọa độ của các điểm kiểm soát đường cong tương ứng với hiệu suất truyền tối ưu của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt thu được, và đường cong tham số tương ứng và hình dạng của các đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt được xác định.

Theo phương án trong đó đường cong tham số được tối ưu hóa với thuật toán mạng thần kinh, các tham số ban đầu của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt, tức là, chiều rộng bắt đầu thứ nhất và chiều rộng kết thúc thứ nhất của ống dẫn sóng liên kết thứ nhất, chiều rộng bắt đầu thứ hai và chiều rộng kết thúc thứ hai của ống dẫn sóng liên kết thứ hai, và chiều rộng bắt đầu thứ ba và chiều rộng kết thúc thứ ba của khe hở, trước tiên được nhập vào thuật toán mạng thần kinh được đào tạo để thu được đường cong

tham số tương ứng với hiệu suất truyền tối ưu của các đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt. Việc đào tạo mô hình mạng thần kinh dựa trên tập đào tạo đã thiết lập bao gồm các tham số ban đầu của nhiều đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt và đường cong tham số tương ứng của chúng đạt hiệu suất truyền tối ưu.

Thuật toán PSO và thuật toán mạng thần kinh được mô tả bên trên đã được biết đến bởi người có hiểu biết trung bình trong cùng lĩnh vực kỹ thuật, và được mô tả chi tiết ở đây.

Theo phương án của sáng chế, phương pháp thiết kế đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt còn bao gồm, nhưng không giới hạn ở, các thao tác sau.

Mô hình phụ trợ thu được theo mô hình ban đầu. Cả hai mô hình ban đầu và mô hình phụ trợ tương ứng với đường cong tham số.

Tham chiếu trên Fig.6, theo phương án của sáng chế, để giải quyết vấn đề dung sai gia công trong quy trình sản xuất, mô hình phụ trợ tương ứng có thể thu được bằng cách thay đổi chiều cao của ống dẫn sóng. Do cả hai mô hình ban đầu và mô hình phụ trợ tương ứng với đường cong tham số, khi biến đổi đường cong tham số, không chỉ hiệu suất truyền của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt trong mô hình ban đầu cần đáp ứng các điều kiện đặt trước (tức là, các điều kiện đoạn nhiệt), mà còn hiệu suất truyền của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt in mô hình phụ trợ cần đáp ứng các điều kiện đặt trước. Do đó, độ cứng vững của thiết kế có thể được cải thiện.

Theo phương án của sáng chế, dựa trên mô hình ban đầu, mô hình phụ trợ có thể thu được bằng cách thay đổi chiều cao của hai ống dẫn sóng trong đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt, hoặc thay đổi chiều cao của ống dẫn sóng sàn đáy, hoặc việc giảm hoặc tăng chiều rộng của hai ống dẫn sóng trong đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt bằng giá trị cố định đối với giá trị định trước, để mô phỏng độ lệch hình dạng vật lý của ống dẫn sóng có thể xuất hiện trong quá trình hoàn thiện về khâu thiết kế (tape out process). Số lượng các mô hình phụ trợ có thể là một hoặc nhiều hơn hai, có thể được lựa chọn thích hợp theo tình huống ứng dụng thực tế, và phương án này không bị giới hạn ở đây.

Theo phương án của sáng chế, chiều dài của mô hình ban đầu bằng chiều dài của mô hình phụ trợ, sao cho cả hai mô hình có thể được chia thành N đoạn cùng lúc và ở các khoảng cách chiều rộng khe hở bằng nhau. Sau đó, hiệu suất ghép nối của mỗi dao

động riêng ống dẫn sóng giữa mỗi mặt cắt ngang của mô hình ban đầu, và mô hình phụ trợ được tính toán tương ứng. Sau khi tính toán hiệu suất ghép nối của mỗi dao động riêng ống dẫn sóng giữa các mặt cắt ngang của mô hình ban đầu và mô hình phụ trợ, các thao tác sau được thực hiện đối với cả hai mô hình ban đầu và mô hình phụ trợ: thu thập các khoảng chiều dài của N đoạn tương ứng với đường cong tham số, và tính toán hiệu suất truyền của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt hiện tại với khoảng chiều dài kết hợp với hiệu suất ghép nối. Do đó, hiệu suất truyền của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt tương ứng với mô hình ban đầu và hiệu suất truyền của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt tương ứng với mô hình phụ trợ có thể thu được.

Theo phương án của sáng chế, sau khi thu được các hiệu suất truyền của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt tương ứng với mô hình ban đầu và đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt tương ứng với mô hình phụ trợ, hình dạng của đường cong tham số có thể được sửa đổi để cập nhật các hiệu suất truyền của mô hình ban đầu và mô hình phụ trợ đồng bộ. Chỉ khi cả hai hiệu suất truyền của mô hình ban đầu và mô hình phụ trợ đáp ứng các yêu cầu thiết kế, đường cong tham số tương ứng là đường cong tham số tối ưu.

Theo phương án của sáng chế, phương pháp thiết kế đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt còn bao gồm, nhưng không giới hạn ở, các thao tác sau.

Hình dạng của đường cong tham số được sửa đổi liên tục cho đến khi hiệu suất truyền của mô hình ban đầu và mô hình phụ trợ đáp ứng các điều kiện đặt trước, và đường cong tham số tối ưu tương ứng được thu thập.

Theo phương án của sáng chế, bằng cách biến đổi liên tục hình dạng của đường cong tham số và mô phỏng hiệu suất truyền của mô hình ban đầu và mô hình phụ trợ tương ứng với hình dạng của đường cong tham số, đường cong tham số tương ứng là đường cong tham số tối ưu khi hiệu suất truyền của cả hai mô hình ban đầu và mô hình phụ trợ đáp ứng các điều kiện đặt trước.

Theo phương án của sáng chế, điều chỉnh đường cong tham số phải đáp ứng các hiệu suất truyền của cả mô hình ban đầu và mô hình phụ trợ, và mô hình phụ trợ là mô hình lõi của mô hình ban đầu. Và do đó, các trọng số khác nhau có thể được gán cho các hiệu suất truyền của mô hình ban đầu và mô hình phụ trợ tương ứng để có được trung bình trọng số của các hiệu suất truyền, và trung bình trọng số được coi là hiệu suất truyền

trung bình. Do đó, các tọa độ của các điểm kiểm soát đường cong của đường cong tham số được điều chỉnh liên tục và hình dạng của đường cong tham số được tối ưu hóa cho đến khi hiệu suất truyền trung bình đáp ứng các điều kiện đặt trước. Ví dụ, khi hiệu suất truyền trung bình đạt đến hoặc vượt quá ngưỡng hiệu suất đặt trước, có thể thu được đường cong tham số tối ưu tương ứng, và do đó có thể thu được đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt đáp ứng các yêu cầu thiết kế.

Ví dụ được đề xuất bên dưới để minh họa quy trình của phương pháp thiết kế đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt theo các phương án như mô tả bên trên.

Ví dụ 1

Đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt của bộ ghép đoạn nhiệt phân tách 3 dB được thể hiện trên Fig.1 được thiết kế với cấu trúc ống dẫn sóng có chiều cao lớp lõi là 220 nm và chiều cao ống dẫn sóng sàn là 150 nm. Chiều dài của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt $L = 250 \mu\text{m}$.

Quy trình thiết kế bao gồm sáu thao tác. Các thao tác 1 đến 3 đóng vai trò để xác định các tham số mô hình của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt. Thao tác 4 đóng vai trò để thiết lập mô hình đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt. Thao tác 5 đóng vai trò để tương thích mô hình đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt với đường cong tham số. Và thao tác 6 đóng vai trò để tối ưu hóa đường cong tham số.

Như thể hiện trên Fig.7, đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt của bộ ghép đoạn nhiệt phân tách 3 dB trong ví dụ này bao gồm ba tham số chính: chiều rộng ống dẫn sóng w (w_1 và w_2), chiều rộng khe hở g , và chiều dài ống dẫn sóng z . Do đó, mối quan hệ giữa w và g có thể được xác định trước tiên, và sau đó mối quan hệ giữa g and z có thể được xác định, để xác định tất cả các tham số của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt.

Ở thao tác 1: chiều rộng bắt đầu thứ nhất $w_1(0)$ và chiều rộng kết thúc thứ nhất $w_1(L)$ của ống dẫn sóng liên kết thứ nhất, chiều rộng bắt đầu thứ hai $w_2(0)$ và chiều rộng kết thúc thứ hai $w_2(L)$ của ống dẫn sóng liên kết thứ hai, và chiều rộng bắt đầu thứ ba $g(0)$ và chiều rộng kết thúc thứ ba $g(L)$ của khe hở trong đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt được xác định, trong đó L là chiều dài của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt (tức là, chiều dài của các ống dẫn sóng liên kết thứ nhất và thứ hai).

Do bộ ghép đoạn nhiệt là bộ ghép đoạn nhiệt phân tách 3 dB, $w_1(L)$ bằng với $w_2(L)$, tức là $w_1(L) = w_2(L) = (w_1(0) + w_2(0))/2$. Và $g(0)$ yêu cầu chỉ số khúc xạ hiệu quả của chế độ chặn-lẻ bằng chỉ số khúc xạ hiệu quả của chính ống dẫn sóng đơn (tức là, không có ghép nối giữa hai ống dẫn sóng). Ngoài ra, $g(L)$ bị giới hạn bởi tính nhất quán của quy trình sản xuất, do đó $g(L)$ là chiều rộng khe sẵn có nhỏ nhất.

Ở thao tác 2, mối quan hệ giữa chiều rộng ống dẫn sóng và chiều rộng khe hở từ đầu bắt đầu đến đầu kết thúc, $w_1(g)$ hoặc $w_2(g)$, được xác định.

$w_1(g)$ và $w_2(g)$ có thể thu được bằng cách biến thiên tuyến tính các tham số, hoặc có thể thu được bằng phương pháp lập bảng như thể hiện trên Fig.4, sẽ không được mô tả lặp lại ở đây. Một khi mối quan hệ giữa chiều rộng ống dẫn sóng và chiều rộng khe hở từ đầu bắt đầu đến đầu kết thúc $w_1(g)$, hoặc $w_2(g)$ được xác định, mô hình ban đầu của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt có thể thu được.

Ở thao tác 3, hai mô hình phụ trợ với hai chiều cao ống dẫn sóng khác nhau được tạo ra có tính đến dung sai gia công, trên cơ sở mô hình ban đầu, như thể hiện trên Fig.6, và thu được ba cấu trúc mô phỏng của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt.

Ở thao tác 4, ba cấu trúc mô phỏng được phân chia ảo thành N đoạn với các khoảng bằng nhau dọc theo chiều rộng Δg đồng thời, và dao động riêng ống dẫn sóng của mỗi đoạn và hiệu suất ghép nối giữa các dao động riêng ống dẫn sóng của mỗi hai đoạn liên kế được tính toán thông qua mở rộng dao động riêng. Mô hình ban đầu được chia đồng thời cùng với hai mô hình phụ trợ ở cùng vị trí, do đó các hiệu suất ghép nối của ba cấu trúc mô phỏng có thể được tính toán đồng thời.

Ở thao tác 5, đường cong tham số trong phạm vi chiều dài đặt trước và phạm vi chiều rộng đặt trước trong hệ tọa độ $g-z$, và các điểm kiểm soát đường cong để kiểm soát hình dạng của đường cong tham số được thu thập, trong đó đường cong tham số tương ứng với các biến thiên $g-z$. Theo giá trị khe hở giữa đoạn đầu và đoạn cuối của N đoạn đã phân chia, các khoảng chiều dài Δz của N đoạn tương ứng với đường cong tham số đã điều chỉnh thu được bằng phép nội suy, và sau đó từng khoảng chiều dài Δz được gán vào dao động riêng ống dẫn sóng đã tính toán tương ứng với đoạn tương ứng, để thu được thông tin pha tương ứng. Và sau đó hiệu suất truyền của ba cấu trúc mô phỏng có thể thu được theo thông tin pha và hiệu suất ghép nối tương ứng với khoảng

chiều dài Δz , sao cho hiệu suất truyền của các chế độ chẵn và lẻ của ba cấu trúc mô phỏng có thể được cập nhật nhanh chóng.

Ở thao tác 6, các hiệu suất truyền của ba cấu trúc mô phỏng lần lượt được gán với các trọng số khác nhau để thu được trung bình trọng số của các hiệu suất truyền, và trung bình trọng số được coi là hiệu suất truyền trung bình. Bằng cách biến đổi các tọa độ của các điểm kiểm soát đường cong để điều chỉnh hình dạng của đường cong tham số, hiệu suất truyền trung bình của cấu trúc đã mô phỏng tương ứng với các đường cong tham số khác nhau (tức là, $g(z)$) có thể được tính toán tương đối nhanh. Dựa trên hiệu suất truyền trung bình, đường cong tham số tối ưu tương ứng có thể thu được bằng cách biến đổi đường cong tham số cho đến khi hiệu suất truyền trung bình tương ứng tốt hơn ngưỡng hiệu suất đặt trước của yêu cầu thiết kế, ví dụ, hiệu suất truyền trung bình bằng hoặc cao hơn ngưỡng hiệu suất đặt trước. Fig.8 thể hiện đường cong tham số được tối ưu hóa (tức là, $g(z)$). Thuật toán PSO hoặc mô hình mạng thần kinh có thể được áp dụng để tìm kiếm các điểm kiểm soát đường cong tối ưu hoặc tối ưu hóa các đường cong tham số, khi biến đổi các tọa độ của các điểm kiểm soát đường cong để điều chỉnh hình dạng của các đường cong tham số, cho đến khi hàm đánh giá là tốt hơn các tham số tối ưu đích.

Tham chiếu trên Fig.9 và Fig.10. Fig.9 thể hiện kết quả thử nghiệm của hệ số ghép nối của bộ ghép đoạn nhiệt tuyến tính 3 dB với chiều dài đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt là 300 μm . Fig.10 thể hiện kết quả thử nghiệm của hệ số ghép nối của bộ ghép đoạn nhiệt tuyến tính 3 dB với chiều dài đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt là 250 μm được tối ưu hóa bằng phương pháp thiết kế của ví dụ này. So sánh các kết quả thử nghiệm trên Fig.9 và Fig.10 cho thấy rằng mặc dù chiều dài của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt trong bộ ghép đoạn nhiệt tuyến tính 3 dB lên đến 300 μm , yêu cầu đoạn nhiệt chưa được đáp ứng Bộ ghép đoạn nhiệt 3 dB được tối ưu hóa bằng phương pháp thiết kế đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt của ví dụ này, phân tách gần bằng 3 dB, ngay cả ở chiều dài 250 μm của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt, do đó đạt được hiệu suất đoạn nhiệt tốt hơn. Do vậy, bằng phương pháp thiết kế đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt trong ví dụ này, chiều dài của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt có thể giảm xuống trong khi đáp ứng các yêu cầu đoạn nhiệt, và do đó chiều dài của bộ ghép đoạn nhiệt có thể giảm xuống.

Phương án của sáng chế đề xuất thiết bị xử lý bao gồm bộ nhớ, bộ xử lý và chương trình máy tính được lưu trữ trong bộ nhớ và có thể được thực thi bởi bộ xử lý.

Bộ xử lý và bộ nhớ được kết nối bằng đường truyền dẫn (bus) hoặc các phương tiện khác.

Là phương tiện lưu trữ có thể đọc được bằng máy tính không tạm thời, bộ nhớ có thể được tạo cấu trúc để lưu các chương trình phần mềm không tạm thời và các chương trình có thể được thực thi bằng máy tính không tạm thời. Ngoài ra, bộ nhớ máy bao gồm bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên tốc độ cao và bộ nhớ không tạm thời, chẳng hạn như ít nhất một thiết bị bộ nhớ đĩa, thiết bị bộ nhớ nhanh, hoặc các thiết bị bộ nhớ trạng thái rắn không tạm thời khác. Trong một số phương án bộ nhớ có thể bao gồm các bộ nhớ được đặt từ xa so với bộ xử lý, và các bộ nhớ từ xa này có được kết nối với bộ xử lý thông qua mạng. Các ví dụ về mạng bao gồm nhưng không giới hạn ở mạng Internet, mạng nội bộ, mạng cục bộ, mạng thông tin di động, và các sự kết hợp của chúng.

Các câu lệnh và các chương trình phần mềm không tạm thời cho phương pháp thiết kế đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt của bộ ghép đoạn nhiệt của các phương án bên trên được lưu trữ trong bộ nhớ, khi được thực thi bởi bộ xử lý, làm cho bộ xử lý thực hiện phương pháp thiết kế đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt của bộ ghép đoạn nhiệt, ví dụ, bước S100 đến S500 được mô tả dựa trên Fig.2, bước S110 đến S120 được mô tả dựa trên Fig.3, hoặc bước S310 đến S320 được mô tả dựa trên Fig.5.

Phương án của sáng chế còn đề xuất thiết bị tính toán bao gồm thiết bị xử lý như được mô tả trong các phương án nêu trên. Thiết bị tính toán có thể là các thiết bị máy tính cục bộ chẳng hạn như máy tính cá nhân, máy tính bảng, điện thoại di động, hoặc thiết bị điện toán đám mây chẳng hạn như máy chủ đám mây, máy chủ LAN, và máy tính chủ đám mây.

Các phương án thiết bị được mô tả bên trên chỉ nhằm mục đích minh họa, trong đó các bộ phận được minh họa như các bộ phận cấu thành riêng biệt có thể hoặc không thể tách rời về mặt vật lý, tức là, chúng có thể được đặt ở một chỗ hoặc được phân phối trên một số khối mạng. Một số hoặc toàn bộ các mô đun có thể được lựa chọn theo nhu cầu thực tế cần đạt được mục đích của phương án này.

Phương án của sáng chế đề xuất phương tiện lưu trữ có thể đọc được bằng máy tính lưu trữ lệnh có thể được thực thi bằng máy tính, khi được thực thi bởi bộ xử lý hoặc

bộ điều khiển, ví dụ, bằng bộ xử lý trong thiết bị xử lý được mô tả bên trên, làm cho bộ xử lý thực hiện phương pháp thiết kế đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt bên trên, ví dụ, bước S100 đến S500 được mô tả dựa trên Fig.2, bước S110 đến S120 được mô tả dựa trên Fig.3, hoặc bước S310 đến S320 được mô tả dựa trên Fig.5.

Phương án của sáng chế bao gồm thu thập nhiều tham số ban đầu của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt, và xác định mô hình ban đầu của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt theo các tham số ban đầu, trong đó mô hình ban đầu bao gồm ống dẫn sóng liên kết thứ nhất và ống dẫn sóng liên kết thứ hai, và khe hở được bố trí giữa ống dẫn sóng liên kết thứ nhất và ống dẫn sóng liên kết thứ hai; phân chia ảo đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt thành N đoạn với các khoảng bằng nhau dọc theo chiều rộng, và tính toán từng hiệu suất ghép nối của các dao động riêng tương ứng giữa các mặt cắt ngang của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt, trong đó N là số nguyên dương; thu thập đường cong tham số tương ứng với sự thay đổi chiều rộng của khe hở với sự thay đổi chiều dài của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt; thu thập các khoảng chiều dài của N đoạn tương ứng với đường cong tham số, và tính toán hiệu suất truyền của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt hiện tại với các khoảng chiều dài kết hợp hiệu suất ghép nối; và biến đổi hình dạng của đường cong tham số, và cập nhật hiệu suất truyền của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt. Theo sơ đồ được đưa ra trong phương án của sáng chế, đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt được phân chia ảo thành N đoạn với các khoảng bằng nhau dọc theo chiều rộng. Từng hiệu suất ghép nối của các dao động riêng tương ứng giữa các mặt cắt ngang của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt được tính toán. Các khoảng chiều dài của N đoạn tương ứng với đường cong tham số được thu thập. Hiệu suất truyền của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt hiện tại được tính toán với các khoảng chiều dài kết hợp hiệu suất ghép nối. Hình dạng của đường cong tham số được sửa đổi sao cho hình dạng của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt được điều chỉnh. Và hiệu suất truyền của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt được cập nhật. Trong toàn bộ quá trình thiết kế, hình dạng của đường cong tham số được điều chỉnh bằng cách biến thiên tham số không tuyến tính. Do đó, so với thiết kế của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt bằng cách biến thiên tham số tuyến tính trong một số trường hợp, sơ đồ được đưa ra trong phương án của sáng chế có thể giảm chiều dài của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt dưới điều kiện để đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt đáp ứng các yêu cầu đoạn nhiệt, do đó giảm chiều dài của bộ ghép đoạn nhiệt.

Người có hiểu biết trung bình trong cùng lĩnh vực kỹ thuật có thể hiểu rằng toàn bộ hoặc một số bước và các hệ thống được mô tả bên trên có thể được triển khai dưới dạng phần mềm, phần sụn, phần cứng và các sự kết hợp thích hợp của chúng. Một số hoặc toàn bộ các bộ phận vật lý có thể được triển khai dưới dạng phần mềm được thực thi bởi bộ xử lý, chẳng hạn như bộ xử lý trung tâm, bộ xử lý tín hiệu số hoặc bộ vi xử lý, hoặc như phần cứng, hoặc như mạch tích hợp, chẳng hạn như mạch tích hợp chuyên dụng. Phần mềm như vậy có thể được phân phối trong phương tiện lưu trữ có thể đọc được bằng máy tính bao gồm phương tiện lưu trữ máy tính (hoặc phương tiện không tạm thời) và phương tiện truyền thông (hoặc phương tiện tạm thời). Người có hiểu biết trung bình trong cùng lĩnh vực kỹ thuật biết rõ rằng thuật ngữ phương tiện lưu trữ máy tính bao gồm phương tiện lưu trữ khả biến và không khả biến, có thể tháo rời và không thể tháo rời được thực hiện theo bất kỳ phương pháp hoặc kỹ thuật để lưu trữ thông tin chẳng hạn như các lệnh có thể đọc được bằng máy tính, các cấu trúc dữ liệu, các mô đun chương trình hoặc dữ liệu khác. Các phương tiện lưu trữ máy tính bao gồm nhưng không giới hạn ở RAM, ROM, EEPROM, bộ nhớ nhanh hoặc các công nghệ bộ nhớ khác, CD-ROM, các đĩa đa năng kỹ thuật số (DVD) hoặc bộ lưu trữ đĩa quang khác, các hộp từ, băng, bộ lưu trữ đĩa từ hoặc các thiết bị lưu trữ từ khác, hoặc bất kỳ phương tiện khác có thể được sử dụng để lưu trữ thông tin mong muốn và có thể được truy cập bằng máy tính. Hơn nữa, người có hiểu biết trung bình trong cùng lĩnh vực kỹ thuật biết rằng phương tiện truyền thông thường chứa các lệnh có thể đọc được bằng máy tính, các cấu trúc dữ liệu, các mô đun chương trình hoặc các dữ liệu khác theo các tín hiệu dữ liệu đã mô đun chẳng hạn như các sóng mang hoặc các cơ chế truyền dẫn khác, và có thể bao gồm bất kỳ phương tiện truyền tải thông tin.

Phần mô tả bên trên chỉ mô tả một số phương án của sáng chế, nhưng sáng chế không giới hạn ở các phương án này. Người có hiểu biết trung bình trong cùng lĩnh vực kỹ thuật có thể thực hiện các sửa đổi hoặc thay thế tương đương khác nhau mà không tách rời khỏi phạm vi của sáng chế, và các sửa đổi hoặc thay thế tương đương này nằm trong phạm vi được xác định bởi các điểm yêu cầu bảo hộ của sáng chế.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp thiết kế đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt của bộ ghép đoạn nhiệt, trong đó phương pháp này bao gồm:

thu thập (S100) nhiều tham số ban đầu của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt, và xác định mô hình ban đầu của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt theo các tham số ban đầu, trong đó mô hình ban đầu bao gồm ống dẫn sóng liên kết thứ nhất (210) và ống dẫn sóng liên kết thứ hai (220), và khe hở (230) được bố trí giữa ống dẫn sóng liên kết thứ nhất (210) và ống dẫn sóng liên kết thứ hai (220);

phân chia ảo (S200) đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt thành N đoạn với các khoảng bằng nhau dọc theo chiều rộng, và tính toán từng hiệu suất ghép nối của các dao động riêng tương ứng giữa các mặt cắt ngang của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt, trong đó N là số nguyên dương;

thu thập (S300) đường cong tham số tương ứng với sự thay đổi chiều rộng của khe hở (230) với sự thay đổi chiều dài của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt;

thu thập (S400) các khoảng chiều dài của N đoạn tương ứng với đường cong tham số, kết hợp từng khoảng chiều dài với hiệu suất ghép nối tương ứng, và tính toán hiệu suất truyền của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt hiện tại; và

biến đổi (S500) hình dạng của đường cong tham số, và cập nhật hiệu suất truyền của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó các tham số ban đầu bao gồm chiều rộng bắt đầu thứ nhất và chiều rộng kết thúc thứ nhất của ống dẫn sóng liên kết thứ nhất (210), chiều rộng bắt đầu thứ hai và chiều rộng kết thúc thứ hai của ống dẫn sóng liên kết thứ hai (220), và chiều rộng bắt đầu thứ ba và chiều rộng kết thúc thứ ba của khe hở (230); và

xác định mô hình ban đầu của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt theo các tham số ban đầu bao gồm:

thu thập mối quan hệ ánh xạ thứ nhất theo quan hệ biến thiên từ chiều rộng bắt đầu thứ nhất đến chiều rộng kết thúc thứ nhất và quan hệ biến thiên từ chiều rộng bắt đầu thứ ba đến chiều rộng kết thúc thứ ba, hoặc thu thập mối quan hệ ánh xạ thứ hai theo quan hệ biến thiên từ chiều rộng bắt đầu thứ hai đến chiều rộng kết thúc thứ hai và quan hệ biến thiên từ chiều rộng bắt đầu thứ ba đến chiều rộng kết thúc thứ ba (S110);

và

thu thập mô hình ban đầu của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt theo mối quan hệ ánh xạ thứ nhất hoặc mối quan hệ ánh xạ thứ hai (S120).

3. Phương pháp theo điểm 1, trong đó tính toán từng hiệu suất ghép nối của các dao động riêng tương ứng giữa các mặt cắt ngang của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt bao gồm:

tính toán dao động riêng ống dẫn sóng của mỗi đoạn, và hiệu suất ghép nối giữa các dao động riêng ống dẫn sóng của mỗi cặp của hai đoạn liên kế thông qua mở rộng dao động riêng, và thu thập từng hiệu suất ghép nối của các dao động riêng tương ứng giữa các mặt cắt ngang của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt.

4. Phương pháp theo điểm 1, trong đó thu thập đường cong tham số bao gồm:

thiết lập (S310) hệ tọa độ chiều dài-chiều rộng tương ứng với hướng chiều dài của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt và hướng chiều rộng của khe hở (230); và

tạo ngẫu nhiên (S320) đường cong tham số trong hệ tọa độ chiều dài-chiều rộng, trong đó đường cong tham số được định vị trong phạm vi chiều dài và phạm vi chiều rộng khe hở đã đặt, và đường cong tham số bao gồm điểm kiểm soát đường cong.

5. Phương pháp theo điểm 1, trong đó thu thập các khoảng chiều dài của N đoạn tương ứng với đường cong tham số bao gồm:

đối với mỗi trong số N đoạn, nội suy chiều rộng khe hở phía trước và khe hở phía sau của đoạn hiện tại như các biến độc lập với đường cong tham số để thu được hai vị trí chiều dài tương ứng với chiều rộng khe hở phía trước và khe hở phía sau tương ứng, và lấy chênh lệch giữa hai vị trí chiều dài làm khoảng chiều dài của đoạn hiện tại tương ứng với đường cong tham số.

6. Phương pháp theo điểm 1 hoặc 5, trong đó kết hợp từng khoảng chiều dài với hiệu suất ghép nối tương ứng, và tính toán hiệu suất truyền của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt hiện tại bao gồm:

gán từng khoảng chiều dài cho dao động riêng ống dẫn sóng đã tính toán tương ứng với đoạn tương ứng để xác định thông tin pha của dao động riêng ống dẫn sóng tương ứng, kết hợp từng hiệu suất ghép nối của các dao động riêng tương ứng giữa các mặt cắt ngang để tạo ra ma trận truyền hoàn chỉnh, và thu thập hiệu suất truyền của đoạn

ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt hiện tại.

7. Phương pháp theo điểm 1, trong đó cập nhật hiệu suất truyền của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt, bao gồm:

thu thập khoảng chiều dài của mỗi đoạn tương ứng với đường cong tham số đã sửa đổi, gán khoảng chiều dài cho dao động riêng ống dẫn sóng đã tính toán tương ứng với đoạn tương ứng để xác định thông tin pha của dao động riêng ống dẫn sóng tương ứng, kết hợp từng hiệu suất ghép nối của các dao động riêng tương ứng giữa các mặt cắt ngang để tạo ra ma trận truyền hoàn chỉnh, và cập nhật hiệu suất truyền của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt.

8. Phương pháp theo điểm 4, trong đó biến đổi hình dạng của đường cong tham số bao gồm:

biến đổi hình dạng của đường cong tham số bằng cách biến đổi tọa độ của điểm kiểm soát đường cong của đường cong tham số.

9. Phương pháp theo điểm 4, trong đó phương pháp này còn bao gồm:

biến đổi liên tục hình dạng của đường cong tham số cho đến khi hiệu suất truyền của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt đáp ứng điều kiện đặt trước, và thu thập đường cong tham số tối ưu tương ứng.

10. Phương pháp theo điểm 9, trong đó, biến đổi liên tục hình dạng của đường cong tham số bao gồm:

biến đổi tọa độ của điểm kiểm soát đường cong của đường cong tham số bằng thuật toán tối ưu hóa, để tối ưu hóa hình dạng của đường cong tham số.

11. Phương pháp theo điểm 1, trong đó phương pháp này còn bao gồm:

thu thập mô hình phụ trợ theo mô hình ban đầu, trong đó cả hai mô hình ban đầu và mô hình phụ trợ tương ứng với đường cong tham số; và

phân chia ảo đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt thành N đoạn với các khoảng bằng nhau dọc theo chiều rộng, và tính toán từng hiệu suất ghép nối của các dao động riêng tương ứng giữa các mặt cắt ngang của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt bao gồm:

phân chia ảo mô hình ban đầu và mô hình phụ trợ thành N đoạn với các

khoảng bằng nhau dọc theo chiều rộng tương ứng, và tính toán lần lượt từng hiệu suất ghép nối của các dao động riêng tương ứng giữa các mặt cắt ngang của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt cho mô hình ban đầu và mô hình phụ trợ.

12. Phương pháp theo điểm 11, trong đó biến đổi hình dạng của đường cong tham số, và cập nhật hiệu suất truyền của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt bao gồm:

biến đổi hình dạng của đường cong tham số và cập nhật các hiệu suất truyền của mô hình ban đầu và mô hình phụ trợ.

13. Phương pháp theo điểm 12, trong đó phương pháp này còn bao gồm:

biến đổi liên tục hình dạng của đường cong tham số cho đến khi các hiệu suất truyền của cả hai mô hình ban đầu và mô hình phụ trợ đáp ứng điều kiện đặt trước, và thu thập đường cong tham số tối ưu tương ứng.

14. Thiết bị xử lý bao gồm bộ nhớ, bộ xử lý, và chương trình máy tính được lưu trữ trong bộ nhớ và có thể được thực thi bởi bộ xử lý, khi được thực thi bởi bộ xử lý, làm cho bộ xử lý thực hiện phương pháp theo điểm bất kỳ từ 1 đến 13.

15. Phương tiện lưu trữ có thể đọc được bằng máy tính lưu trữ lệnh có thể được thực thi bằng máy tính, khi được thực thi bởi bộ xử lý, làm cho bộ xử lý thực hiện phương pháp theo điểm bất kỳ từ 1 đến 13.

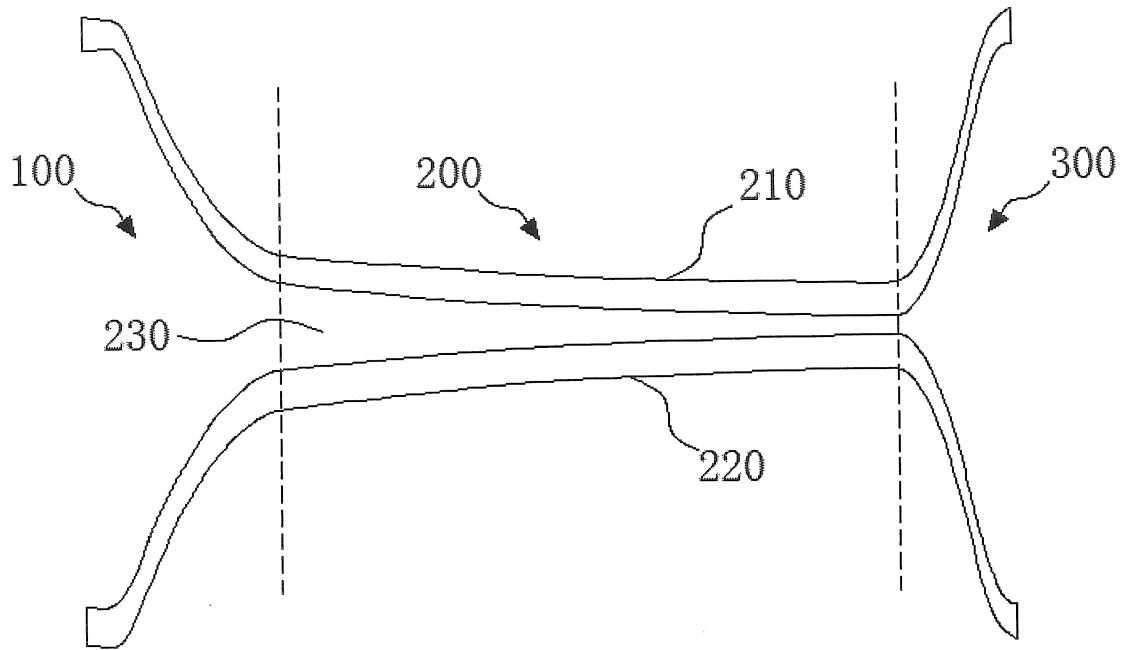


FIG.1

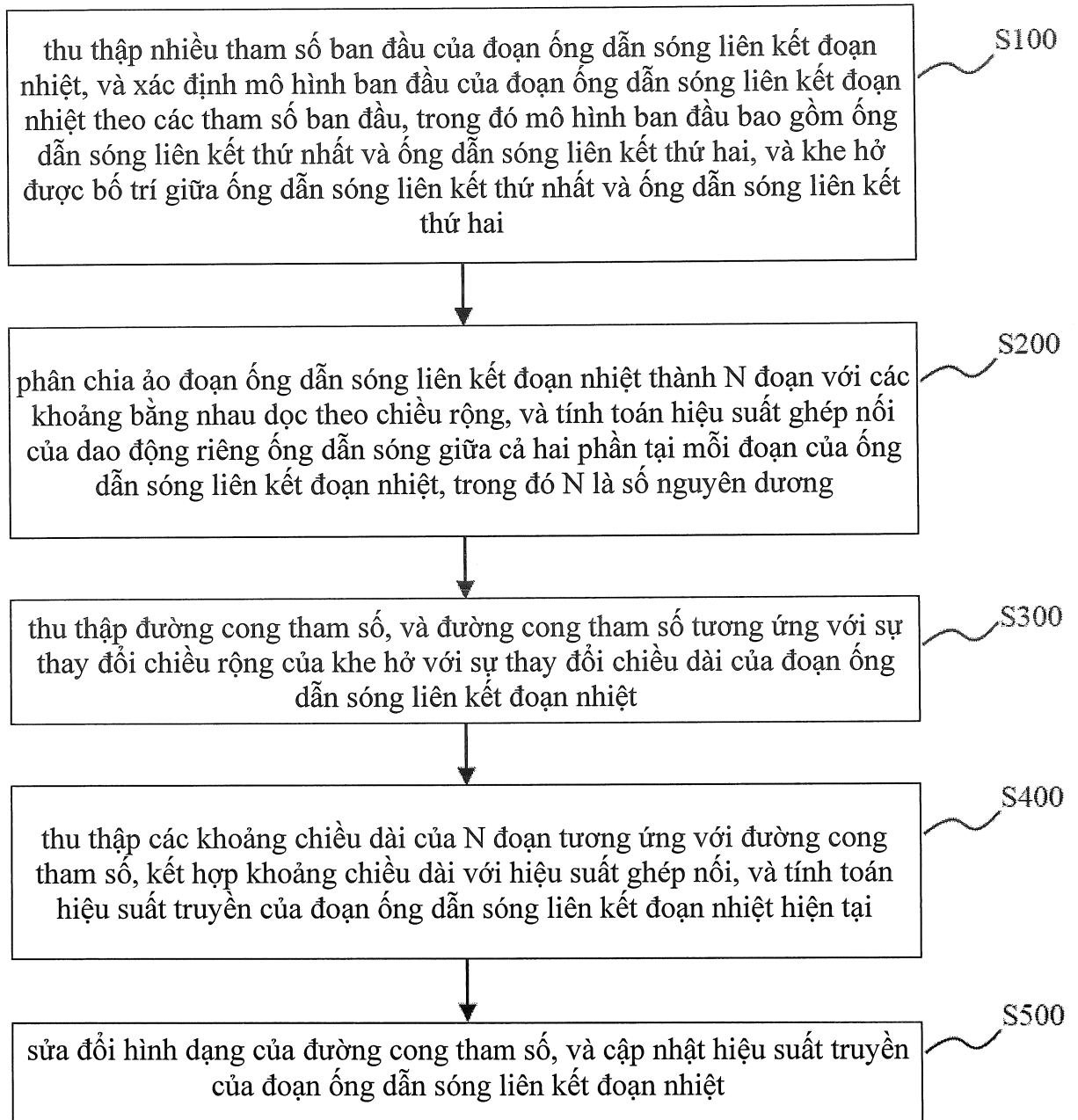


FIG.2

thu thập mỗi quan hệ ánh xạ thứ nhất theo các quan hệ biến thiên từ chiều rộng bắt đầu thứ nhất đến chiều rộng kết thúc thứ nhất và các quan hệ biến thiên từ chiều rộng bắt đầu thứ ba đến chiều rộng kết thúc thứ ba, hoặc thu thập mỗi quan hệ ánh xạ thứ hai theo các quan hệ biến thiên từ chiều rộng bắt đầu thứ hai đến chiều rộng kết thúc thứ hai và các quan hệ biến thiên từ chiều rộng bắt đầu thứ ba đến chiều rộng kết thúc thứ ba

S110

thu thập mô hình ban đầu của đoạn ống dẫn sóng liên kết đoạn nhiệt theo mỗi quan hệ ánh xạ thứ nhất hoặc mỗi quan hệ ánh xạ thứ hai

S120

FIG.3

	$w_1[0]$		$w_1[1]$		$w_1[2]$		$w_1[3]$
$g[0]$	Điểm bắt đầu	3		3		3	
	1	2	2	3	3	4	3
$g[1]$		2		3		5	
	3	1	2	3	4	5	5
$g[2]$		2		1.5		5	
	3	2	2	2	1	3	3
$g[3]$		3		3		1	Điểm kết thúc

FIG.4

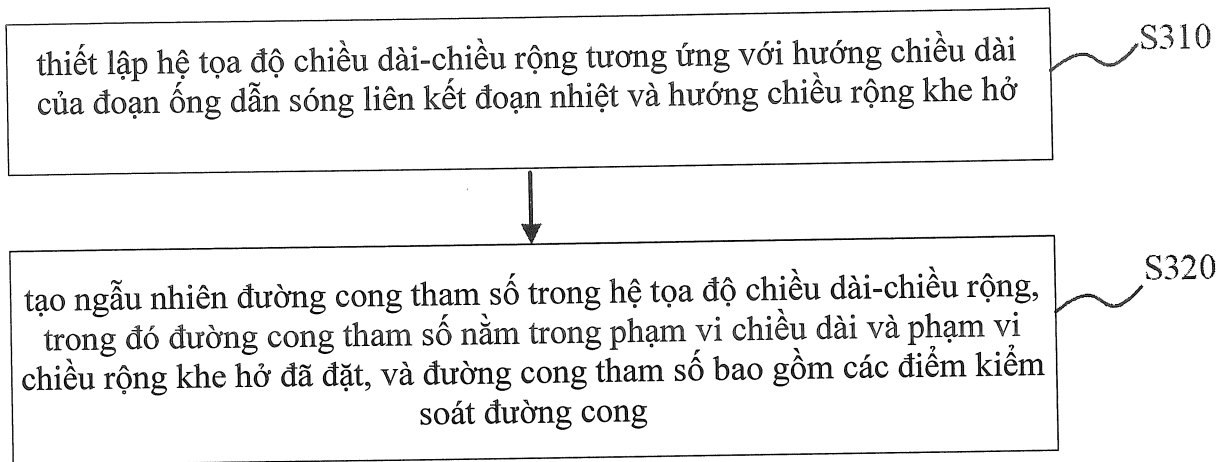


FIG.5

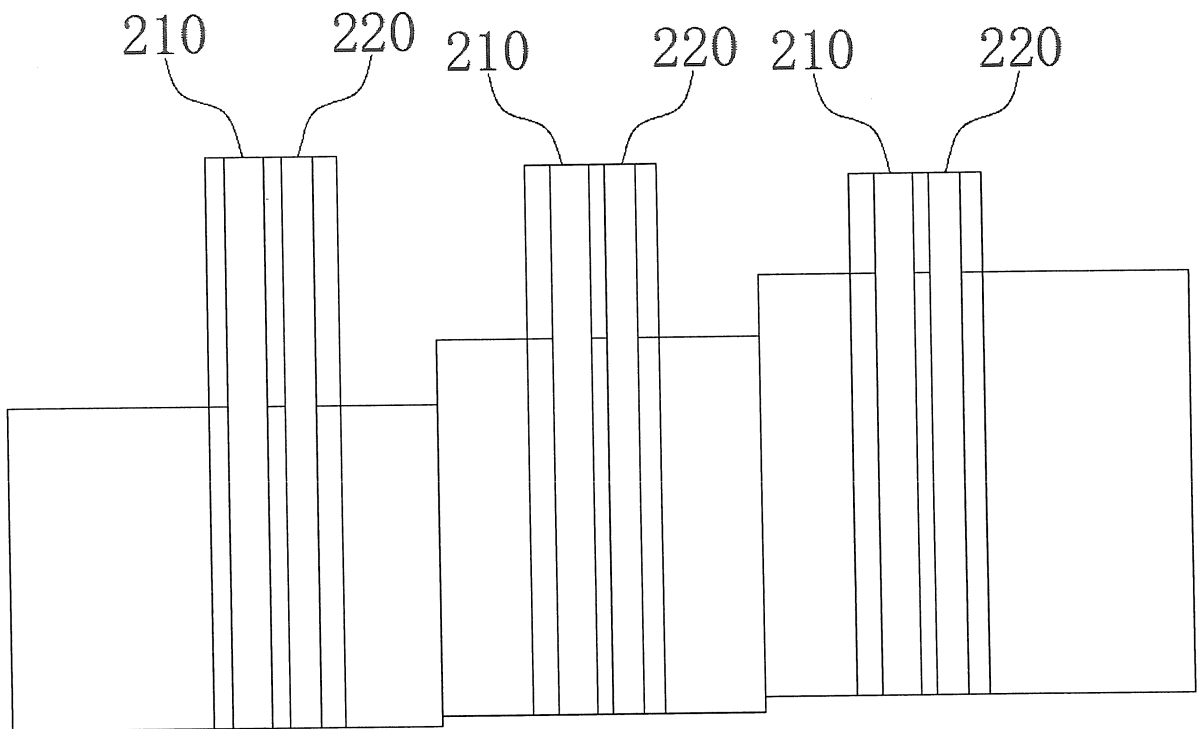


FIG.6

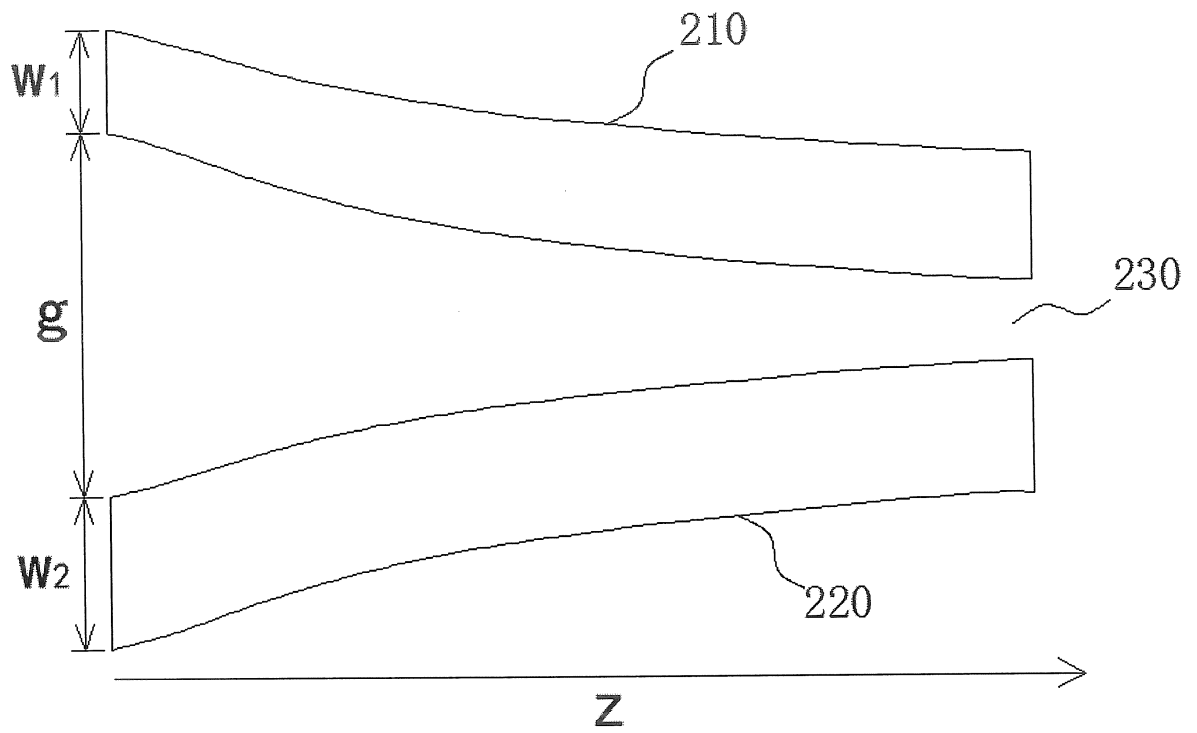


FIG.7

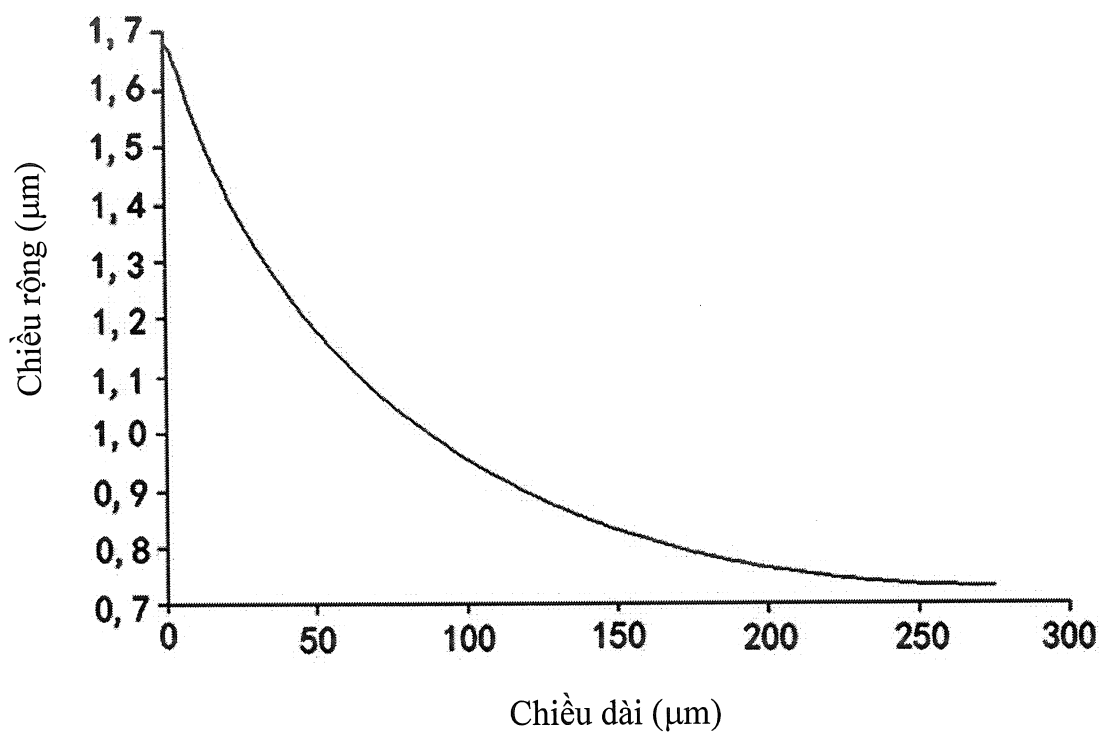


FIG.8

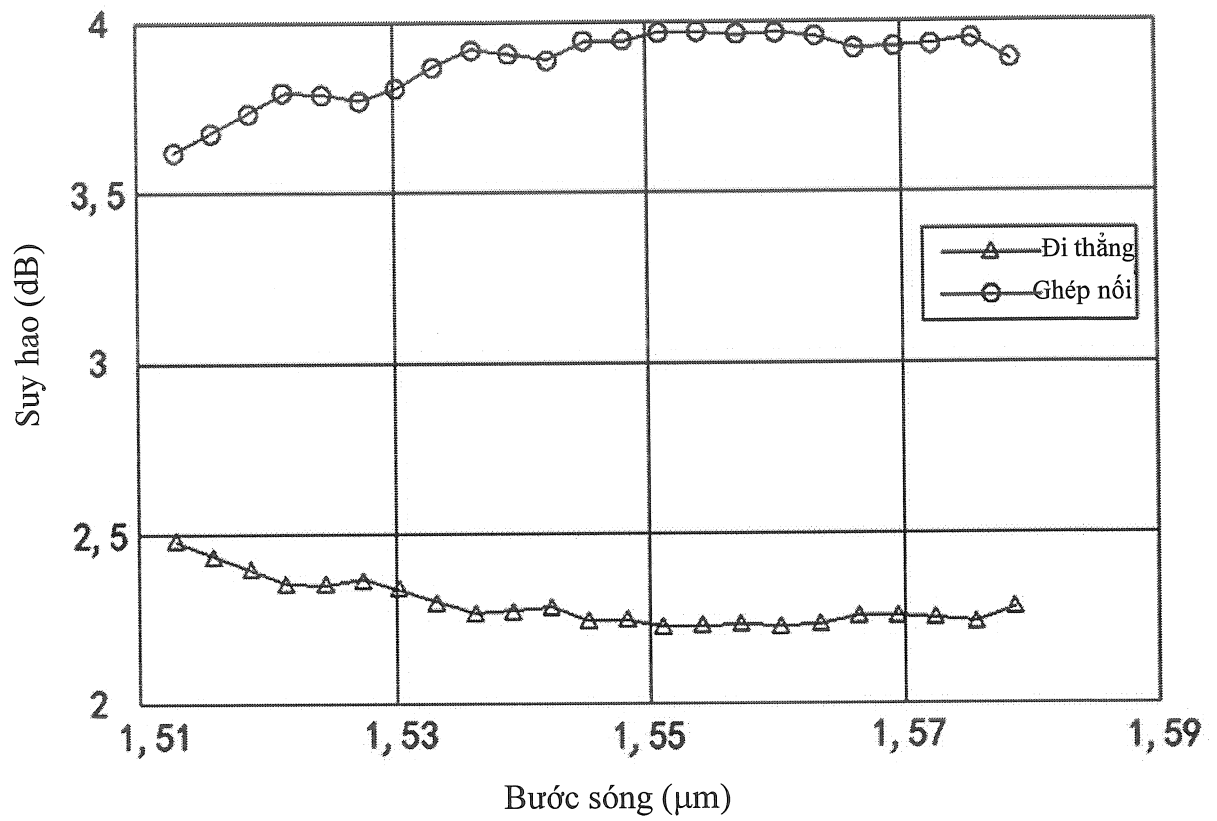


FIG.9

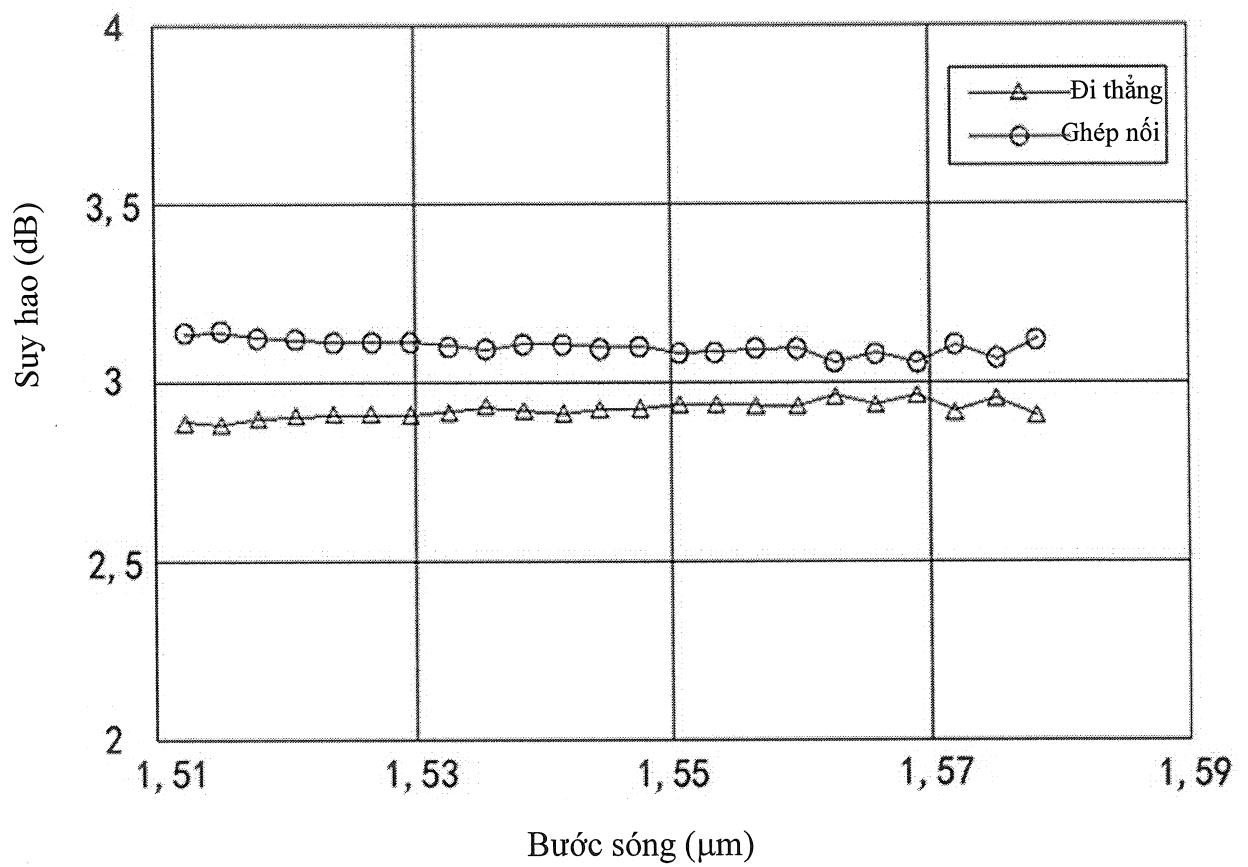


FIG.10