



(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)



1-0052863

(51)^{2022.01} H01Q 9/00

(13) B

(21) 1-2022-06365

(22) 30/09/2022

(45) 27/10/2025 451

(43) 26/12/2022 417A

(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

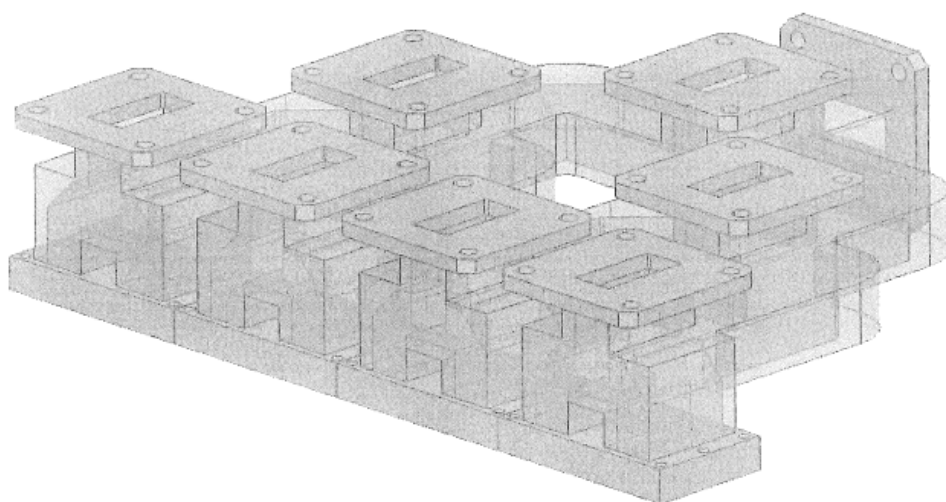
(72) NGUYỄN QUỐC DUY (VN); TẠ THỊ THANH LÂM (VN); NGUYỄN ĐÌNH SƠN (VN).

(74) Công ty TNHH NACILAW (NACILAW)

(54) BỘ CHIA ỐNG SÓNG CÓ CÁC CỔNG ĐẦU RA LIÊN TIẾP NGƯỢC PHA VÀ HỆ SỐ CÁCH LY CAO

(21) 1-2022-06365

(57) Sáng chế đề cập đến bộ chia ống sóng có các cổng đầu ra liên tiếp ngược pha và có hệ số cách ly cao, có thể áp dụng ở nhiều dải tần số khác nhau như băng L, S, C, X, Ka, Ku... Nguyên lý bộ chia là kết hợp giữa chia công suất trong mặt phẳng H kết hợp với uốn cong ống sóng trong mặt phẳng E để có được bộ chia có hai cổng đầu ra liên tiếp ngược pha. Để tăng cách ly giữa các cổng đầu ra và giảm hệ số sóng đứng của các cổng này thì tại các điểm chia của bộ chia công suất này tích hợp thêm các tải ống sóng.



Hình 4

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến bộ chia ổng sóng. Cụ thể, bộ chia ổng sóng được đề cập trong sáng chế có các cổng đầu ra liên tiếp ngược pha và hệ số cách ly cao, được sử dụng trong các bộ chia hoặc cộng công suất của các hệ thống thu phát tín hiệu, các hệ ăng ten có các chấn tử liên tiếp ngược pha nhau, ứng dụng trong các đài ra đa cảnh giới vùng trời tầm gần, cảnh giới vùng trời tầm trung và ra đa cảnh giới bờ biển.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Hiện nay, đối với những đài ra đa cảnh giới vùng trời hay ra đa cảnh giới bờ biển sử dụng cấu trúc ổng sóng, có yêu cầu lệch pha 180 độ đối với các cổng đầu ra liên tiếp trong các bộ thu phát tín hiệu, hay để tiếp điện cho các hàng ăng ten hoặc chấn tử ăng ten trong hệ với yêu cầu lệch pha 180 độ ở các chấn tử liên tiếp trong hệ thì các phương pháp được áp dụng chủ yếu là:

Phương pháp cơ khí: tăng chiều dài các cổng đầu ra sao cho độ dài điện của cổng này lệch pha 180 độ so với hai cổng bên cạnh. Phương pháp này có nhược điểm đó là tăng kích thước, khối lượng hệ thống. Đối với những hệ yêu cầu đầu ra các cổng là đồng phẳng thì rất khó thực hiện do phải uốn ổng sóng theo các hình dạng nhất định như uốn cong, gấp ổng sóng... Phương pháp này cũng không cho dải tần hoạt động rộng, do độ dài điện chỉ cho lệch pha 180 độ tại một tần số trung tâm, càng xa tần số này thì pha của tín hiệu lại lệch lớn hơn hoặc bé hơn 180 độ.

Phương pháp kết hợp cơ khí và điện tử: lắp thêm các bộ điều pha (phase shifter) để làm lệch pha các cổng đầu ra. Phương pháp này có ưu điểm là có thể điều chỉnh pha các cổng lệch nhau một lượng bất kỳ từ 0 – 360 độ, tuy nhiên lại có nhược điểm đó là, làm tăng phức tạp hệ thống và với những hệ có yêu cầu độ dịch pha chính xác, dải tần rộng thì giá thành của các bộ điều pha không hề rẻ, hàng ngàn USD hoặc hơn, từ đó làm tăng chi phí đầu tư ban đầu.

Ngoài ra, trong nhiều hệ ăng ten của các thiết bị thu phát sóng vô tuyến như các đài ra đa, trạm thu phát sóng,..., ảnh hưởng qua lại (multal coupling) giữa các hàng hoặc chấn tử trong hệ làm tăng hệ số sóng đứng hay tăng công suất phản hồi về nguồn phát. Đối với những mảng ăng ten có yêu cầu quét pha điện tử, ảnh hưởng qua lại giữa các chấn tử của hệ có thể gây ra các điểm mù quét pha vì tại các góc quét đó công suất phản xạ về nguồn gần như là tuyệt đối, từ đó ảnh hưởng đến hiệu suất và khả năng làm việc không những của ăng ten và còn cả các thiết bị vô tuyến này, và trong nhiều trường hợp có thể gây ra cháy nổ các linh kiện điện tử đi kèm. Để giảm ảnh hưởng qua lại này, phương pháp sử dụng phổ biến là sử dụng các tấm kim loại làm vách ngăn cơ khí giữa các hàng hoặc chấn tử trong hệ. Phương pháp này có hạn chế đó là làm tăng kích thước,

khối lượng hệ ăng ten, nhưng hiệu quả không cao và chỉ mang giải pháp tình thế. Để giải quyết vấn đề này một cách triệt để hơn thì các bộ cộng – chia công suất để tiếp điện cho các hàng hoặc các chấn tử ăng ten trong hệ phải có hệ số cách ly cao, từ đó làm giảm ảnh hưởng qua lại của các phần tử trong hệ.

Từ những yêu cầu nói trên, nhóm tác giả trong sáng chế này trình bày về thiết kế bộ chia ống sóng, có các cổng đầu ra liên tiếp ngược pha và có hệ số cách ly cao, ứng dụng trực tiếp cho đài ra đa cảnh giới bờ biển ở dải tần băng X (dải tần từ 8 – 12 GHz).

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là đưa ra nguyên lý thiết kế bộ chia có 2^N cổng đầu ra, trong đó các cổng đầu ra liên tiếp là ngược pha (hay lệch pha 180 độ), và có hệ số cách ly giữa các cổng cao (≥ 13 dB) trong toàn dải tần khảo sát. Để đạt được mục đích trên, bộ chia được thiết kế làm hai tầng, cụ thể như sau.

Tầng thứ nhất: thiết kế bộ chia có 2^{N-1} cổng đầu ra cùng pha. Để có được điều này, bộ chia được thiết kế chia theo mặt phẳng H (chia theo cạnh bé) của ống sóng.

Tầng thứ hai: là các bộ chia 1:2 cổng, chia theo mặt phẳng H kết hợp với uốn cong ống sóng trong mặt phẳng E (cạnh lớn của ống sóng). Khi đó, pha giữa hai cổng của bộ chia này là lệch nhau một đại lượng 180 độ.

Kết hợp giữa tầng thứ nhất và tầng thứ hai, ta sẽ có bộ chia có 2^N cổng đầu ra, trong đó pha tại hai cổng đầu ra liên tiếp là ngược nhau.

Nhằm tăng cách ly giữa các cổng đầu ra thì ở các nhánh chia của bộ chia này tích hợp thêm các tải ống sóng. Việc làm này có hai mục đích, một là tăng hệ số cách ly như đã đề cập, hai là tăng phối hợp trở kháng ở các cổng đầu ra bộ chia trong toàn dải tần.

Lấy ví dụ cụ thể với trường hợp $N = 3$ (bộ chia có tám cổng đầu ra) cho bộ chia ở băng X, bộ chia này gồm hai tầng chia: tầng thứ nhất là bộ chia 1:4, tầng thứ hai là bốn bộ chia 1:2.

Trong bộ chia 1:4, công suất chia theo mặt phẳng H, có các cổng đầu ra là đồng pha. Ở các nhánh chia của bộ chia này thiết kế theo dạng hình thang ba bậc đối xứng kết hợp với các góc 45 độ các đoạn ống cong trong mặt phẳng H nhằm tăng phối hợp trở kháng trong toàn dải tần.

Ở tầng thứ hai là các bộ chia 1:2. Bộ chia này là kết hợp giữa chia theo mặt phẳng H, uốn cong ống sóng trong mặt phẳng E, từ đó các cổng đầu ra của bộ chia này đảm bảo lệch pha 180 độ. Ngoài ra, ở các điểm chia công suất tích hợp thêm khối trụ hình vuông nhằm phối hợp trở kháng cho bộ chia trong toàn dải tần.

Kết hợp giữa bộ chia 1:4 và bốn bộ chia 1:2 ta có bộ chia với tám cổng đầu ra. Đánh số thứ tự các cổng này từ 1-8 thì ta có, các cổng có số thứ tự lẻ 1-3-5-7, hay các cổng có số thứ tự chẵn 2-4-6-8 là đồng pha, còn các cặp cổng liền kề nhau 1-2, 2-3, ..., 7-8 là ngược pha.

Để tăng phối hợp trở kháng và tăng hệ số cách ly giữa các cổng đầu ra thì ở các nhánh chia của bộ chia 1:8 tích hợp thêm các tải ống sóng. Dải tần hoạt động của các tải này nằm trong dải tần hoạt động của bộ chia.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1 là hình vẽ mô tả bộ chia công suất trong mặt phẳng H ống sóng;

Hình 2 là hình vẽ uốn ống sóng trong mặt phẳng H (a) và trong mặt phẳng E (b) bo góc 45 độ;

Hình 3 là hình vẽ mô tả mặt cắt ống sóng WR-90 tiêu chuẩn cho băng X;

Hình 4 là hình vẽ mô tả cấu trúc tổng quan của bộ chia 1:8 ống sóng;

Hình 5 là hình vẽ mô tả cấu trúc bộ chia 1:8 nhìn từ mặt trên xuống;

Hình 6 là hình vẽ mô tả bậc thang phối hợp trở kháng ở bộ chia 4: a) hình chiếu nằm, b) hình chiếu ngang;

Hình 7 là hình vẽ mô tả trụ phối hợp trở kháng ở bộ chia 2: a) hình chiếu nằm, b) hình chiếu ngang;

Hình 8 là hình vẽ mô tả cấu trúc mặt bích cổng đầu vào và kết nối tải cách ly: a) hình chiếu nằm, b) hình chiếu ngang;

Hình 9 là hình vẽ mô tả cấu trúc bộ chia 1:8 nhìn từ mặt dưới lên trên;

Hình 10 là hình vẽ mô tả cấu trúc mặt bích các cổng đầu ra bộ chia: a) hình chiếu nằm, b) hình chiếu ngang;

Hình 11 là hình vẽ mô tả cấu trúc bộ chia 2: a) hình chiếu ngang, b) hình chiếu đứng;

Hình 12 là biểu đồ thể hiện hệ số sóng đứng các cổng của bộ chia 1:8;

Hình 13 là biểu đồ thể hiện hệ số truyền từ cổng vào đến các cổng đầu ra của bộ chia 1:8;

Hình 14 là biểu đồ thể hiện hệ số pha từ cổng vào đến các cổng đầu ra bộ chia 1:8;

Hình 15 là biểu đồ thể hiện hệ số cách ly các cổng đầu ra của bộ chia 1:8.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sáng chế được mô tả chi tiết dưới đây có dựa vào hình vẽ kèm theo, các hình vẽ này nhằm mục đích minh họa phương án thiết kế của sáng chế mà không làm giới hạn phạm vi bảo hộ sáng chế. Đồng thời, các thuật ngữ chuyên môn trong sáng chế này được hiểu như sau:

Phương pháp này nhằm thiết kế bộ chia ống sóng có 2^N cổng đầu ra, trong đó các cặp cổng ra liên tiếp là ngược pha, trong đó, N là số nguyên dương và $N = 2, 3, 4, \dots$. Bộ chia gồm hai tầng chính, tầng thứ nhất là kết hợp giữa các bộ chia chữ T đối xứng (Hình 1) để chia đều công suất từ cổng đầu vào đến các cổng đầu ra. Vì các bộ chia chữ T này chia công suất trong mặt phẳng H (cạnh bé ống sóng) nên véc tơ điện trường luôn vuông góc với cạnh lớn của ống sóng và không

thay đổi hướng trong toàn bộ bộ chia nên pha ở các cổng đầu ra là đồng pha. Ở tầng chia này, các bộ chia chữ T kết hợp với bo góc 45 độ để phối hợp trở kháng ở các đoạn uốn ống sóng trong mặt phẳng H (Hình 2a), và ta có bộ chia với 2^{N-1} cổng đầu ra đồng biên và đồng pha.

Ở tầng thứ hai, là kết hợp giữa các bộ chia 1:2 chữ T chia công suất trong mặt phẳng H, kết hợp với bo góc 45 độ và uốn ống sóng trong mặt phẳng E (cạnh lớn ống sóng, Hình 2b). Vì uốn ống sóng trong mặt phẳng E nên véc tơ điện trường vuông góc với cạnh lớn ống sóng và đổi hướng 180 độ ở các điểm uốn, dẫn đến pha ở các cổng đầu ra này là ngược pha. Kết hợp giữa hai tầng chia trên, ta sẽ có được bộ chia công suất ống sóng có 2^N cổng đầu ra, tín hiệu ở các cổng đầu ra là đồng biên, còn pha ở các cặp cổng liên tiếp là lệch nhau 180 độ hay ngược pha.

Ngoài ra, ở các bộ chia chữ T đối xứng tích hợp thêm các tải công suất, dải tần làm việc của các tải này cùng dải tần với bộ chia nhằm giảm hệ số sóng đứng và tăng hệ số cách ly các cổng đầu ra.

Áp dụng phương pháp chia trên có thể thiết kế bộ chia với 2^N cổng đầu ra, trong đó N là số nguyên dương bất kỳ và $N = 2, 3, \dots$ Để minh họa cho trường hợp cụ thể với $N = 3$ cho bộ chia với tám cổng đầu ra ở băng X, bộ chia được sử dụng trong đài ra đa cảnh giới bờ biển. Ống sóng WR-90 tiêu chuẩn cho băng tầng này có kích thước mặt cắt $22,86 \times 10,16 \times 2 \text{ mm}^3$ (rộng x cao x dày) như ở Hình 3. Cấu trúc tổng quan của bộ chia 1:8 ống sóng băng X như ở Hình 4. Vật liệu được sử dụng để làm bộ chia có thể là đồng, nhôm hoặc hợp kim. Nhằm đảm bảo bộ chia sau hoàn thiện có kích thước nhẹ, suy hao trên đường truyền thấp, cũng như đảm bảo độ cứng và độ bền của bộ chia thì kim loại được sử dụng là nhôm kết hợp cromat.

Theo tham chiếu Hình 5, bộ chia 1:8 ống sóng có cổng đầu vào 1, là kết hợp giữa hai tầng chia công suất, tầng thứ nhất 2 là bộ chia 1:4 và tầng thứ hai là bốn bộ (3, 4, 5, 6) chia 1:2. Bộ chia 1:4 ở tầng thứ nhất 2 là kết hợp giữa ba bộ chia chữ T đối xứng, chia công suất trong mặt phẳng H. Hai cổng đầu ra của bộ chia chữ T thứ nhất là cổng đầu vào cho hai bộ chia chữ T kế tiếp. Tiến hành bo góc 45 độ ở lòng trong ống sóng với khoảng cách 20 mm so với đỉnh (Hình 2a) ở các đoạn uốn ống sóng 7 và 8 ở bộ chia chữ T thứ nhất, các đoạn uốn ống sóng 9, 10, 11 và 12 ở các bộ chia chữ T tiếp theo, còn ở các mép ngoài các đoạn uốn này tiến hành bo tròn với bán kính 10 mm nhằm loại bỏ các cạnh sắc nhọn của bộ chia. Ở các điểm chia công suất của các bộ chia chữ T này có thêm các thang chia phối hợp trở kháng 13, 14 và 15. Kích thước tổng thể và thiết kế chi tiết của thang chia ba bậc đối xứng này được thể hiện ở Hình 6. Các thang chia này có thể phay riêng và sau đó được hàn vào các thành của bộ chia.

Bộ chia 1:8 được thiết kế như một mô đun độc lập, nên ở cổng vào 1 của bộ chia là mặt bích 16 nhằm kết nối với các mô đun khác như khối thu phát công suất, hay các bộ chia công suất ở các tầng chia trước đó. Nhằm tăng dải tần hoạt động và tăng cách ly các cổng đầu ra bộ chia

1:8, ở các điểm chia công suất của bộ chia 1:4 ở tầng chia thứ nhất 2 tích hợp thêm các tải công suất ống sóng thông qua các mặt bích 17, 18 và 19. Các tải công suất này không làm lệch pha hay làm tăng suy hao tín hiệu truyền nên tín hiệu ở các cổng đầu ra của bộ chia 1:4 này là đồng biên và đồng pha, từ đó nhằm tiếp điện cho các bộ chia 1:2 ở tầng chia tiếp theo.

Tham chiếu theo Hình 5, ở tầng thứ hai của bộ chia 1:8 là bốn bộ chia 1:2 (gồm 3, 4, 5 và 6). Đầu vào của các bộ chia 1:2 này chính là bốn cổng đầu ra của bộ 1:4 ở tầng chia phía trước. Biên độ và pha ở các cổng đầu vào bộ chia 1:2 là đồng biên và đồng pha. Nhằm tăng phối hợp trở kháng cho các bộ chia 1:2, thì ở các điểm chia công suất của bộ chia này tích hợp thêm các trụ chia hình vuông 21, 22, 23 và 24 từ vật liệu nhôm. Kích thước mặt cắt trụ là $2 \times 2 \text{ mm}^2$, chiều cao là 14,16 mm. Chi tiết các trụ chia này ở Hình 7. Để cố định trụ chia và thân bộ chia 1:2 thì có thể phay nguyên khối cả bộ chia và trụ chia hoặc trên thân bộ chia này trở thêm các lỗ có kích thước bằng mặt cắt của trụ chia, sau đó tiến hành hàn trụ chia vào thân bộ chia. Nhằm giảm hệ số sóng đứng các cổng đầu ra bộ chia 1:2, thì ở các điểm chia công suất có tích hợp thêm các tải cách ly, các tải này kết nối với bộ chia qua các mặt bích 25, 26, 27 và 28.

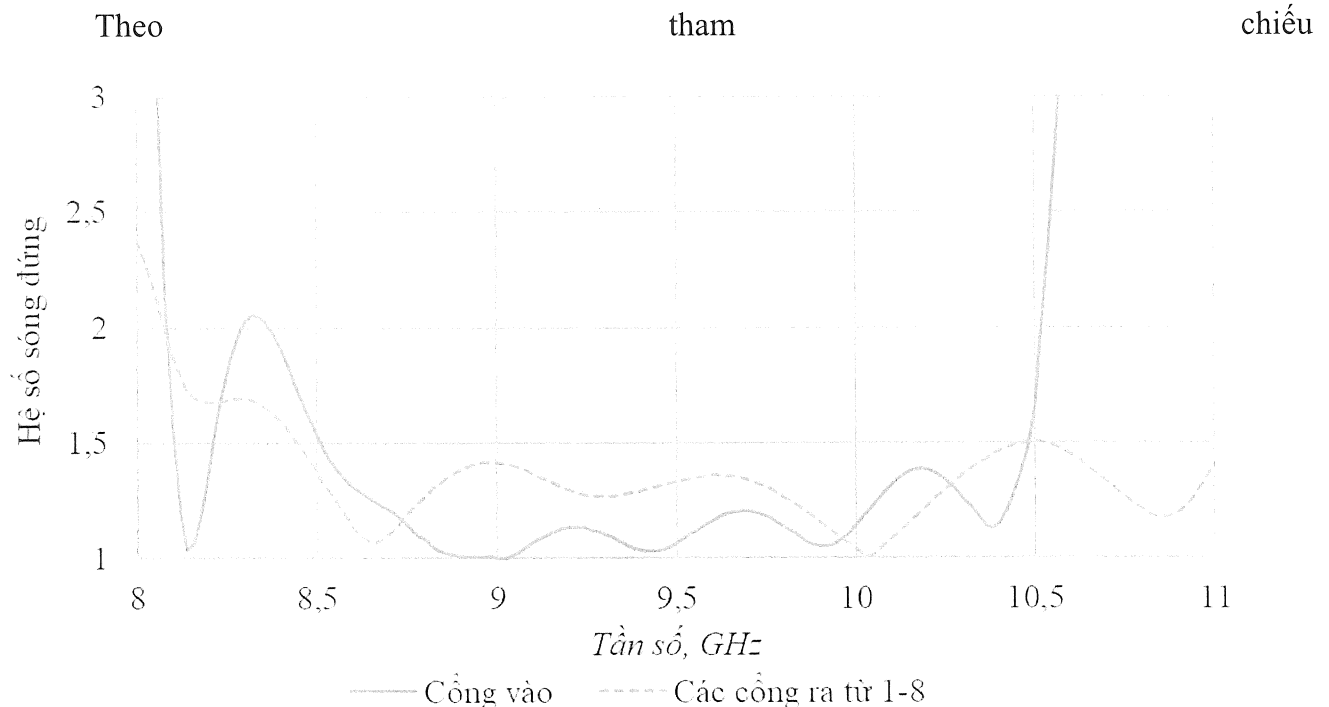
Kích thước chi tiết của các mặt bích cổng vào bộ chia (16) và các mặt bích kết nối với tải cách ly (17), (18), (19), (25), (26), (27) và (28) thể hiện ở Hình 8. Theo tham chiếu Hình 8, chiều dài x rộng mặt bích là $41,4 \times 41,4 \text{ mm}^2$. Các mặt bích này có thể được phay từ nhôm nguyên khối, có độ dày là 3 mm nhằm đảm bảo mặt bích không bị cong vênh và có khối lượng nhẹ. Lòng trong khối nhôm được cắt bỏ với kích thước bằng đường bao bên ngoài của ống sóng WR-90 là $26,86 \times 14,16 \text{ mm}^2$ (rộng x cao) ở Hình 3. Ở bốn đỉnh của mỗi mặt bích trở bốn lỗ ốc 28, 29, 30 và 31 với đường kính 3 mm để lắp ốc cố định tải ống sóng vào thân bộ chia (Hình 8). Khoảng cách bốn lỗ ốc theo đường chiều cạnh là 31 mm Ngoài ra bốn đỉnh mặt bích còn được vát cạnh 3 mm nhằm loại bỏ các cạnh sắc nhọn.

Ở mặt dưới của bộ chia 1:8 là các cổng đầu ra được đánh số thứ tự từ cổng thứ nhất (cổng 1) đến cổng thứ tám (cổng 8) như ở Hình 9. Các cổng này chính là các cổng ra của bộ chia 1:2 3, 4, 5 và 6 ở tầng thứ hai. Các cổng đầu ra này nhằm tiếp điện cho các hàng hoặc chấn tử ăng ten hoặc chia công suất cho các tầng chia kế tiếp đó. Kết nối giữa các mô đun này với nhau qua các mặt bích 32, 33, 34 và 35. Thiết kế và các kích thước chi tiết của mặt bích này ở Hình 10.

Theo tham chiếu Hình 10, hai cổng đầu ra của bộ chia 1:2 dùng chung một mặt bích nhằm đảm bảo tính nhỏ gọn cho toàn bộ bộ chia. Kích thước bao ngoài dài x rộng của mặt bích là $49,8 \times 31 \text{ mm}^2$. Các mặt bích này có thể được phay rời từ nhôm nguyên khối, bên trong mặt bích trở các lỗ hình chữ nhật có kích thước bằng đường bao ngoài của ống sóng WR-90 là $26,86 \times 14,16 \text{ mm}^2$ (rộng x cao) như ở Hình 3. Khoảng cách tâm của hai lỗ này là 25 mm. Trên thân mặt bích trở thêm các sáu lỗ ốc 36, 37, 38, 39, 40 và 41 có đường kính 3 mm, sắp xếp thành hai hàng song song 3×3 . Khoảng cách giữa hai hàng lỗ ốc này là 42,8 mm. Trong cùng một hàng, khoảng cách

giữa các lỗ ốc là 12 mm. Mặt bích dày 3 mm nhằm đảm bảo không bị cong vênh và khối lượng nhẹ.

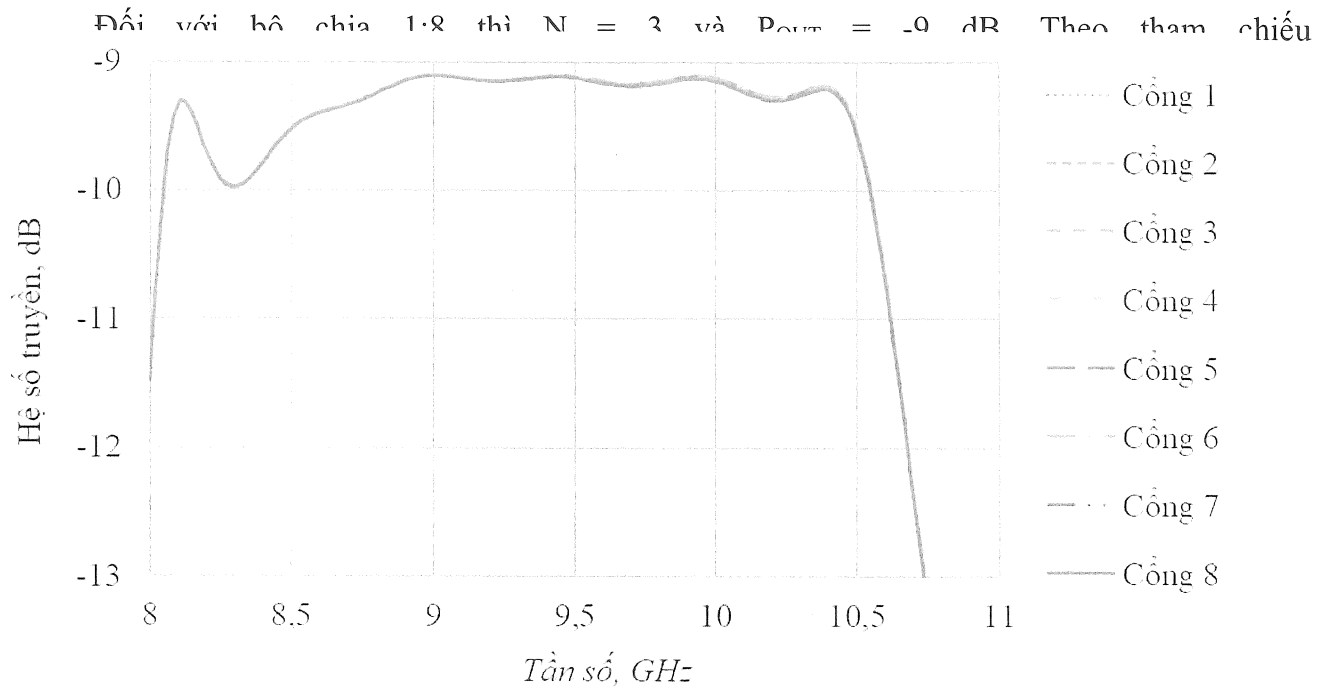
Thiết kế chi tiết của các bộ chia 1:2 được trình bày ở Hình 11. Theo tham chiếu Hình 11a, bộ chia 1:2 có cổng đầu vào là 42 chính là cổng đầu ra của bộ chia 1:4 ở tầng chia thứ nhất 2, và hai cổng ra 43 và 44 ở hai phía trên dưới. Trụ chia hình vuông 45 nằm cách các mép ống sóng lần lượt là 4,4 và 9,5 mm. Theo tham chiếu Hình 11b, tiến hành uốn ống sóng trong mặt phẳng E (thành rộng ống sóng) và bo góc 45 độ với các kích thước 12 mm so với đỉnh như ở Hình 2b. Do ống sóng bị uốn trong mặt phẳng E, nên véc tơ điện trường trong bộ chia 1:2 này vuông góc với thành rộng và chuyển hướng khi đi qua đoạn uốn (vị trí 46 và 47), và khi đến hai cổng đầu ra của bộ chia thì các véc tơ này có hướng là ngược nhau, hay lệch pha 180 độ. Khoảng cách giữa hai cổng đầu ra bộ chia 1:2 là 25 mm, đây chính là chu kỳ các cổng đầu ra của bộ chia 1:8.



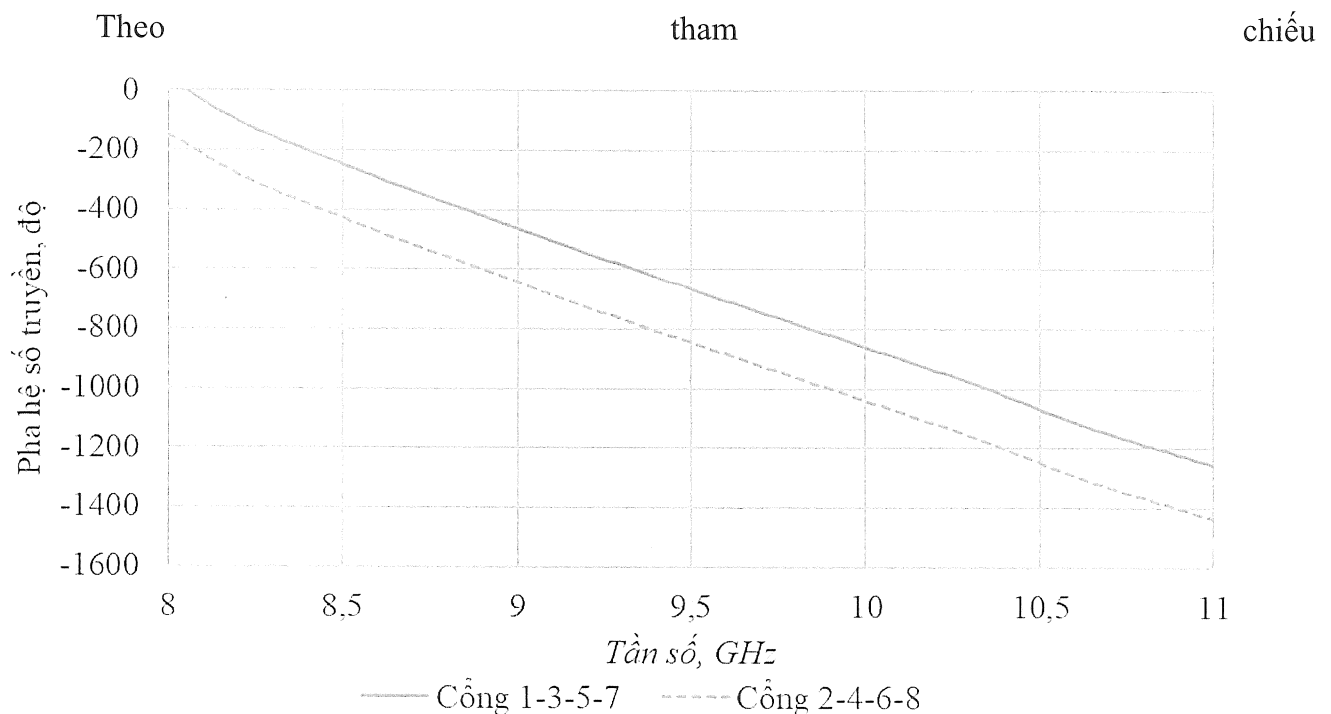
Hình 12, hệ số sóng đứng cổng vào của bộ chia 1:8 và các cổng đầu ra từ cổng thứ nhất đến cổng thứ tám (cổng 1 – 8) nhỏ hơn 1,5 trong dải tần từ 8,5 – 10,5 GHz.

Công thức tổng thể hệ số truyền của bộ chia có 2^N cổng, được tính từ cổng vào đến cổng đầu ra bởi công thức sau:

$$P_{OUT} = 10 \log \frac{1}{2^N} \text{ (dB)} \quad (1)$$



Hình 13, hệ số truyền dao động từ -9,5 – -9,2 dB trong dải tần từ 8,5 – 10,5 GHz, hay suy hao đường truyền của bộ chia lớn nhất là -0,5 dB.



Hình 14, pha tín hiệu của bộ chia 1:8 ở các cổng có số thứ tự lẻ 1-3-5-7, hay ở các cổng có số thứ tự chẵn 2-4-6-8 là đồng pha với nhau, còn các cặp cổng 1-2, 2-3, ..., 7-8 là lệch pha một lượng 180 độ trong toàn dải tần từ 8 – 11 GHz, hay nói cách khác, các cổng đầu ra liên tiếp của bộ chia 1:8 là ngược pha.

dải tần rộng, có hệ số sóng đứng các cổng đầu vào và các cổng đầu ra thấp ($\leq 1,5$), hệ số cách ly các cổng ≥ 13 dB và suy hao đường truyền luôn đảm bảo $\leq 0,5$ dB.

STT	Tham số	Đơn vị	Kết quả
1	Dải tần	GHz	8,5 – 10,5
2	Hệ số sóng đứng các cổng	-	$\leq 1,5$
3	Suy hao các cổng đầu ra	dB	$\leq 0,5$
4	Độ lệch pha các cổng đầu ra liên tiếp	Độ	$180^\circ \pm 0,02$
5	Hệ số cách ly các cổng đầu ra	dB	≥ 13

Yêu cầu bảo hộ

1. Bộ chia ống sóng có các cổng đầu ra liên tiếp ngược pha và hệ số cách ly cao có 2^N cổng đầu ra, trong đó các cặp cổng ra liên tiếp là ngược pha, trong đó, N là số nguyên dương và $N > 1$; bộ chia gồm hai tầng chính:

tầng thứ nhất là kết hợp giữa các bộ chia chữ T đối xứng để chia đều công suất từ cổng đầu vào đến các cổng đầu ra;

tầng thứ hai là kết hợp giữa các bộ chia 1:2 chữ T chia công suất trong mặt phẳng H, kết hợp với bo góc 45 độ và uốn ống sóng trong mặt phẳng E;

ngoài ra, ở các bộ chia chữ T đối xứng tích hợp thêm các tải công suất, dải tần làm việc của các tải này cùng dải tần với bộ chia nhằm giảm hệ số sóng đứng và tăng hệ số cách ly các cổng đầu ra;

2. Bộ chia ống sóng có các cổng đầu ra liên tiếp ngược pha và hệ số cách ly cao theo điểm 1, trong đó:

vật liệu được sử dụng để làm bộ chia có thể là đồng, nhôm hoặc hợp kim; trong đó kim loại được sử dụng là nhôm kết hợp cromat là tốt nhất;

3. Bộ chia ống sóng có các cổng đầu ra liên tiếp ngược pha và hệ số cách ly cao theo điểm 1, trong đó:

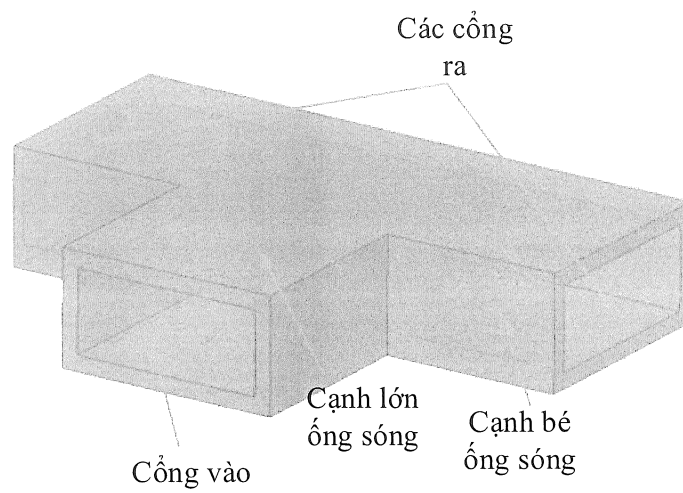
ở cổng vào của bộ chia là mặt bích có thể được phay từ nhôm nguyên khối, có độ dày tối thiểu là 3 mm nhằm đảm bảo mặt bích không bị cong vênh và có khối lượng nhẹ; ở bốn đỉnh của mỗi mặt bích trổ bốn lỗ ốc để lắp ốc cố định tải ống sóng vào thân bộ chia; ngoài ra bốn đỉnh mặt bích còn được vát nhằm loại bỏ các cạnh sắc nhọn.

3. Bộ chia ống sóng có các cổng đầu ra liên tiếp ngược pha và hệ số cách ly cao theo điểm 1, trong đó:

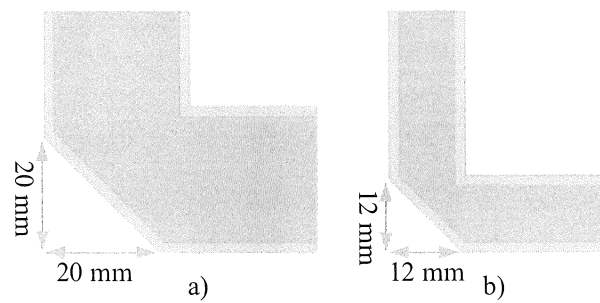
nhằm tăng phối hợp trở kháng cho các bộ chia 1:2, thì ở các điểm chia công suất của bộ chia này tích hợp thêm các trụ chia hình vuông từ vật liệu nhôm; để cố định trụ chia và thân bộ chia 1:2 thì có thể phay nguyên khối cả bộ chia và trụ chia hoặc trên thân bộ chia này trổ thêm các lỗ có kích thước bằng mặt cắt của trụ chia, sau đó tiến hành hàn trụ chia vào thân bộ chia.

4. Bộ chia ống sóng có các cổng đầu ra liên tiếp ngược pha và hệ số cách ly cao theo điểm 1, trong đó:

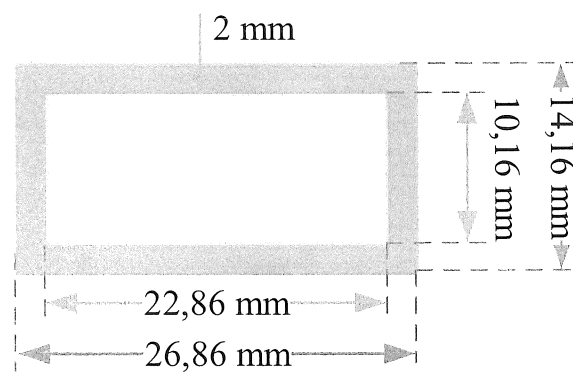
nhằm giảm hệ số sóng đứng các cổng đầu ra bộ chia 1:2, thì ở các điểm chia công suất có tích hợp thêm các tải cách ly, các tải này kết nối với bộ chia qua các mặt bích.



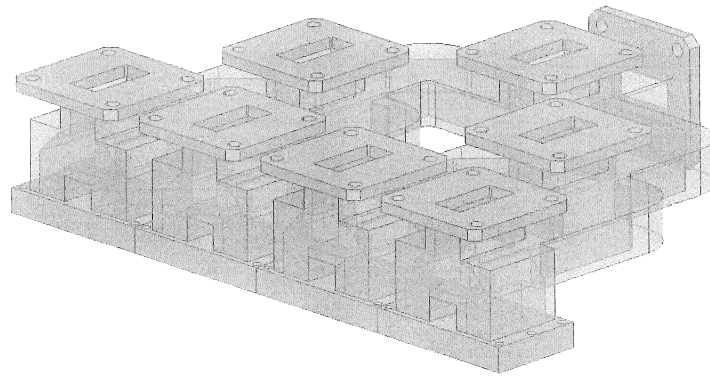
Hình 1



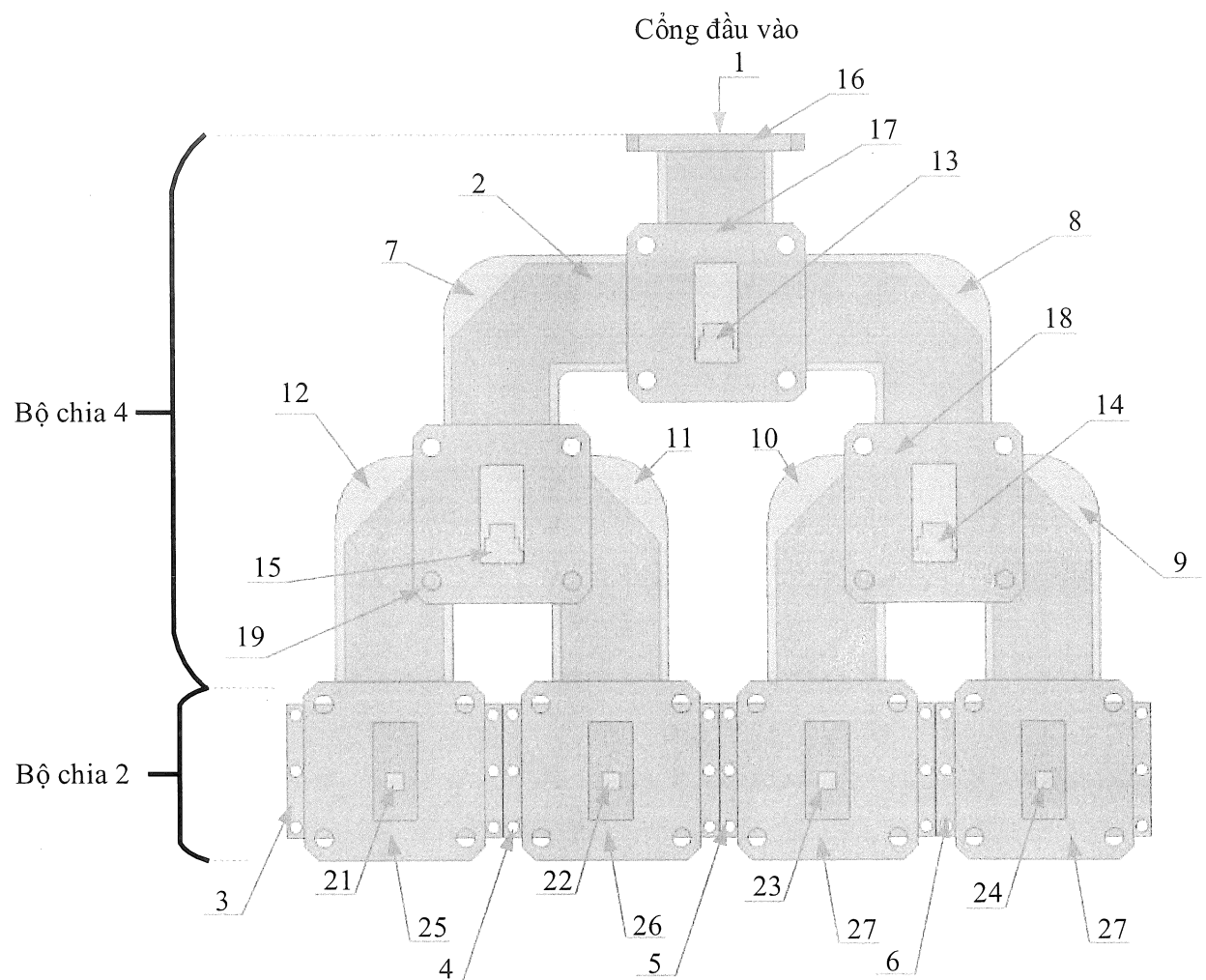
Hình 2



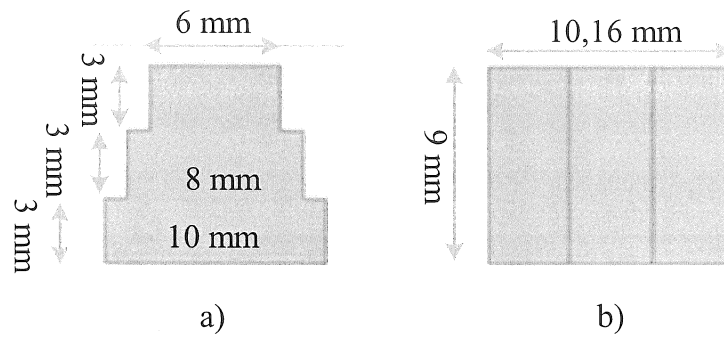
Hình 3



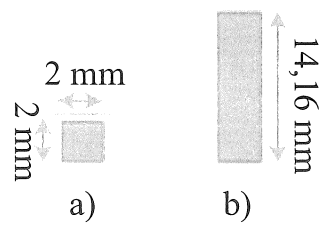
Hình 4



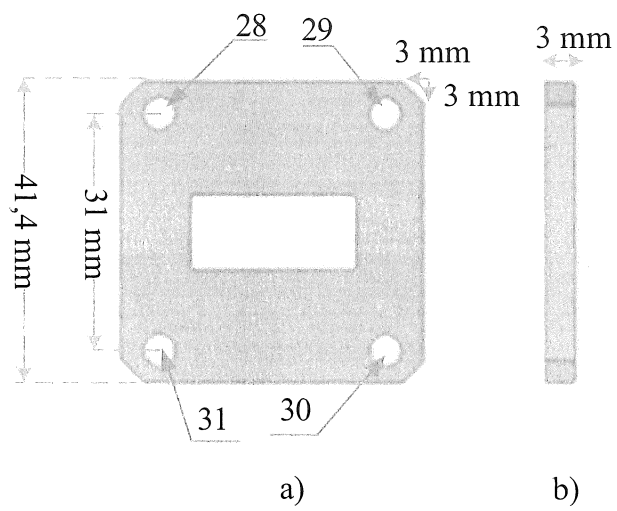
Hình 5



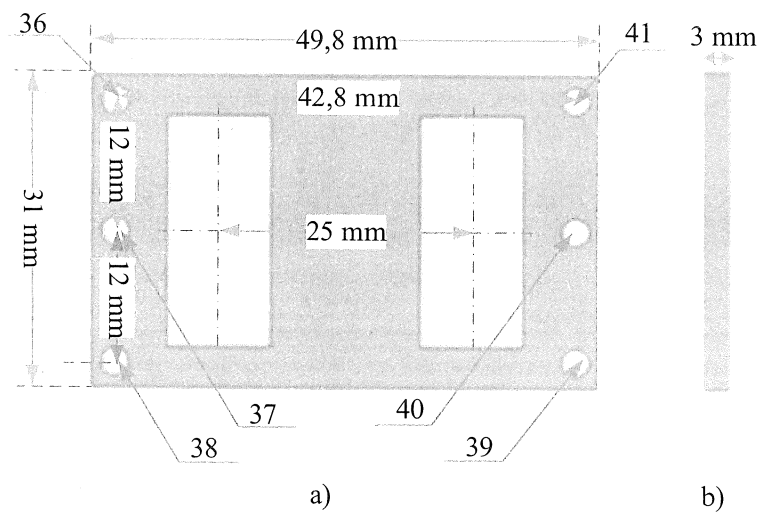
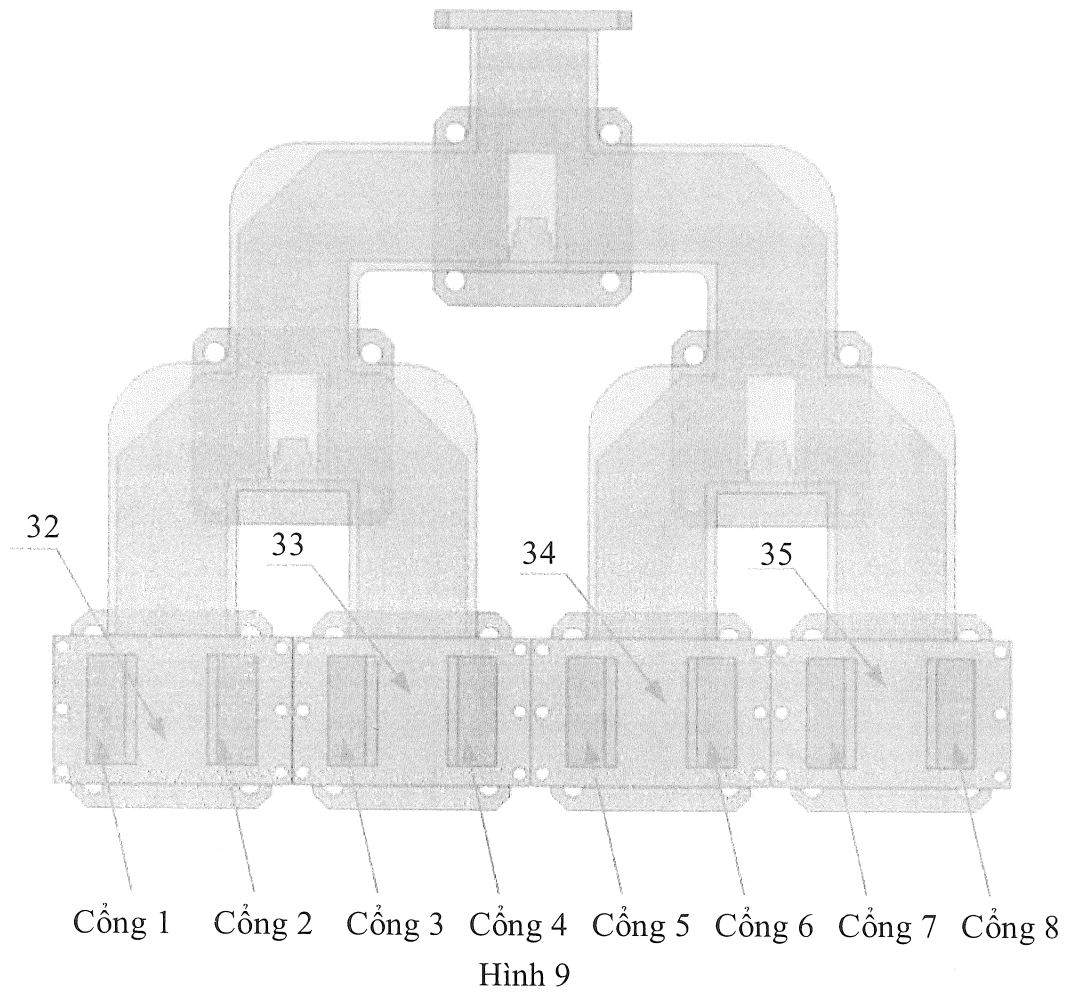
Hình 6

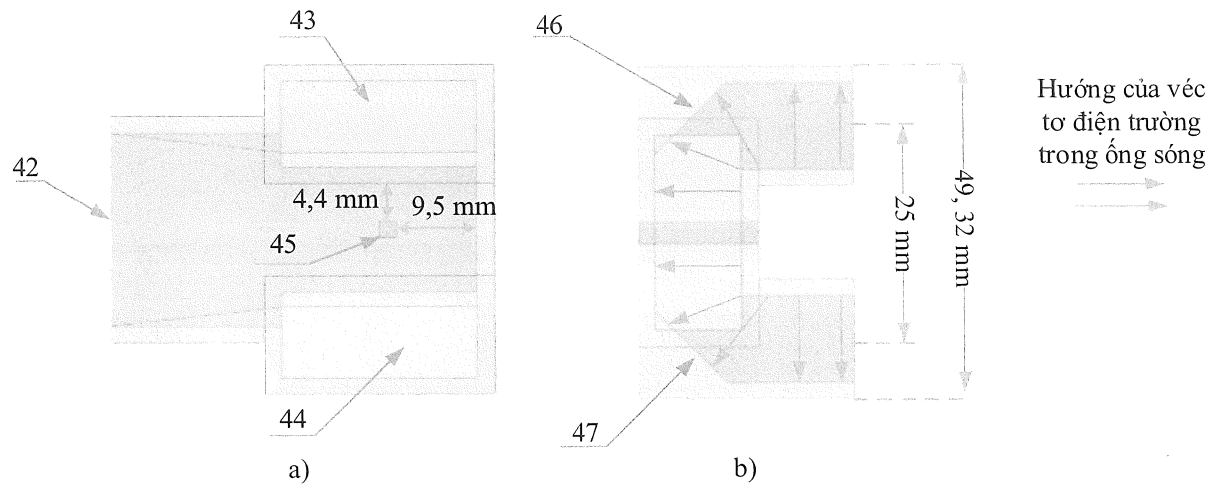


Hình 7

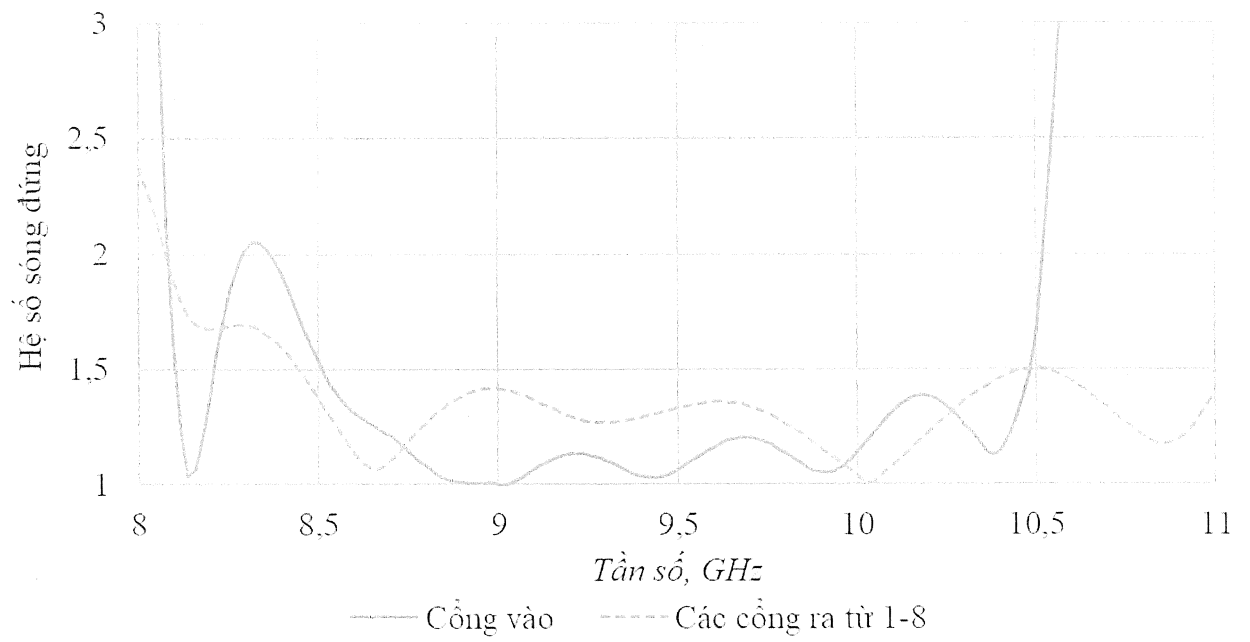


Hình 8

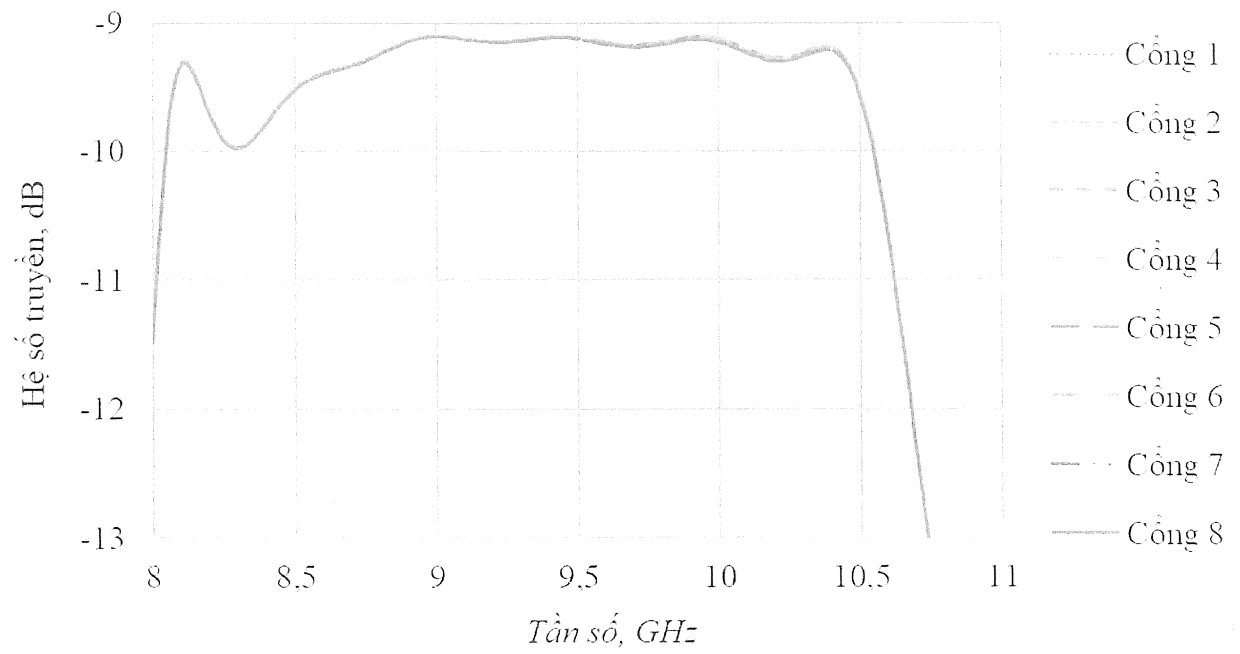




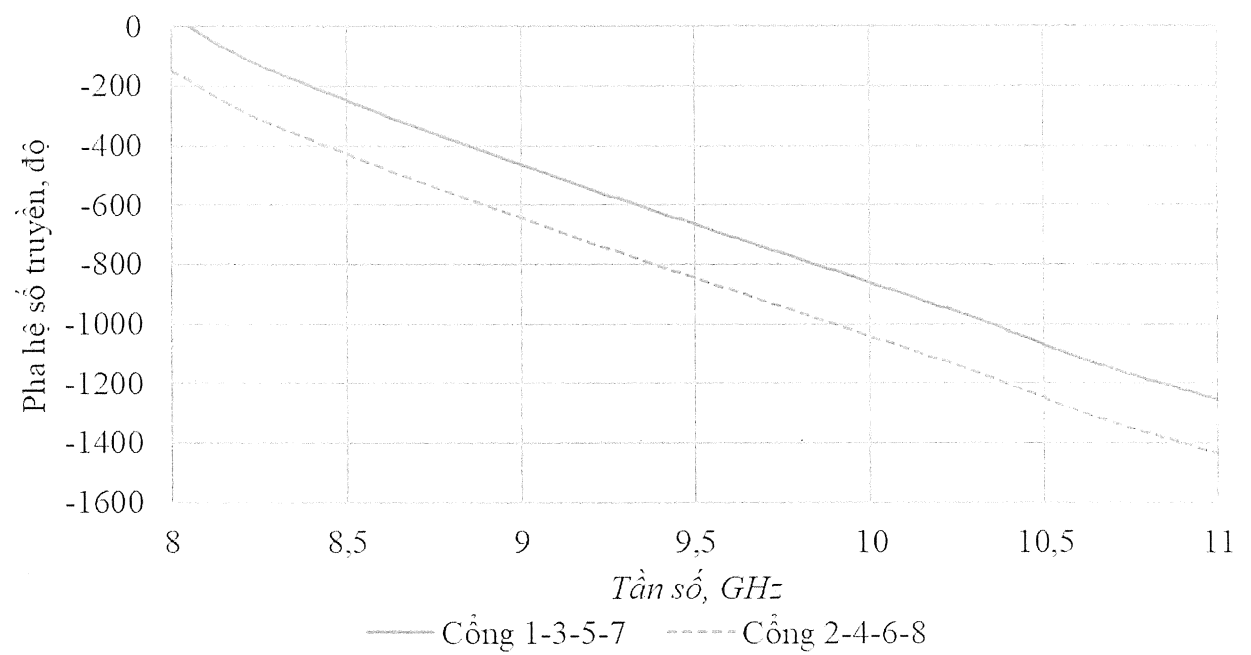
Hình 11



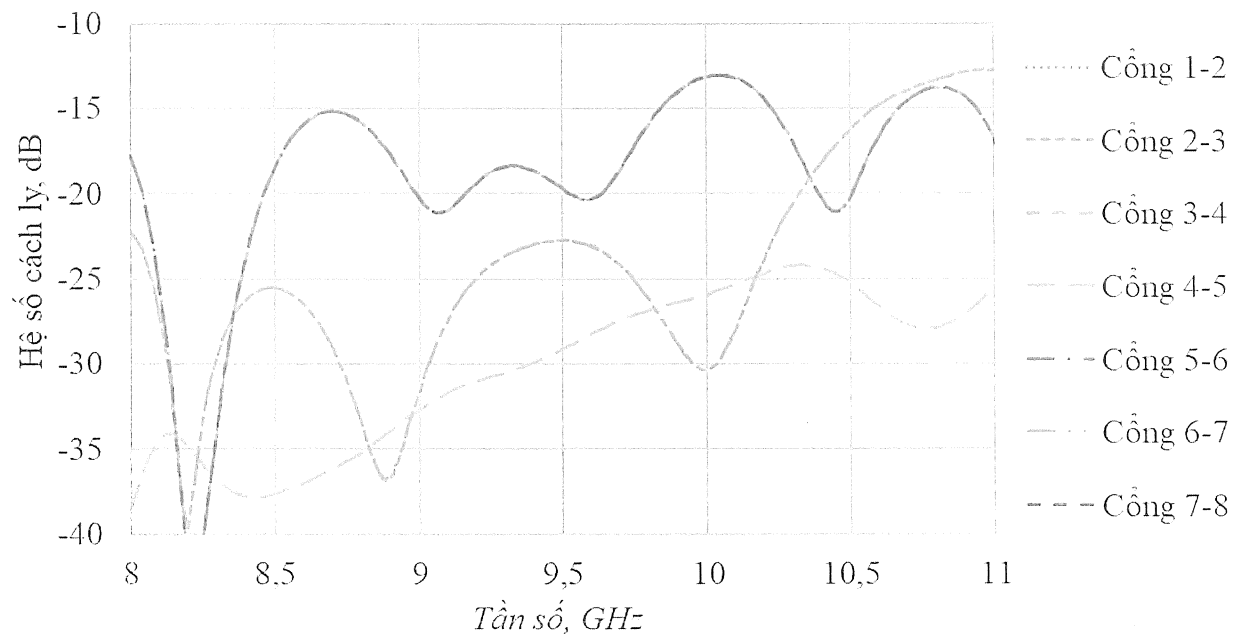
Hình 12



Hình 13



Hình 14



Hình 15