



(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)



1-0029606

(51)⁷ H01P 1/203

(13) B

(21) 1-2018-04857

(22) 30/10/2018

(45) 25/10/2021 403

(43) 25/02/2019 371A

(73) Tập đoàn Công nghiệp - Viễn thông Quân đội (VN)

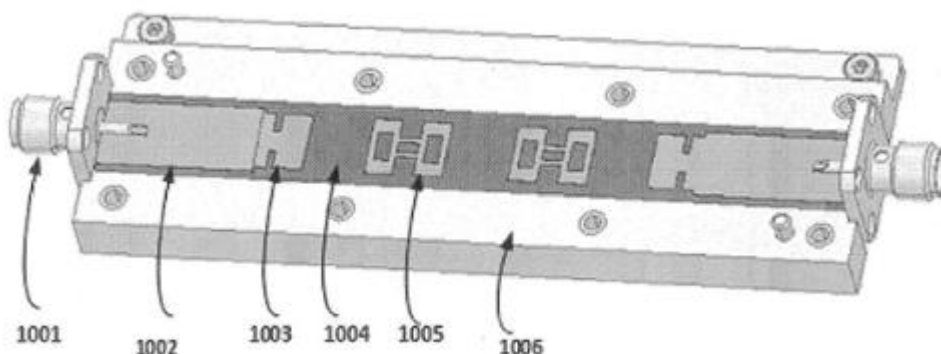
Số 1 đường Trần Hữu Dực, phường Mỹ Đình 2, quận Nam Từ Liêm, thành phố Hà Nội

(72) Tần Lê Hoàng Long (VN); Nguyễn Hoàng Linh (VN); Nguyễn Thái Bình (VN).

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

(54) BỘ LỌC TỔN HAO THẤP

(57) Sáng chế đề xuất bộ lọc tổn hao thấp. Cụ thể, sáng chế này dựa trên mô hình bộ lọc cao tần đường dải treo trong ống dẫn sóng, trong đó sử dụng mô hình cộng hưởng ba vòng vi dải khép kín. Bộ lọc tổn hao thấp bao gồm các bộ phận như sau: ống dẫn sóng hình chữ nhật; tấm điện môi; khung cộng hưởng vi dải ba đường vi dải khép kín; khung cộng hưởng có trở kháng nhảy bậc; đường vi dải 50 ôm; giắc kết nối cao tần.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập tới mô hình bộ lọc thông dải siêu cao tần có băng thông rộng từ 8-18GHz. Cụ thể, bộ lọc tổn hao thấp được đề cập trong sáng chế này dựa trên mô hình bộ lọc cao tần đường dải treo trong ống dẫn sóng, trong đó sử dụng mô hình cộng hưởng ba vòng vi dải khép kín.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Bộ lọc là một bộ phận không thể thiếu trong tất cả các thiết bị thu phát tín hiệu, nó có nhiệm vụ cho qua và không cho qua các thành phần tín hiệu cụ thể nào đó. Bộ lọc có nhiều loại: bộ lọc số, bộ lọc tương tự, bộ lọc cao tần, v.v... Bộ lọc có thể được dùng trong máy phát để loại bỏ hài của tín hiệu, dùng trong hệ thống nguồn để loại bỏ các nhiễu điện từ, hoặc dùng trong máy thu để loại bỏ các thành phần tín hiệu không mong muốn từ bên ngoài sau khi được hấp thụ bởi ăng ten gây nhiễu cho việc xử lý tín hiệu thu hoặc dùng để giảm ảnh hưởng gây bão hòa bộ khuếch đại đầu vào của máy thu do các máy phát gây nhiễu.

Bộ lọc cao tần thu được đặt ở vị trí đầu tiên ở phía đầu vào máy thu ngay sau ăng ten, thông thường là lọc thông dải hoặc thông thấp như mô tả trong Hình 1. Tuy nhiên, điều này thường làm giảm độ nhạy của máy thu, đây là một trong những chỉ tiêu rất quan trọng, nguyên nhân là do các bộ lọc thường có độ tổn hao khá lớn. Đặc biệt, khi tần số tín hiệu ở trong dải GHz, tín hiệu càng dễ bị tổn hao do đặc tính bức xạ, dễ bị hấp thụ, v.v... ở dải tần này. Vì thế nhu cầu thiết kế bộ lọc tổn hao thấp là vô cùng thiết yếu. Thông thường để thiết kế những bộ lọc như vậy người ta sử dụng công nghệ bộ lọc ống dẫn sóng (Hình 2), bộ lọc vi dải (Hình 3), bộ lọc dùng đường dải treo trong ống dẫn sóng (Hình 4), v.v... Một yếu tố không kém phần quan trọng đó chính là kích thước của bộ lọc. Mặc dù bộ lọc dùng ống dẫn sóng có tổn hao thấp hơn rất nhiều so với bộ lọc vi dải, tuy nhiên để thiết kế được băng thông rộng thì kích thước của nó sẽ rất lớn và có cấu trúc rất phức tạp. Vì thế sự kết hợp của hai mô hình trên tạo ra bộ lọc đường dải treo trong ống dẫn sóng, vừa tận dụng được khả năng thiết kế băng rộng, kích thước nhỏ của đường dải, vừa đạt được mức tổn hao thấp của ống dẫn sóng

do lúc này, toàn bộ trường được khép kín bên trong ống dẫn sóng. Tổn hao chỉ còn tổn hao do hấp thụ của tấm kim loại bao quanh và do hấp thụ của tấm điện môi đường dải.

Để thiết kế được bộ lọc có băng thông rộng và tần số cao từ 8-18GHz cần tìm ra mô hình cộng hưởng hợp lý kết hợp giữa đường dải và ống dẫn sóng, có tần số cộng hưởng trong dải trên và băng thông ghép lẫn nhau đủ lớn.

Do đó, nhóm tác giả đã đề xuất một bộ lọc tổn hao thấp đảm bảo được khả năng linh hoạt trong điều chỉnh để khi điều chỉnh các kích thước vật lý thì tương ứng đạt được các tham số về chỉ tiêu điện mà không quá phức tạp.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề xuất bộ lọc tổn hao thấp sử dụng mô hình đường dải cộng hưởng mới, được sử dụng kết hợp với việc ghép đầu vào băng rộng nhằm tạo ra được bộ lọc đường dải treo trong ống dẫn sóng có băng thông từ 8-18GHz, với độ tổn hao $S_{21} < 0,5\text{dB}$ trong băng nhưng có kích thước nhỏ hơn đáng kể so với bộ lọc chỉ sử dụng ống dẫn sóng.

Để đạt được mục đích của sáng chế, bộ lọc tổn hao thấp đề xuất bao gồm các bộ phận như sau: ống dẫn sóng hình chữ nhật; tấm điện môi; khung cộng hưởng vi dải với ba đường vi dải khép kín; khung cộng hưởng có trở kháng nhảy bậc; đường vi dải 50 ôm; giác kết nối cao tần.

Ống dẫn sóng hình chữ nhật được nối đất về điện, bao ngoài tấm điện môi và khung cộng hưởng vi dải với ba đường vi dải khép kín. Ống dẫn sóng được làm bằng kim loại có hệ số dẫn điện lớn, tốt nhất là kim loại bạc với hệ số dẫn điện $62 \times 10^6 \text{ s/m}$. Tuy nhiên để giảm giá thành và dễ dàng thi công, vật liệu nhôm với hệ số dẫn điện $37 \times 10^6 \text{ s/m}$ thường được sử dụng.

Tấm điện môi được treo ở giữa ống dẫn sóng, là vật liệu cách điện được sử dụng để gắn các đường vi dải 50 ôm và các khung cộng hưởng vi dải với ba đường vi dải khép kín ở mặt trên và mặt dưới nhằm mục đích giữ chúng ở khoảng cách cố định. Trong đó, vật liệu tốt nhất là Roger 5880 với hệ số suy hao điện môi rất nhỏ $T_D = 0,0023$. Tấm điện môi dùng trong loại bộ lọc này được chọn là loại có độ dày

mỏng 0,254 mm nhằm mục đích giảm ảnh hưởng của môi trường điện môi đối với ống dẫn sóng. Lúc này môi trường truyền sóng trong bộ lọc về cơ bản được xem là không khí có hằng số điện môi $\epsilon = 1$.

Khung cộng hưởng ba đường vi dải khép kín là những tấm kim loại có độ dày mỏng, độ dày tiêu chuẩn thông thường 0,017 mm, 0,035 mm, v.v... về cơ bản là sự ghép nối liên tục của ba đường vi dải khép kín nhằm tạo ra khung cộng hưởng mới có tần số cộng hưởng nằm trong dải tần mong muốn và có thể ghép nối với các khung cộng hưởng khác thông qua ghép điện dung hoặc ghép điện cảm để tạo thành bộ lọc có băng thông rộng. Các khung cộng hưởng này kết hợp với ống dẫn sóng tạo thành mạng các giá trị gồm tụ điện, điện cảm kết nối với nhau. Chính tính chất đó là cơ sở để tạo nên bộ lọc siêu cao tần.

Khung cộng hưởng vi dải có trở kháng nhảy bậc được gắn trên tấm điện môi là những tấm kim loại bằng đồng có độ dày mỏng, độ dày tiêu chuẩn thông thường là 0,017 mm, 0,035 mm, v.v... đường vi dải này có đặc điểm là sự ghép nối liên tục của các đường vi dải có các giá trị trở kháng khác nhau có khả năng ghép bằng rộng giữa đường vi dải 50 Ω với các khung cộng hưởng ba đường vi dải khép kín của bộ lọc.

Đường vi dải 50 Ω được gắn trên tấm điện môi là những tấm kim loại bằng đồng có độ dày mỏng, độ dày tiêu chuẩn thông thường là 0,017 mm, 0,035 mm, v.v... đường vi dải này có đặc điểm kết hợp với cấu trúc đường dải treo trong ống dẫn sóng tạo thành đường vi dải có trở kháng 50 Ω . Kích thước của đường dải được tính toán bằng mô phỏng trên phần mềm HFSS.

Giắc kết nối cao tần là bộ phận đầu nối giữa bộ lọc với các thiết bị khác. Giắc được lựa chọn là loại có tần số làm việc trên 26,5GHz, theo chuẩn kết nối SMA, có trở kháng 50 Ω để phù hợp với chuẩn kết nối 50 Ω của các thiết bị khác. Ngoài ra giắc còn có chức năng khép kín điện từ trường trong ống dẫn sóng.

Trong sáng chế này việc thiết kế bộ lọc từ các bộ cộng hưởng vi dải được sử dụng. Các khung cộng hưởng được lựa chọn để khi kết hợp với ống dẫn sóng sẽ tạo ra tần số cộng hưởng nằm trong dải 8-18GHz và chúng được điều chỉnh ghép với nhau

sao cho băng thông ghép giữa chúng kết hợp với nhau tạo được dải thông phẳng với độ suy hao nhỏ hơn 0,5dB.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1 là hình vẽ mô tả sơ đồ khối cơ bản của tuyến thu máy thu,

Hình 2 là hình vẽ mô tả ống dẫn sóng cơ bản,

Hình 3 là hình vẽ mô tả bộ lọc đường vi dải cơ bản,

Hình 4 là hình ảnh mô tả cấu trúc đường vi dải treo trong ống dẫn sóng,

Hình 5 là hình vẽ mô hình bộ cộng hưởng ba vòng vi dải khép kín,

Hình 6 là hình vẽ ghép điện dung mặt giữa hai khung cộng hưởng ba vòng vi dải khép kín,

Hình 7 là hình vẽ ghép điện dung sườn giữa hai khung cộng hưởng ba vòng vi dải khép kín,

Hình 8 là hình vẽ mô tả băng thông ghép giữa hai khung cộng hưởng,

Hình 9 là hình vẽ mô tả ghép đầu vào khung cộng hưởng,

Hình 10 là hình vẽ mô tả cấu trúc bộ lọc ít tổn hao sử dụng đường vi dải treo trong ống dẫn sóng,

Hình 11 là hình vẽ mô tả kết quả mô phỏng trên phần mềm HFSS của bộ lọc ít tổn hao.

Mô tả chi tiết sáng chế

Phần sau đây mô tả chi tiết phương án thực hiện sáng chế thông qua diễn giải, hình vẽ minh họa và ví dụ kèm theo.

Sáng chế đề xuất bộ lọc tổn hao thấp. Cụ thể, sáng chế này dựa trên mô hình bộ lọc cao tần đường dải treo trong ống dẫn sóng, trong đó sử dụng mô hình cộng hưởng ba vòng vi dải khép kín.

Tham chiếu vào Hình 10, bộ lọc tổn hao thấp bao gồm các bộ phận như sau: Ống dẫn sóng hình chữ nhật 1006; tấm điện môi 1004; khung cộng hưởng vi dải ba đường vi dải khép kín 1005; khung cộng hưởng có trở kháng nhảy bậc 1003; đường vi dải 50 ôm 1002; giắc kết nối cao tần 1001.

Ống dẫn sóng hình chữ nhật 1006 được nối đất về điện, bao ngoài tấm điện môi và khung cộng hưởng vi dải. Ống dẫn sóng được làm bằng kim loại có hệ số dẫn điện lớn, tốt nhất là kim loại bạc với hệ số dẫn điện 62×10^6 S/m. Tuy nhiên để giảm giá thành và dễ dàng thi công, vật liệu nhôm với hệ số dẫn điện 37×10^6 S/m thường được sử dụng.

Tấm điện môi 1004 được treo ở giữa ống dẫn sóng, là vật liệu cách điện được sử dụng để gắn các đường vi dải 50 ôm và các khung cộng hưởng vi dải ở mặt trên và mặt dưới nhằm mục đích giữ chúng ở khoảng cách cố định. Trong đó, vật liệu tốt nhất là Roger 5880 với hệ số suy hao điện môi rất nhỏ $T_D = 0,0023$. Tấm điện môi dùng trong loại bộ lọc này được chọn là loại có độ dày mỏng 0,254 mm nhằm mục đích giảm ảnh hưởng của môi trường điện môi đối với ống dẫn sóng. Lúc này môi trường truyền sóng trong bộ lọc về cơ bản được xem là không khí có hằng số điện môi $\epsilon = 1$.

Khung cộng hưởng ba đường vi dải khép kín 1005 là những tấm kim loại có độ dày mỏng, độ dày tiêu chuẩn thông thường 0,017 mm, 0,035 mm, v.v... về cơ bản là sự ghép nối liên tục của ba đường vi dải khép kín nhằm tạo ra khung cộng hưởng mới có tần số cộng hưởng nằm trong dải tần mong muốn và có thể ghép nối với các khung cộng hưởng khác thông qua ghép điện dung hoặc ghép điện cảm để tạo thành bộ lọc có băng thông rộng. Các khung cộng hưởng này kết hợp với ống dẫn sóng tạo thành mạng các giá trị gồm tụ điện, điện cảm kết nối với nhau. Chính tính chất đó là cơ sở để tạo nên bộ lọc siêu cao tần.

Khung cộng hưởng vi dải có trở kháng nhảy bậc 1003 bao gồm ba đường vi dải: đường vi dải thứ nhất 901, đường vi dải thứ hai 902, đường vi dải thứ ba 903; các đường vi dải có các giá trị trở kháng khác nhau nhưng được đặt sát nhau được gắn trên tấm điện môi là những tấm kim loại bằng đồng có độ dày mỏng, độ dày tiêu chuẩn thông thường là 0,017 mm, 0,035 mm, v.v... đường vi dải này có đặc điểm là sự ghép nối liên tục của các đường vi dải có các giá trị trở kháng khác nhau có khả năng ghép

bằng rộng giữa đường vi dải 50 ôm với các khung cộng hưởng ba đường vi dải khép kín của bộ lọc như được mô tả trên Hình 9. Giá trị trở kháng cũng như các kích thước của khung cộng hưởng có trở kháng nhảy bậc này được tính toán mô phỏng dựa trên phần mềm HFSS.

Đường vi dải 50 ôm 1002 được gắn trên tấm điện môi là những tấm kim loại bằng đồng có độ dày mỏng, độ dày tiêu chuẩn thông thường là 0,017 mm, 0,035 mm, v.v... đường vi dải này có đặc điểm kết hợp với cấu trúc đường dải treo trong ống dẫn sóng tạo thành đường vi dải có trở kháng 50 ôm. Kích thước của đường dải được tính toán bằng mô phỏng trên phần mềm HFSS.

Giắc kết nối cao tần 1001 là bộ phận đấu nối giữa bộ lọc với các thiết bị khác. Giắc được lựa chọn là loại có tần số làm việc trên 26,5GHz, theo chuẩn kết nối SMA, có trở kháng 50 ôm để phù hợp với chuẩn kết nối 50 ôm của các thiết bị khác. Ngoài ra giắc còn có chức năng khép kín điện từ trường trong ống dẫn sóng.

Trong sáng chế này việc thiết kế bộ lọc từ các khung cộng hưởng ba đường vi dải được sử dụng. Các khung cộng hưởng được lựa chọn để khi kết hợp với ống dẫn sóng sẽ tạo ra tần số cộng hưởng nằm trong dải 8-18GHz và chúng được điều chỉnh ghép với nhau sao cho băng thông ghép giữa chúng kết hợp với nhau tạo được dải thông phẳng với độ suy hao nhỏ hơn 0,5dB. Tham chiếu vào Hình 6a các đường vi dải đóng vai trò như tụ điện và cuộn cảm nhờ tính chất dẫn, tính ghép điện dung của các đường dải với bề mặt trong của ống dẫn sóng, và giữa các đường vi dải với nhau tạo ra cấu trúc lọc tương đương như thể hiện tại Hình 6b.

Tham chiếu vào Hình 5, khung cộng hưởng ba đường vi dải khép kín 1005 bao gồm ba đường khép kín nối với nhau nằm ở mặt trên và mặt dưới của tấm điện môi: đường vi dải thứ nhất 501; đường vi dải thứ hai 502; và đường vi dải thứ ba 503. Trong đó, các đường vi dải được đặt nằm liên tiếp nhau, đường vi dải thứ hai 502 nằm giữa hai đường còn lại. Các đường có kích thước khác nhau, giá trị kích thước được tính toán và mô phỏng trên HFSS nhằm mục đích đạt được giá trị tần số cộng hưởng và hệ số phẩm chất Q nào đó.

Khung cộng hưởng ba đường vi dải khép kín được điều chỉnh để có tần số cộng hưởng trong dải từ 8-18GHz. Với khung cộng hưởng loại này giá trị ghép điện dung giữa đường vi dải và ống dẫn sóng, giữa các đường vi dải cách xa nhau thấp hơn nhiều so với các khung cộng hưởng loại khác. Vì vậy, đặc điểm này có ý nghĩa rất quan trọng trong thiết kế và điều chỉnh bộ lọc với mong muốn giảm các giá trị ghép kí sinh giữa các khung cộng hưởng không nằm cạnh nhau. Nhờ đó khi điều chỉnh bộ lọc chỉ cần quan tâm đến việc điều chỉnh ghép các khung cộng hưởng vi dải nằm cạnh nhau. Ngoài ra với khung cộng hưởng ba đường vi dải khép kín này, việc thay đổi tần số cộng hưởng của khung cộng hưởng vi dải trở nên mềm dẻo hơn bằng cách thay đổi kích thước tương ứng của từng đường. Tần số cộng hưởng của khung cộng hưởng được thay đổi bằng cách thay đổi chiều rộng w_1 , w_3 của đường vi dải thứ nhất 501, đường vi dải thứ ba 503 hoặc thay đổi chiều dài s_2 của đường vi dải thứ hai 502. Giá trị tần số cộng hưởng sẽ được tính toán bằng phần mềm mô phỏng cao tần. Bằng phương pháp điều chỉnh ghép cộng hưởng tương tự, bộ cộng hưởng ba đường khép kín này sẽ được sử dụng để thiết kế các bộ lọc đường dải, các bộ song công ăng ten, chuyển mạch thu phát, v.v...

Tham chiếu vào Hình 6, việc kết hợp các khung cộng hưởng ba đường vi dải khép kín 1005 được mô tả bằng sơ đồ tương đương đơn giản gồm các giá trị tụ điện và điện cảm kết nối với nhau. Để đạt được bộ lọc với các tham số mong muốn như độ rộng dải thông, độ mất mô trong dải, tần số cắt ngoài dải thì cần phải điều chỉnh các giá trị tụ điện và điện cảm được thể hiện trên Hình 6b bằng cách thay đổi các kích thước của đường vi dải, bao gồm thay đổi chiều dài và chiều rộng thì sẽ thay đổi các giá trị điện dung C_1 , C_2 , C_4 , C_5 , hoặc điện cảm L_1 và L_2 . Thay đổi việc ghép giữa các đường vi dải với nhau sẽ làm thay đổi giá trị điện dung C_3 . Tuy nhiên việc đánh giá giá trị điện dung C_3 bằng giá trị cụ thể là tương đối phức tạp.

Theo đó, phần trình bày sau đây sẽ mô tả về việc ghép các khung cộng hưởng vi dải như sau được thể hiện tại Hình 8, việc ghép giữa các khung cộng hưởng được đánh giá bằng băng thông ghép, độ ghép càng chặt thì băng thông càng lớn. Độ ghép được điều chỉnh bằng cách điều chỉnh khoảng cách giữa hai khung cộng hưởng vi dải liên tiếp theo chiều trục Y như trong Hình 6 và Hình 7. Có nhiều cách để ghép hai

khung cộng hưởng với nhau như ghép điện cảm, ghép điện dung trực tiếp bằng cách ghép mặt, ghép sườn hoặc ghép gián tiếp mặt và sườn thông qua một đường vi dải. Việc ghép gián tiếp cho giải thông ghép lớn tuy nhiên tạo ra nhiều giá trị điện dung kí sinh giữa miếng ghép gián tiếp với bề mặt ống dẫn sóng, hoặc với các đường dải khác, vì thế việc điều chỉnh bộ lọc trở nên phức tạp.

Do đó, sáng chế sử dụng phương pháp ghép điện dung như tham chiếu tại Hình 6 và Hình 7, ghép điện dung trực tiếp bằng cách ghép mặt và ghép sườn. Việc thay đổi dải thông ghép đơn giản chỉ bằng cách thay đổi khoảng cách giữa hai khung cộng hưởng theo chiều trục Y mà không làm phát sinh một giá trị điện dung nào khác.

Theo một khía cạnh khác của sáng chế, bên cạnh việc lựa chọn khung cộng hưởng, để có thể có băng thông rộng từ 8-18GHz thì việc ghép đầu vào đầu ra rất quan trọng. Có nhiều cách ghép đầu vào và đầu ra như ghép điện dung mặt, ghép điện dung sườn, ghép gián tiếp qua đường vi dải, v.v... Tuy nhiên với các cách ghép đó ứng dụng vào bộ lọc sử dụng ba đường vi dải khép kín sẽ rất khó khăn để đạt được băng thông rộng. Thông thường, do bộ lọc được thiết kế với đầu vào và ra theo chuẩn 50 ôm, vì vậy ghép đầu vào và đầu ra của bộ lọc được thực hiện ghép điện cảm trực tiếp từ đường trở kháng 50 ôm tới khung cộng hưởng trở kháng nhảy bậc 100 Ω . Với cách ghép này, cùng với điều chỉnh băng thông ghép giữa các khung cộng hưởng, bộ lọc có thể đạt được băng thông rộng 8-18GHz.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Để hiểu rõ hơn về bộ lọc tổn hao thấp, nhóm tác giả đã đưa ra bộ lọc sử dụng ba đường vi dải khép kín được thiết kế như Hình 10. Theo đó, kết quả mô phỏng như trên Hình 11. Băng thông của bộ lọc là 8-18GHz, với suy hao S21 lớn nhất trong băng là 0,26dB tại tần số 17,6GHz. Bộ lọc được thiết kế đối xứng với độ dày tấm điện môi 1004 0,245mm. Các kích thước bộ lọc được nêu trong bảng 1.

Ký hiệu	Kích thước (mm)	Ký hiệu	Kích thước (mm)
a	6,245	18	-0,28
b	6	19	-0,28

11	11,3	110	1,55
12	3,18	111	1,45
13	5,35	112	1,55
14	4,65	113	4,2
15	-0,3	114	2
16	0,49	115	5,45
17	4,5		

Trong đó:

a, b lần lượt là chiều cao và chiều rộng ống dẫn sóng hình chữ nhật.

11, 17: lần lượt là chiều dài và chiều rộng của đường vi dải 50 ôm.

12: là chiều dài của khung cộng hưởng trở kháng nhảy bậc.

13, 14, 115: là chiều dài của một khung cộng hưởng ba đường vi dải.

16, 114: là chiều dài của một đường vi dải tạo nên khung cộng hưởng trở kháng nhảy bậc.

15, 18, 19: là khoảng cách giữa hai khung cộng hưởng liên tiếp.

113: là chiều rộng của một khung cộng hưởng.

110, 111, 112: là chiều dài đường vi dải ở giữa của một khung cộng hưởng ba đường vi dải.

Yêu cầu bảo hộ

1. Bộ lọc tổn hao thấp bao gồm các bộ phận:

ống dẫn sóng hình chữ nhật được nối đất về điện, bao ngoài tấm điện môi và khung cộng hưởng ba đường vi dải, là vật liệu kim loại có hệ số dẫn điện lớn, tốt nhất là kim loại bạc với hệ số dẫn điện 62×10^6 S/m, tuy nhiên để giảm giá thành và dễ dàng thi công, vật liệu nhôm với hệ số dẫn điện 37×10^6 S/m thường được sử dụng;

tấm điện môi là vật liệu cách điện được sử dụng để gắn các đường vi dải 50 ohm và các khung cộng hưởng vi dải ở mặt trên và mặt dưới nhằm mục đích giữ chúng ở khoảng cách cố định; vật liệu tốt nhất là Roger 5880 với hệ số suy hao điện môi rất nhỏ $T_D=0,0023$, có độ dày mỏng 0,254 mm, hằng số điện môi $\epsilon = 1$;

khung cộng hưởng ba đường vi dải khép kín là những tấm kim loại có độ dày mỏng, độ dày tiêu chuẩn thông thường 0,017 mm, 0,035 mm, v.v., có thể ghép nối liên tục ba đường vi dải khép kín nhằm tạo ra khung cộng hưởng mới có tần số cộng hưởng nằm trong dải tần mong muốn và có thể ghép nối với các khung cộng hưởng khác thông qua ghép điện dung hoặc ghép điện cảm để tạo thành bộ lọc có băng thông rộng; các khung cộng hưởng này kết hợp với ống dẫn sóng tạo thành mạng các giá trị gồm tụ điện, điện cảm kết nối với nhau;

khung cộng hưởng vi dải có trở kháng nhảy bậc bao gồm ba đường vi dải có các giá trị trở kháng khác nhau, đặt sát nhau, được gắn trên tấm điện môi, đường vi dải này là sự ghép nối liên tục của các đường vi dải có các giá trị trở kháng khác nhau, có khả năng ghép băng rộng giữa đường vi dải 50 ohm với các khung cộng hưởng ba đường vi dải khép kín;

đường vi dải 50 ohm được gắn trên tấm điện môi, có thể kết hợp với cấu trúc đường dải treo trong ống dẫn sóng tạo thành đường vi dải có trở kháng 50 ohm;

giắc kết nối cao tần là bộ phận đầu nối giữa bộ lọc với các thiết bị khác, tần số làm việc trên 26,5GHz, theo chuẩn kết nối SMA, có trở kháng 50 ohm, có chức năng khép kín điện từ trường trong ống dẫn sóng.

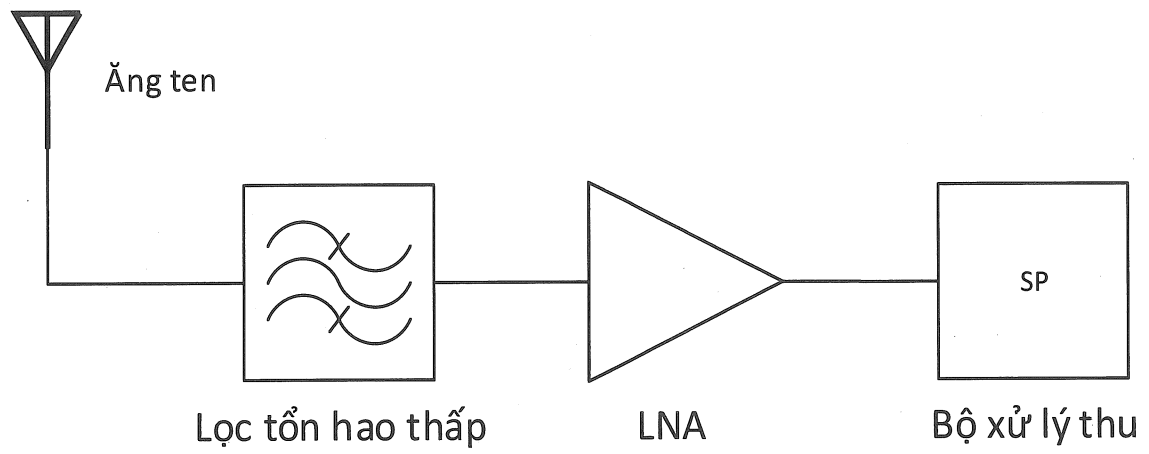
2. Bộ lọc tổn hao thấp theo điểm 1, trong đó:

khung cộng hưởng ba đường vi dải bao gồm ba đường vi dải, các đường vi dải được đặt nằm liên tiếp nhau, đường vi dải thứ hai nằm giữa hai đường còn lại, có thể điều chỉnh tần số cộng hưởng bằng cách thay đổi kích thước tương ứng của từng đường vi dải hoặc điều chỉnh cách ghép các khung cộng hưởng vi dải;

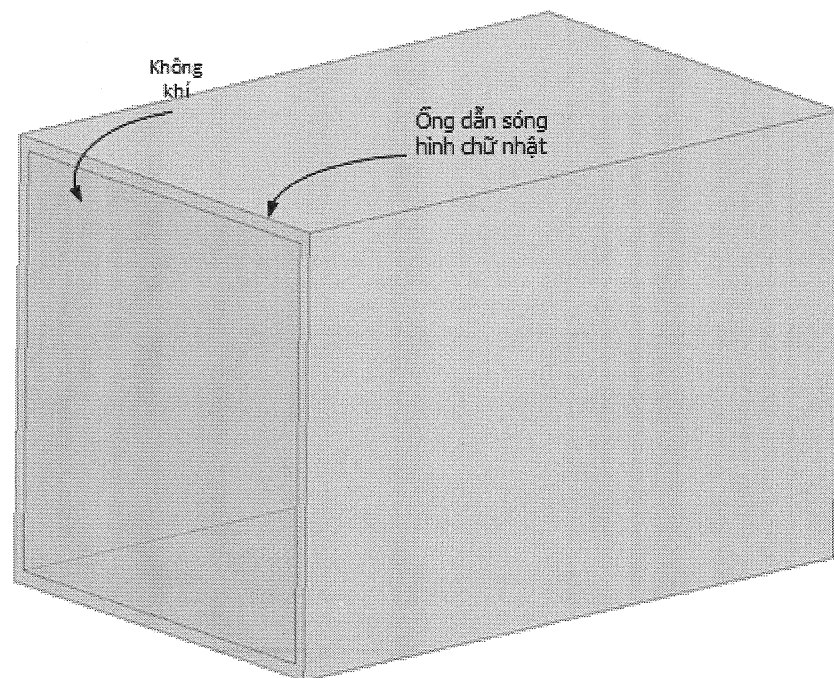
việc thay đổi kích thước từng đường vi dải là thay đổi chiều rộng của đường vi dải thứ nhất và đường vi dải thứ ba hoặc thay đổi chiều dài của đường vi dải thứ hai;

việc điều chỉnh cách ghép các khung cộng hưởng vi dải cần điều chỉnh khoảng cách giữa hai khung cộng hưởng vi dải liên tiếp, sử dụng cách ghép điện dung trực tiếp bằng cách ghép mặt và ghép sườn.

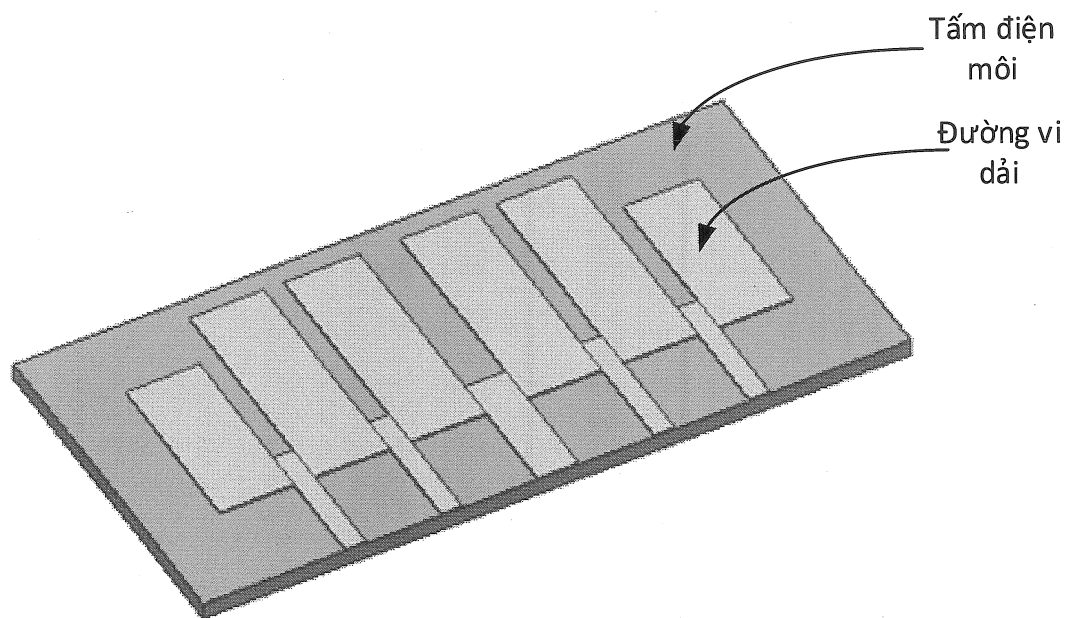
3. Bộ lọc tổn hao thấp theo điểm 2, trong đó bên cạnh việc lựa chọn khung cộng hưởng, để có thể có băng thông rộng từ 8-18GHz thì việc ghép đầu vào đầu ra bằng cách ghép điện cảm trực tiếp từ đường trở kháng 50 ôm tới khung cộng hưởng trở kháng nhảy bậc.



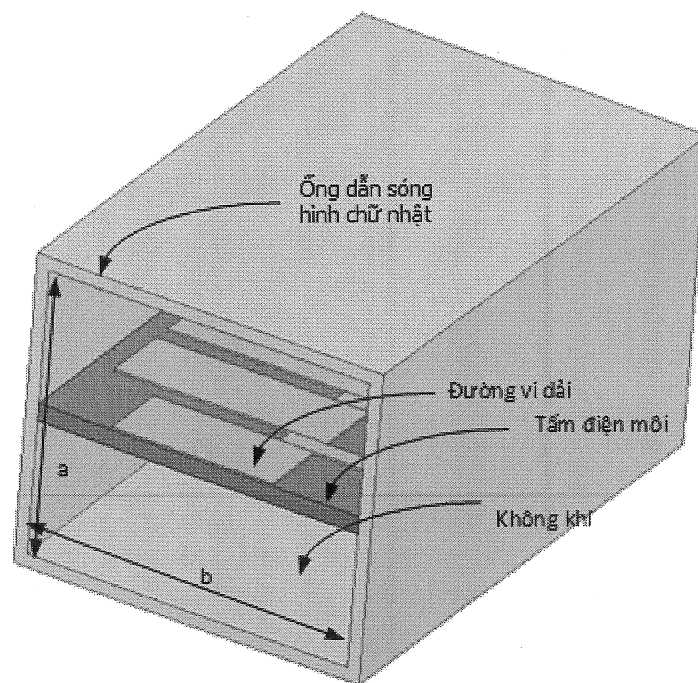
Hình 1



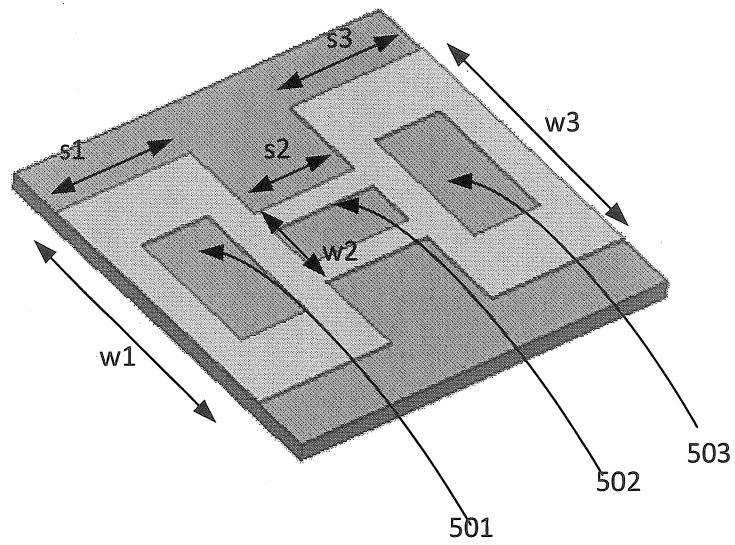
Hình 2



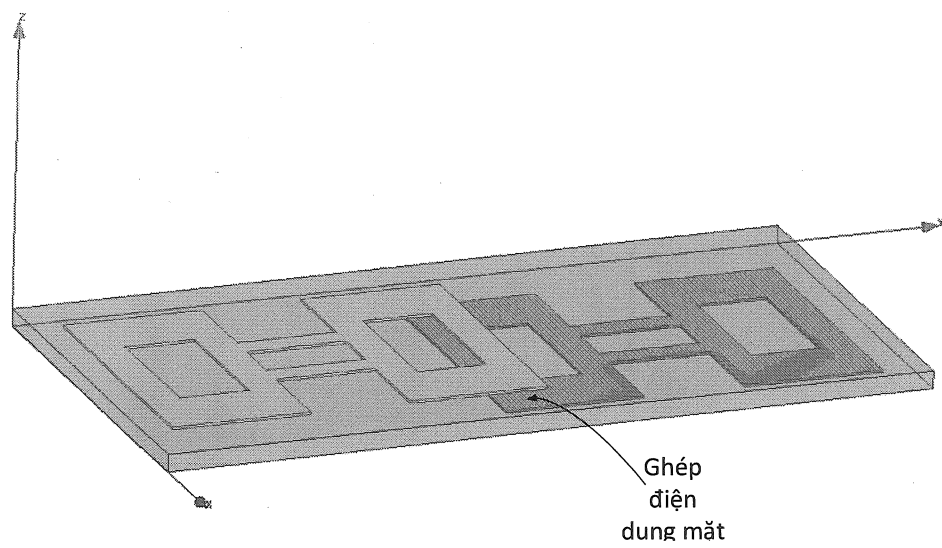
Hình 3



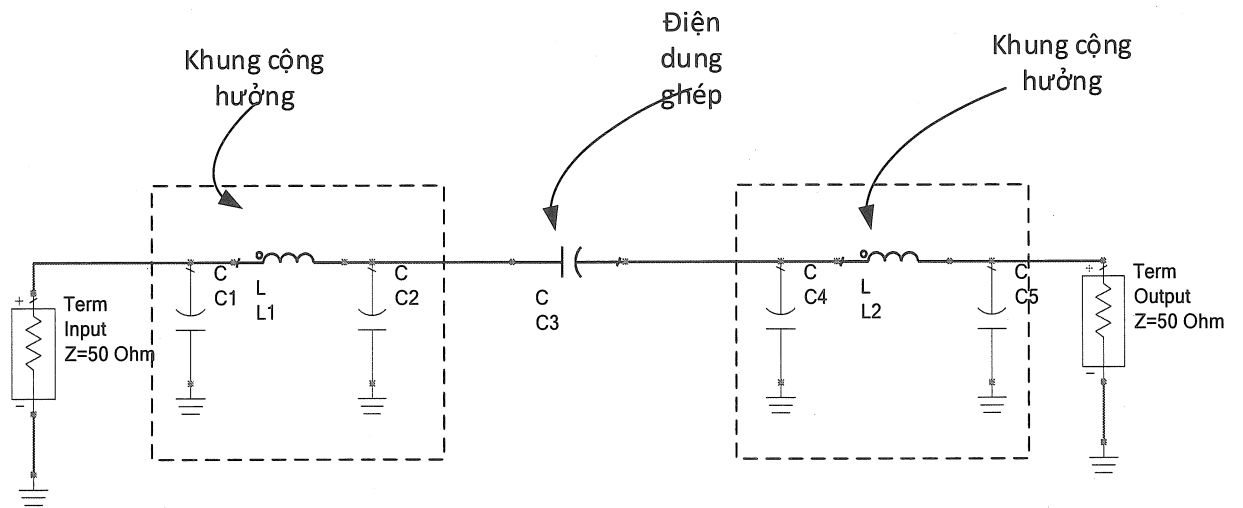
Hình 4



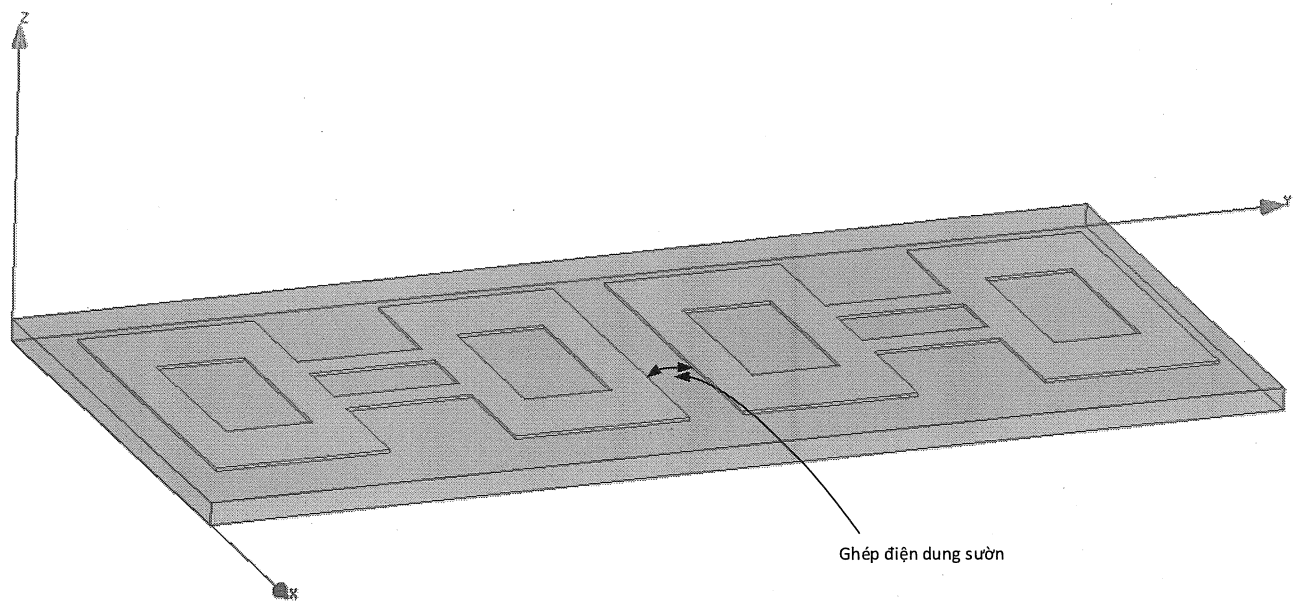
Hình 5



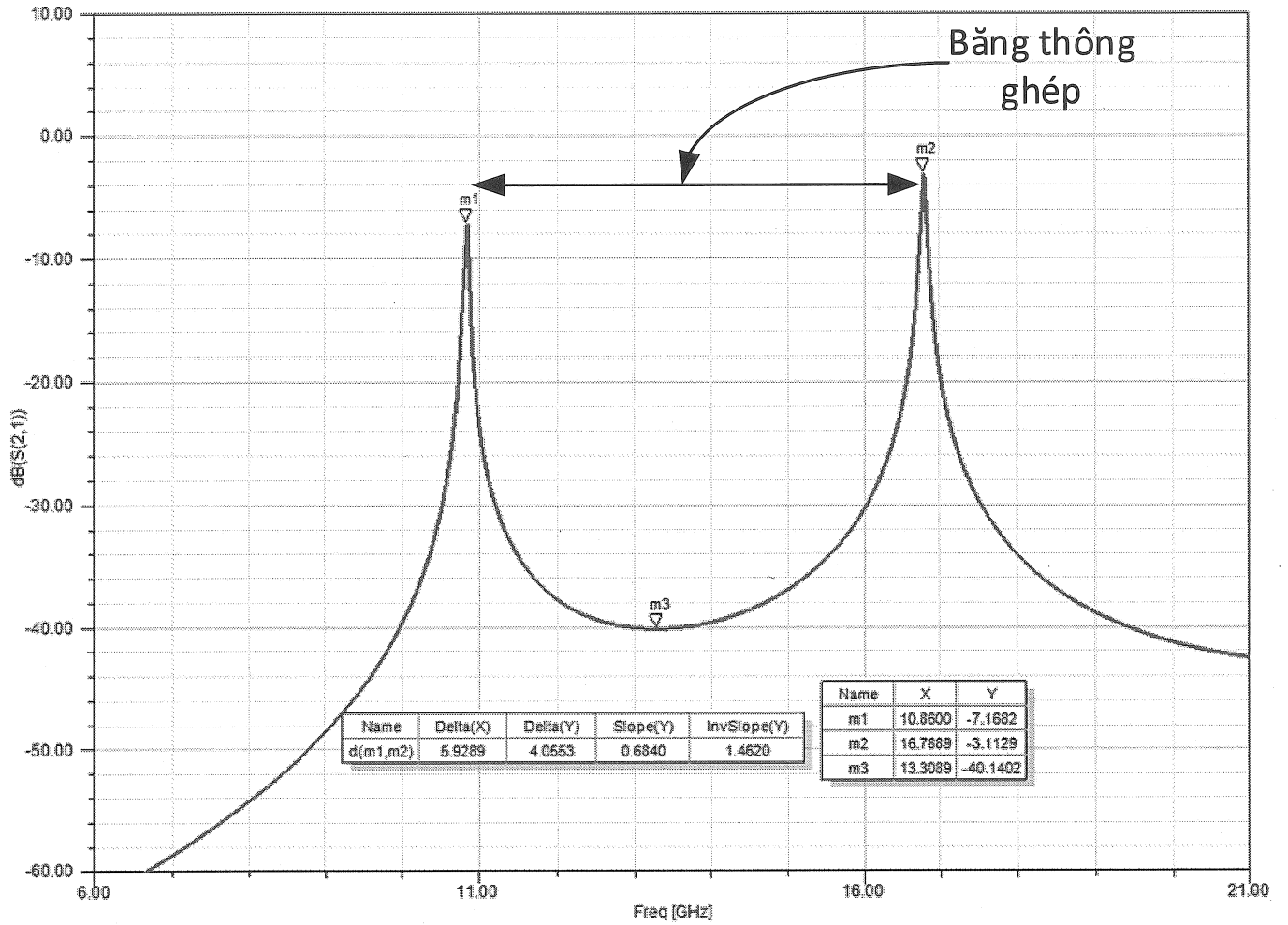
Hình 6a



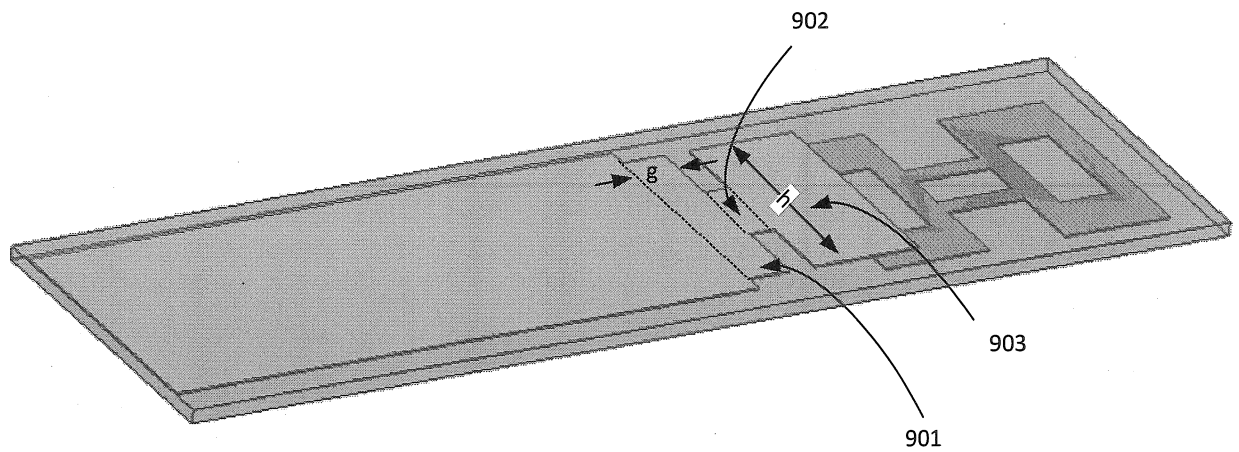
Hình 6b



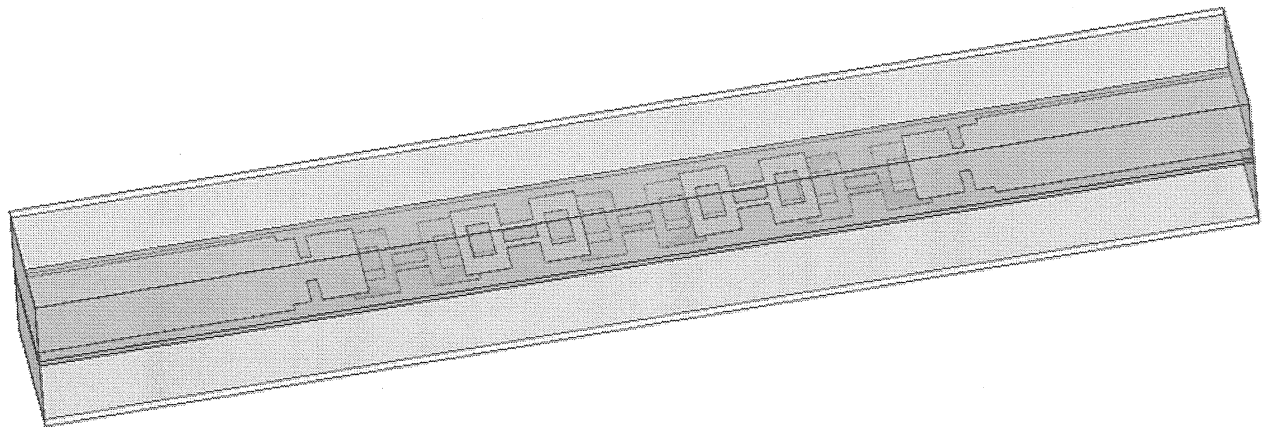
Hình 7



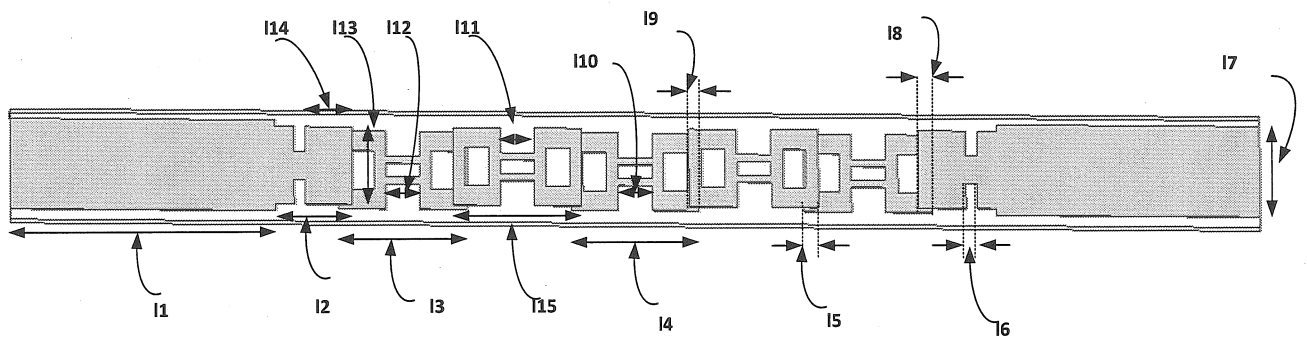
Hình 8



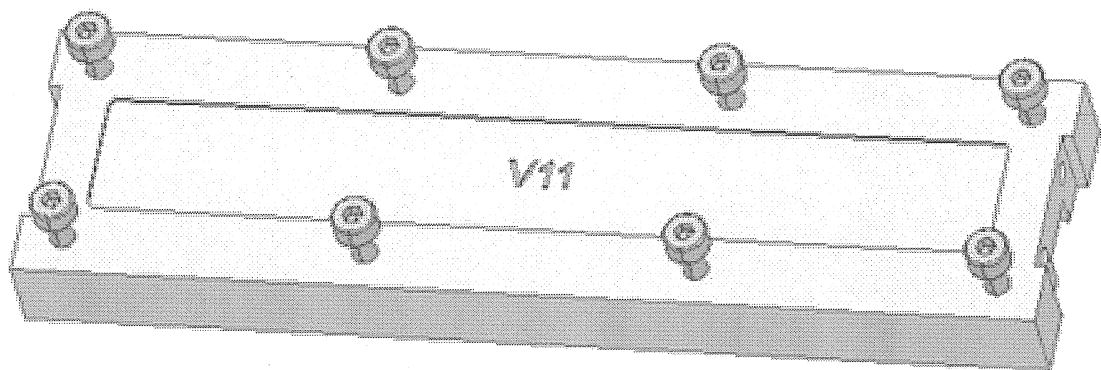
Hình 9



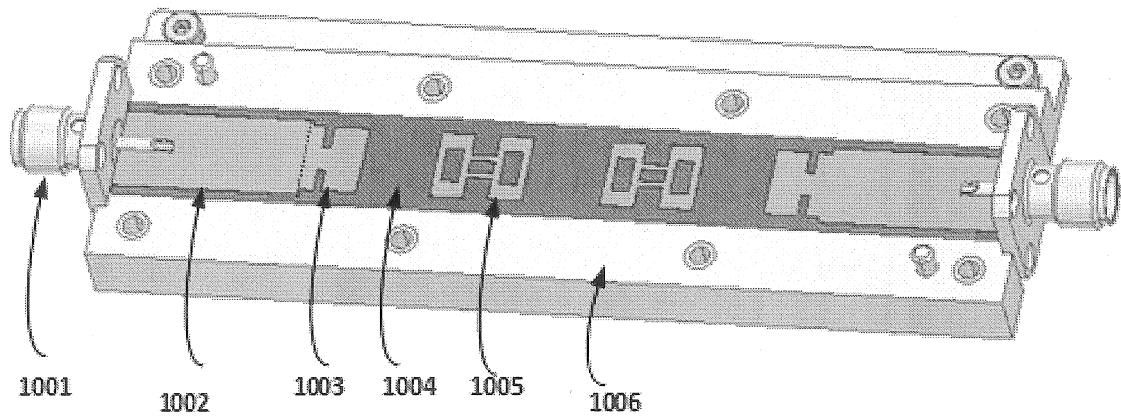
Hình 10a



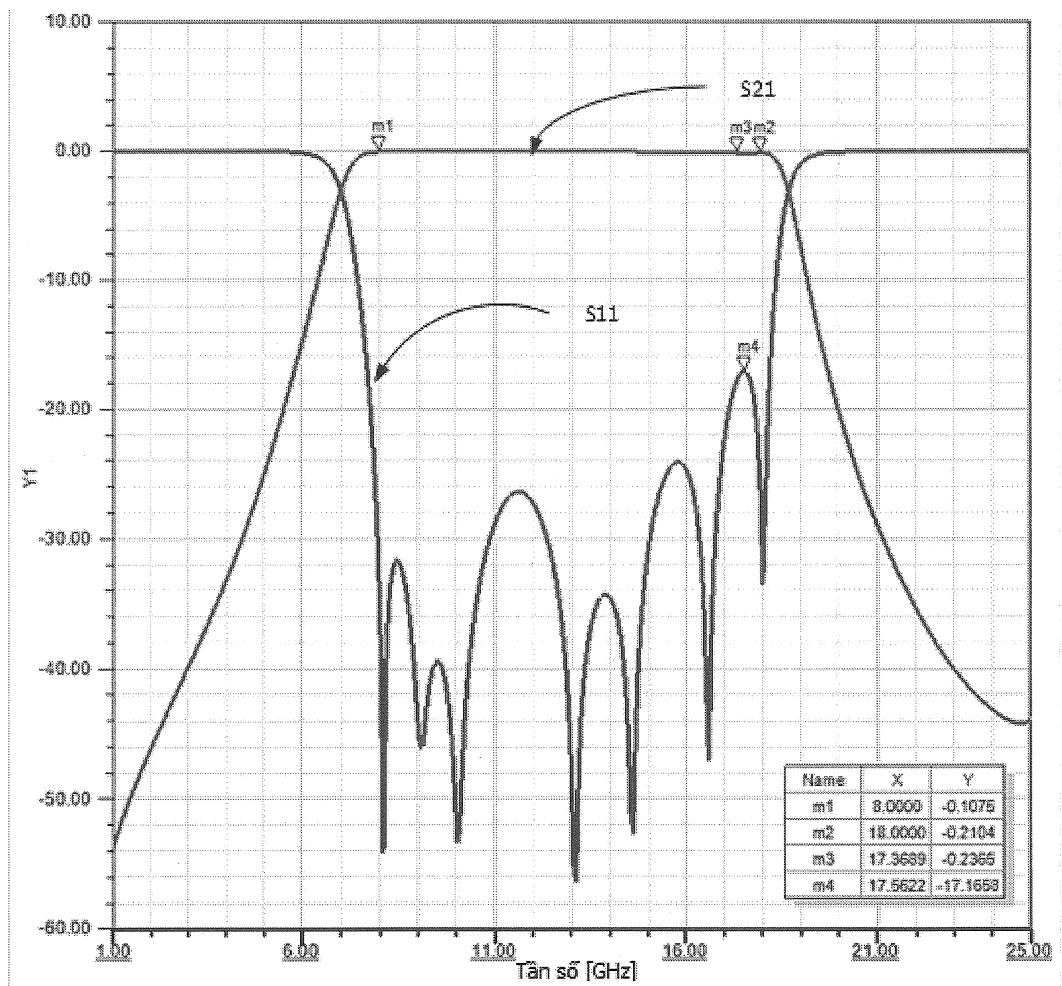
Hình 10b



Hình 10c



Hình 10d



Hình 11