



(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)



1-0053764

(51)^{2022.01} H01Q 1/38; H01Q 13/08; H01Q 1/50

(13) B

(21) 1-2023-06886

(22) 03/10/2023

(45) 25/11/2025 452

(43) 25/01/2024 430A

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

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

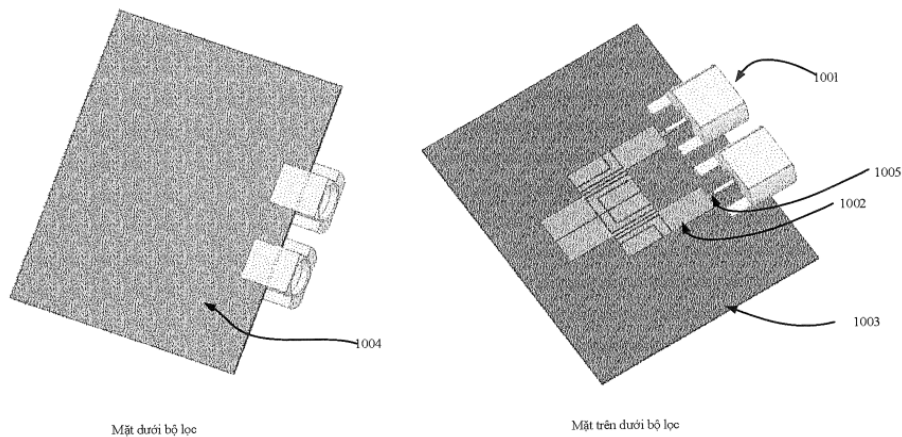
(72) TÀN LÊ HOÀNG LONG (VN); VŨ MINH TUẤN (VN); ĐỒNG QUANG HUY (VN); ĐẶNG CAO QUYỀN (VN).

(74) Công ty TNHH NACILAW (NACILAW)

(54) BỘ LỌC CAO TẦN THÔNG DẢI CÓ DẢI CHẮN RỘNG SỬ DỤNG ĐƯỜNG CỘNG HƯỞNG VI DẢI CẮT KHE CHỮ L

(21) 1-2023-06886

(57) Sáng chế đề xuất bộ lọc cao tần thông dải có dải chắn rộng sử dụng đường cộng hưởng vi dải cắt khe chữ L, có tần số nhiễu lọc của bộ lọc nằm ở vị trí xấp xỉ 3,5 lần tần số lọc f_0 , bao gồm các bộ phận: tấm điện môi; lớp đồng; đường cộng hưởng vi dải cắt khe dạng chữ L; đường vi dải trở kháng 50 Ohm và giắc kết nối cao tần. Bộ lọc vi dải thực hiện trên mạch in hai lớp, được thiết kế bằng cách ghép cộng hưởng các đường vi dải cắt khe chữ L; có kích thước nhỏ gọn, có dải chắn rộng sử dụng mô hình cộng hưởng hoàn toàn mới là đường vi dải cắt khe chữ L tạo ra bộ lọc có dải chắn rộng $\approx 2,5 f_0$, với kích thước nhỏ hơn nhiều so với bộ lọc thông thường ở cùng tần số mà có dải chắn hẹp hơn; giắc cao tần đầu vào đầu ra được kết nối trực tiếp tới đường cộng hưởng bằng cách ghép điện cảm hoặc điện dung thông qua đường trở kháng 50 Ohm.



Hình 10

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập.

Sáng chế đề cập tới bộ lọc cao tần thông dải có dải chặn rộng sử dụng đường cộng hưởng vi dải cắt khe chữ L, có đặc tính tần số nhiễu lọc của bộ lọc nằm ở vị trí xấp xỉ 3,5 lần tần số lọc f_0 . Cụ thể, bộ lọc vi dải thực hiện trên mạch in hai lớp, được thiết kế bằng cách ghép cộng hưởng các đường vi dải cắt khe chữ L.

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... Bộ lọc có thể được dùng trong máy phát để loại bỏ hài (harmonic), nhiễu tự sinh trong tín hiệu phát, 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 có thể đặt ở tuyến thu hoặc phát, bộ lọc cao tần thu thường được đặt ở vị trí đầu tiên ở phía đầu vào máy thu ngay sau ăng-ten, hoặc bộ lọc cao tần phát thường đặt ở đầu ra của bộ khuếch đại công suất ngay trước ăng-ten, thông thường là lọc thông dải hoặc thông thấp như mô tả trong hình 1. Các bộ lọc siêu cao tần thông dải thông thường được thiết kế bằng các phần tử phân bố có tần số lọc f_0 thường xuất hiện đặc tính nhiễu lọc của bộ lọc tại khu vực tần số $2f_0, 3f_0, \dots, nf_0$ như mô tả trong hình 2 và hình 3. Vì thế mà bộ lọc thông thường không thể loại bỏ các hài, và nhiễu nếu nó xuất hiện ở dải tần số này. Ngoài ra, một vấn đề đối với bộ lọc đó là kích thước, với tần số càng thấp thì kích thước bộ lọc càng cao cũng là vấn đề lớn khi tích hợp bộ lọc siêu cao tần ở tần số thấp (như băng L, S) vào các hệ thống thu phát đa băng. Các bộ lọc nối nhiều tầng nhằm mở rộng dải chặn cũng là một giải pháp hiện nay, tuy nhiên phương pháp này sẽ làm tăng kích thước của bộ lọc cũng như làm tăng suy hao tín hiệu cao tần. Do đó việc tìm ra đường cộng hưởng hợp lý kích thước nhỏ, dải chặn khi ghép cộng hưởng rộng sẽ tối ưu được các vấn đề nêu trên.

Do đó, nhóm tác giả đã đề xuất một bộ lọc thông dải sử dụng các đường cộng hưởng cắt khe chữ L có dải chặn khi ghép cộng hưởng rộng. Kích thước của bộ lọc loại này nhỏ gọn, có thể thiết kế riêng thành từng mô-đun lọc hoặc thành cụm bộ lọc sử dụng như linh kiện hàn lắp trực tiếp lên mạch in khi tích hợp vào các hệ thống thu phát.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề xuất bộ lọc thông dải có kích thước nhỏ gọn, có dải chặn rộng sử dụng mô hình cộng hưởng hoàn toàn mới là đường vi dải cắt khe chữ L tạo ra bộ lọc có dải chặn rộng $\approx 2,5 f_0$, với kích thước nhỏ hơn nhiều so với bộ lọc thông thường ở cùng tần số mà có dải chặn hẹp hơn.

Theo khía cạnh thứ nhất, tần số cộng hưởng thứ nhất của các đường vi dải thông thường có bước sóng bằng 4 lần kích thước của đường vi dải. Vì thế khi tần số cộng hưởng (tỉ lệ nghịch với bước sóng) giảm thì kích thước vật lý của đường vi dải cũng tăng lên theo đó. Vì thế nhóm tác giả đề xuất phương pháp cắt khe đường vi dải theo dạng chữ L với mục đích làm tăng kích thước về điện nhưng vẫn giữ nguyên kích thước vật lý của đường cộng hưởng.

Theo khía cạnh thứ hai, với cấu trúc bộ lọc thông thường mỗi phần tử cộng hưởng ghép thành bộ lọc thì tần số cộng hưởng của mỗi phần tử đó sẽ cấu thành dải thông của chính bộ lọc, để có bộ lọc dải thông thì số tần số cộng hưởng góp vào dải thông càng nhiều hay nói cách khác số bậc của bộ lọc càng cao tương ứng với số lượng phần tử cộng hưởng tăng lên. Các tần số cộng hưởng chính và cộng hưởng thứ cấp (nhiều lọc) của các đường cộng hưởng khi ghép với nhau sẽ tạo thành dải thông của bộ lọc và cùng với đó là các dải thông nhiễu lọc. Vì vậy để tạo ra bộ lọc có dải chặn rộng, nhóm tác giả đã đề xuất ý tưởng nghiên cứu ra loại đường cộng hưởng có khoảng cách từ tần số cộng hưởng chính đến tần số cộng hưởng thứ cấp sau đó là rất xa so với thông thường. Nhờ đó, khi bộ lọc được tổng hợp bằng cách ghép các đường cộng hưởng này với nhau, sẽ thu được bộ lọc có dải chặn rộng.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1 là hình vẽ mô tả sơ đồ khối cơ bản của tuyến phát máy thu phát cơ bản, trong đó bộ lọc cao tần được sử dụng để loại bỏ hài và tạp của tín hiệu phát;

Hình 2 là hình vẽ mô tả bộ lọc vi dải đơn cơ bản hay được gọi bằng tên bộ lọc ghép sườn (edge coupling filter);

Hình 3 là hình vẽ mô tả đáp tuyến tần số của bộ lọc trên hình vẽ 2 trong đó thể hiện rõ các tần số nhiễu lọc của bộ lọc xuất hiện gần với dải thông của bộ lọc;

Hình 4 là hình ảnh mô tả các tần số cộng hưởng xuất hiện sát nhau theo khoảng cách f_0 đối với đường cộng hưởng đơn thuần là đường vi dải đơn giản;

Hình 5 là hình ảnh mô tả các tần số cộng hưởng xuất hiện cách xa nhau đối với đường cộng hưởng sử dụng loại đường vi dải cắt khe chữ L;

Hình 6 là hình vẽ mô tả cấu trúc của đường cộng hưởng đường vi dải cắt khe chữ L;

Hình 7 là hình sơ đồ mạch điện tương đương của đường vi dải cắt khe chữ L trong đó việc cắt khe chữ L sẽ tạo ra các điện dung ghép và điện cảm ghép bên trong đường vi dải;

Hình 8 là hình vẽ mô tả cách ghép điện dung sườn của hai đường vi dải cắt khe chữ L;

Hình 9 là hình vẽ mô tả đáp ứng tần số của việc ghép lỏng theo cách ghép hai đường vi dải cắt khe chữ L mô tả trên hình 8;

Hình 10 là hình vẽ mô tả cấu trúc bộ lọc có dải thông rộng sử dụng 4 đường vi dải cắt khe chữ L;

Hình 11 là hình vẽ mô tả kết quả thực hiện của bộ lọc, đảm bảo dải chặn của bộ lọc rộng hơn nhiều so với bộ lọc thông thường.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sáng chế được mô tả chi tiết dưới đây có dựa vào các hình vẽ kèm theo, các

hình vẽ này nhằm mục đích minh họa các phương án của sáng chế mà không làm giới hạn phạm vi bảo hộ sáng chế.

Để đạt được mục đích của sáng chế, bộ lọc cao tần thông dải có dải chắn rộng sử dụng đường cộng hưởng vi dải cắt khe chữ L bao gồm các bộ phận như sau: Tấm điện môi 1003; lớp đồng 1004; đường cộng hưởng vi dải cắt khe dạng chữ L 1002; đường vi dải trở kháng 50 Ohm 1005; giắc kết nối cao tần 1001. Trong đó: lớp đồng 1004 được nối đất về điện, tấm điện môi 1003 đặt ở giữa, phía trên là các đường cộng hưởng vi dải cắt khe dạng chữ L 1002.

- Tấm điện môi 1003 được làm bằng vật liệu Roger 5880 hoặc Roger 4003C với hệ số suy hao điện môi rất nhỏ. Vật liệu Roger 5880 thường được sử dụng khi bộ lọc có yêu cầu tổn hao thấp tuy nhiên vật liệu Roger 5880 có giá thành đắt hơn nhiều so với Roger 4003C. Tấm điện môi đóng vai trò làm môi trường truyền sóng vì thế với các vật liệu có suy hao điện môi càng nhỏ thì suy hao của bộ lọc càng thấp.
- Đường cộng hưởng vi dải cắt khe dạng chữ L 1002 là những tấm kim loại bằng đồng có độ dày mỏng, độ dày tiêu chuẩn thông thường là 0.017 mm, 0.035 mm,...đường cộng hưởng vi dải này kết hợp với lớp điện môi và lớp đồng tạo thành đường truyền sóng có trở kháng 50 Ohm.
- Đường cộng hưởng vi dải cắt khe dạng chữ L 1002 nhờ cấu trúc đặc biệt mà vùng tần số nhiễu lọc của bộ lọc cũng được đẩy ra xa. Quan sát hình 4 và hình 5, tần số cộng hưởng của đường cộng hưởng vi dải thông thường 405 và đường cộng hưởng vi dải cắt khe chữ L riêng lẻ 503 với mục đích thiết kế băng lọc tại dải tần 3.9 GHz. Hình 4 mô tả tần số cộng hưởng của đường cộng hưởng là đường vi dải thông thường, ngoài cộng hưởng tại tần số cơ bản 3.9 GHz 401, thì còn xuất hiện các tần số cộng hưởng ở 6.6 GHz 402, 9.8GHz 403, 12.9 GHz 404... xấp xỉ n lần của tần số cơ bản ($n = 2, 3, 4, \dots$). Chính các tần số cộng hưởng này khi tổng hợp bộ lọc dải thông 301 sẽ tạo thành các đặc tính nhiễu lọc 302 của bộ lọc như mô tả ở hình 3. Trong khi đó, quan sát hình 5, đường cộng hưởng cắt khe chữ L ngoài cộng hưởng tại tần số cơ bản 3.9Ghz 501 thì tần số cộng hưởng nhiễu lọc của nó chỉ xuất hiện ở 11Ghz 502, xấp xỉ 3 lần tần số cơ bản. Nhờ đặc tính này mà khi thực hiện thiết kế bộ lọc bằng cách ghép các đường cộng hưởng cắt khe chữ L thì khoảng cách

giữa dải thông lọc và vùng tần số nhiễu lọc của bộ lọc được mở rộng ra xa, hay nói cách khác dải chặn được mở rộng ra.

- Giắc kết nối cao tần 1001 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 SMP, có trở kháng 50 Ohm để phù hợp với chuẩn kết nối 50 Ohm của các thiết bị khác.

Tham chiếu hình 4 và hình 5, mô phỏng tần số cộng hưởng đường vi dải thông thường và tần số cộng hưởng đường vi dải cắt khe chữ L; với việc tạo ra cùng tần số cộng hưởng cơ bản f_0 . Chiều dài vật lý của đường vi dải cắt khe chữ L nhỏ hơn rất nhiều so với đường vi dải thông thường. Với tần số cộng hưởng tại 3.9 GHz đường vi dải thông thường 405 có kích thước là 20,9 x 2,54 mm, trong khi với đường vi dải cắt khe chữ L riêng lẻ 503 có kích thước chỉ bằng 1 nửa 10 x 2,54 mm.

Quan sát một đường cộng hưởng vi dải cắt khe dạng chữ L khi đứng một mình, về cơ bản là đường cộng hưởng vi dải đơn 601, thực hiện cắt các khe chữ L để tăng độ dài bước sóng làm giảm tần số cộng hưởng của đường vi dải so với tần số cộng hưởng của đường vi dải cùng kích thước, ngoài ra việc cắt khe sẽ tạo các điểm cực-không nhằm tăng độ dốc của bộ lọc cũng như loại bỏ các tần số nhiễu bậc 2 của bộ lọc. Tham chiếu vào hình 7, các đường cộng hưởng này kết hợp với lớp tham chiếu nối đất tạo thành mạng các giá trị tụ điện, điện cảm ở tần số cao tần kết nối với nhau tạo thành bộ lọc siêu cao tần.

Việc ghép các đường cộng hưởng cắt khe chữ L đơn 601 này lại với nhau theo các cách ghép điện dung sườn, ghép điện dung mặt hoặc ghép điện cảm trực tiếp với các hệ số ghép hợp lý sẽ tạo thành các bộ lọc dải thông theo đặc tính tần số mong muốn. Hình 8, minh họa cách ghép điện dung sườn giữa hai đường cộng hưởng cắt khe chữ L đơn 601. Với hệ số ghép lỏng, đặc tính ghép được thể hiện trong hình 9. Đáp tuyến tần số S_{21} thể hiện rõ hai vùng tần số cộng hưởng để tạo thành các dải lọc cách xa nhau $2.5f_0$. Bộ lọc dựa trên đường cộng hưởng cắt khe chữ L đơn 601 này thường được sử dụng để thiết kế theo phương pháp ma trận hệ số ghép (coupling matrix).

Trong sáng chế này việc thiết kế bộ lọc từ các đường cộng hưởng vi dải chữ L được sử dụng. Tham chiếu vào hình 11, các đường cộng hưởng này có tần số cộng

hướng nằm trong băng thông của bộ lọc, được điều chỉnh ghép với nhau sao cho băng thông ghép giữa chúng kết hợp với nhau tạo được dải thông phẳng với độ đồng đều trong băng nhỏ hơn 1dB.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Để hiểu rõ hơn về bộ lọc có dải chặn rộng sử dụng đường vi dải cắt khe chữ L, nhóm tác giả đã đưa ra bộ lọc sử dụng 4 đường vi dải cắt khe chữ L đơn được ghép cộng hưởng với nhau như trên hình 10. Tại đây các đường vi dải được ghép theo phương pháp ghép điện dung theo dạng ghép sườn. Băng thông của bộ lọc từ 3.1GHz-3.7GHz, trong đó tần số nhiễu lọc của bộ lọc xuất hiện tại vùng tần số 13GHz. Rất xa so với tần số lọc trung tâm. Kết quả đáp tuyến tần số của bộ lọc được chỉ rõ trên hình 11.

Yêu cầu bảo hộ

1. Bộ lọc cao tần thông dải có dải chặn rộng sử dụng đường cộng hưởng vi dải cắt khe chữ L bao gồm các bộ phận: tấm điện môi; lớp đồng; đường cộng hưởng vi dải cắt khe dạng chữ L; đường vi dải trở kháng 50 Ohm và giắc kết nối cao tần, trong đó:

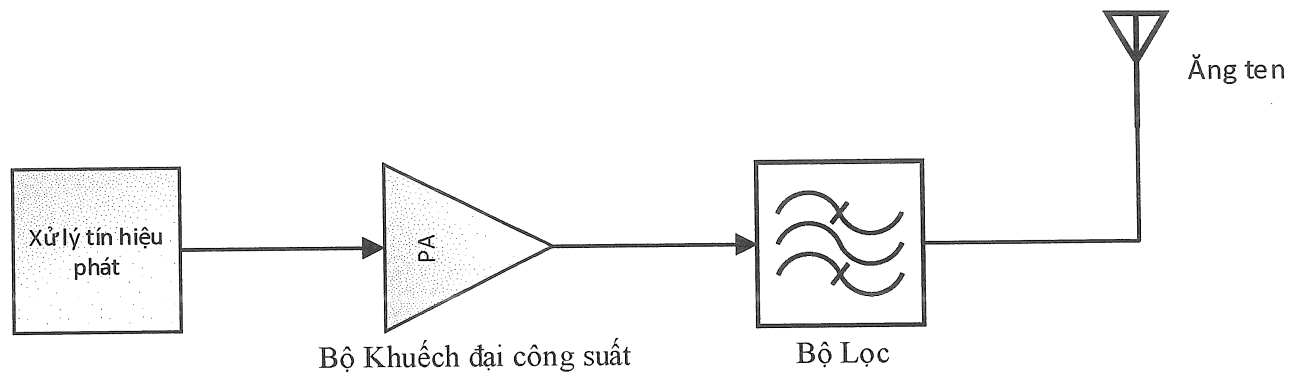
đường cộng hưởng vi dải cắt khe chữ L là những tấm kim loại mỏng độ dày tiêu chuẩn thông thường 0.017 mm, 0.035 mm,... có thể ghép nối liên tục với nhau theo nhiều cách ghép;

tấm điện môi là vật liệu cách điện được sử dụng để gắn các đường vi dải 50Ohm và các đường 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 $\epsilon = 1$;

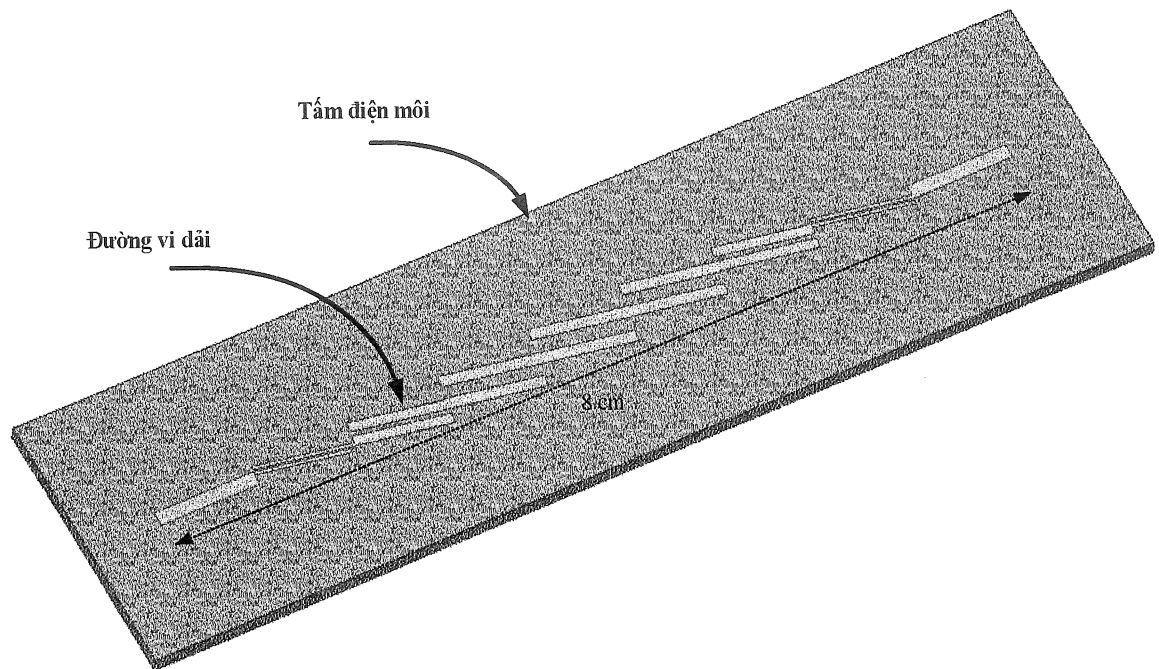
đường vi dải 50Ohm được gắn trên tấm điện môi, kết nối giắc cao tần và các đường cộng hưởng;

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 SMP hoặc SMA, có trở kháng 50 Ohm, có chức năng chuyển đổi tín hiệu từ sóng cao tần từ chế độ truyền sóng cận TEM sang đồng trục; giắc kết nối cao tần đầu vào, đầu ra được kết nối trực tiếp tới đường cộng hưởng bằng cách ghép điện cảm hoặc điện dung thông qua đường trở kháng 50Ohm.

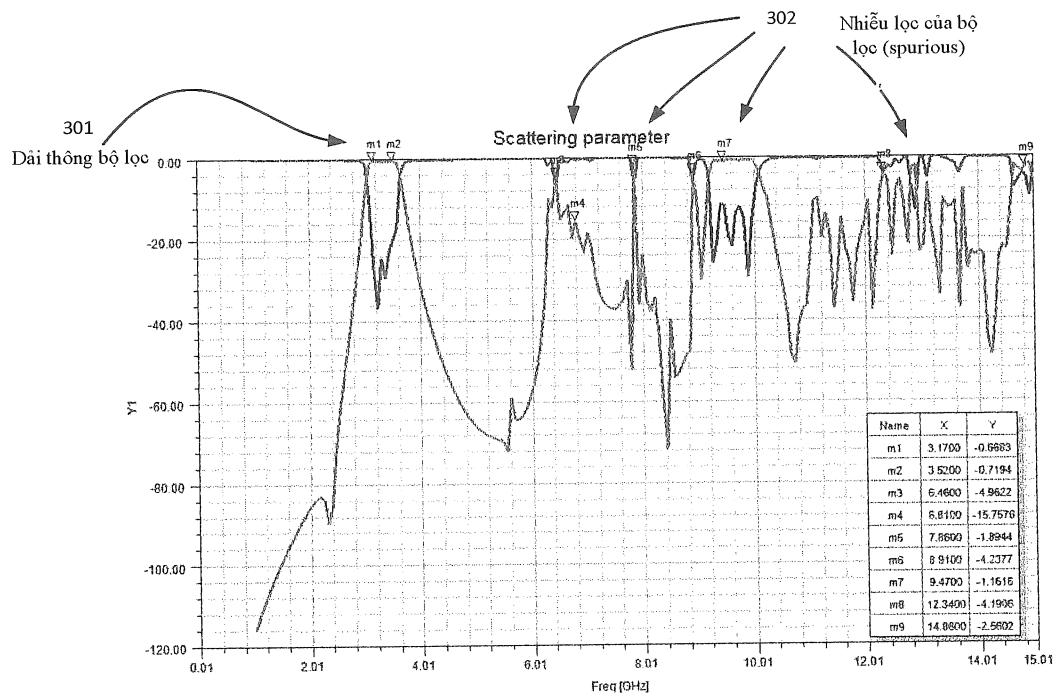
2. Bộ lọc cao tần thông dải có dải chặn rộng sử dụng đường cộng hưởng vi dải cắt khe chữ L theo điểm 1, trong đó: đường cộng hưởng vi dải cắt khe chữ L là đường vi dải cơ bản được cắt tạo khe chữ L; có thể điều chỉnh tần số cộng hưởng bằng cách thay đổi kích thước tương ứng của từng đường vi dải; độ rộng băng lọc và khoảng cách từ vùng tần số nhiễu lọc của bộ lọc đến dải thông lọc chính có thể thay đổi bằng cách thay đổi độ rộng và kích thước của khe cắt chữ L, các đường cộng hưởng vi dải cắt khe chữ L có thể được sử dụng để ghép với nhau theo các phương pháp ghép điện dung, ghép điện cảm theo cả ghép sườn hoặc ghép mặt...) để hình thành nên các bộ lọc.



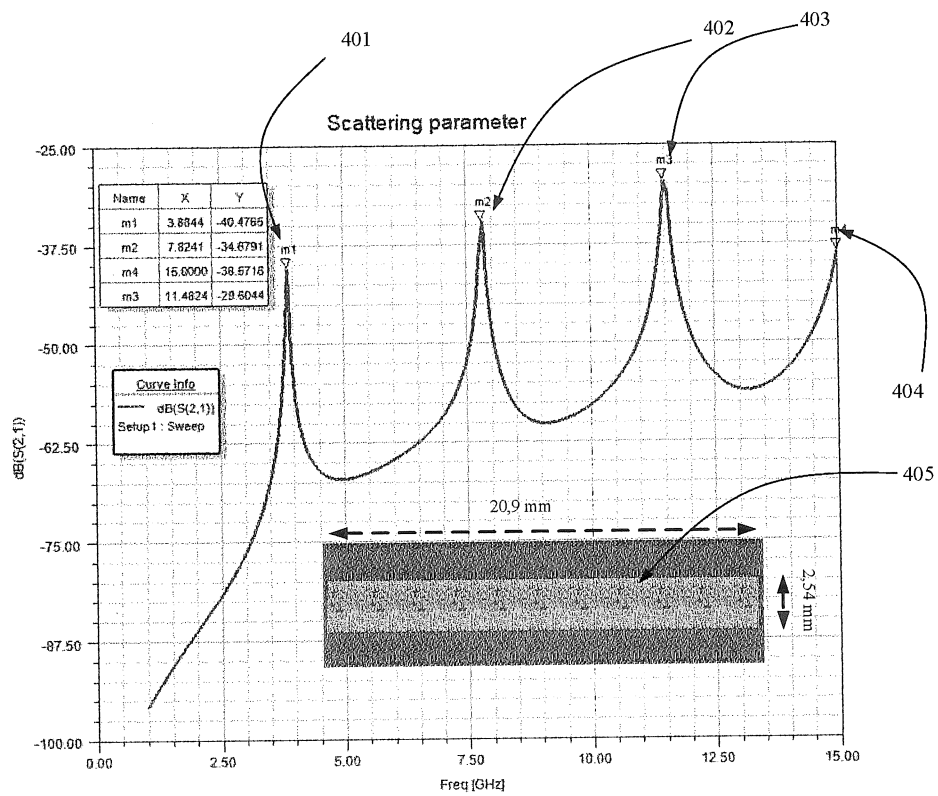
Hình 1



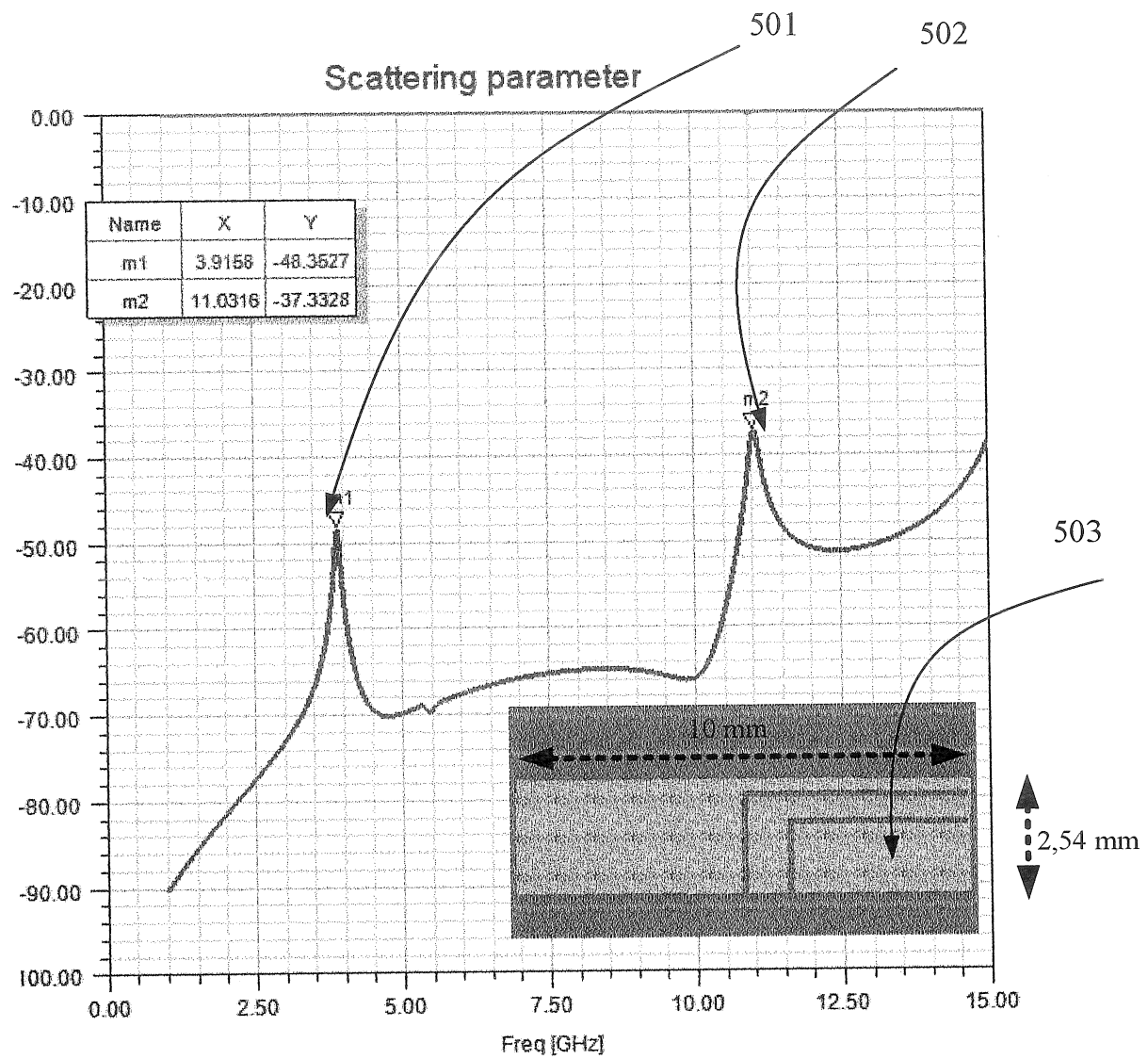
Hình 2



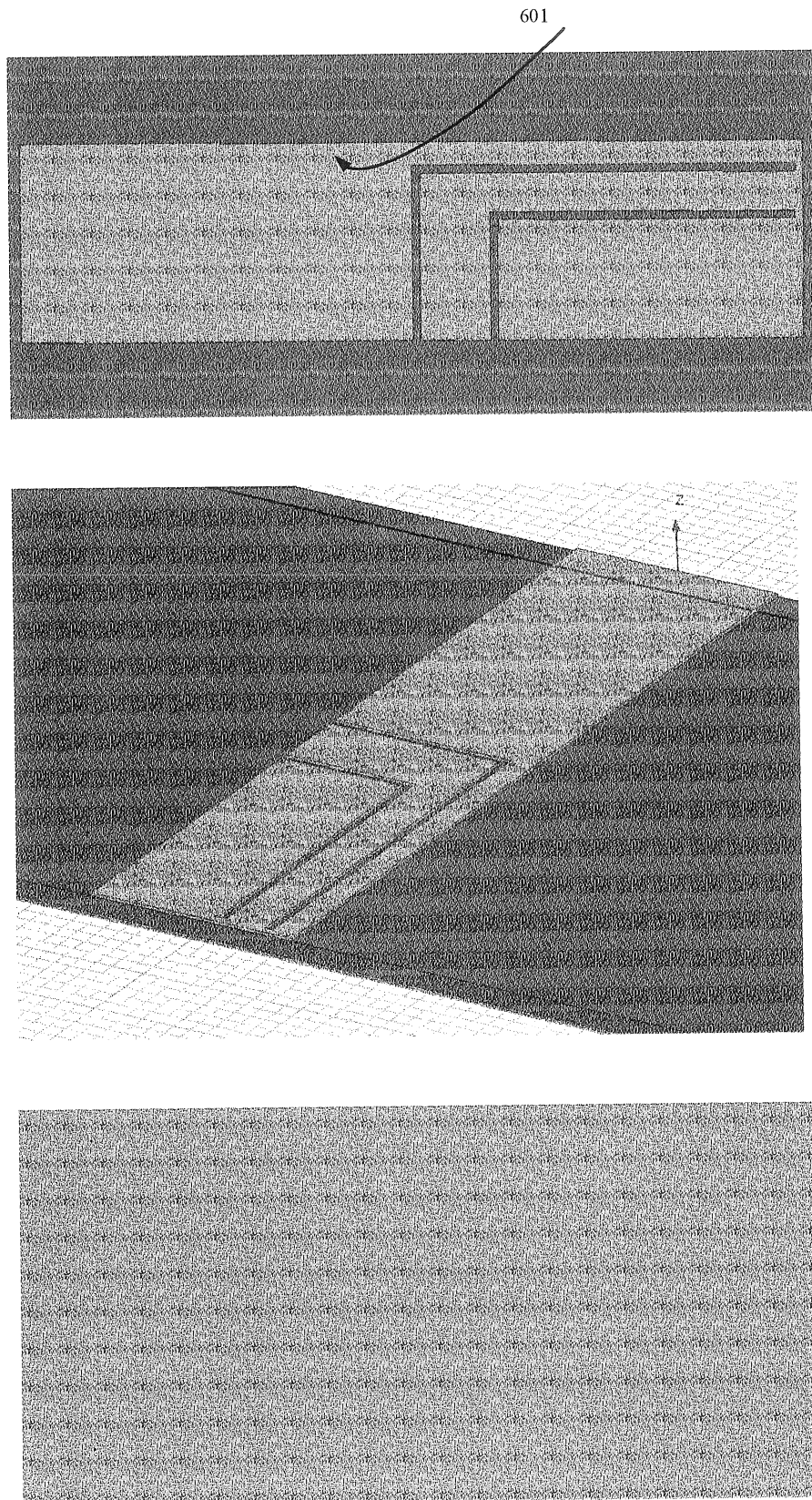
Hình 3



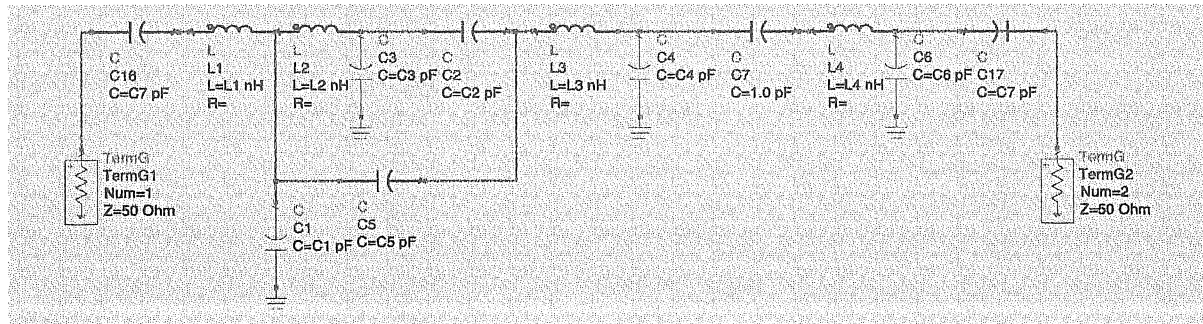
Hình 4



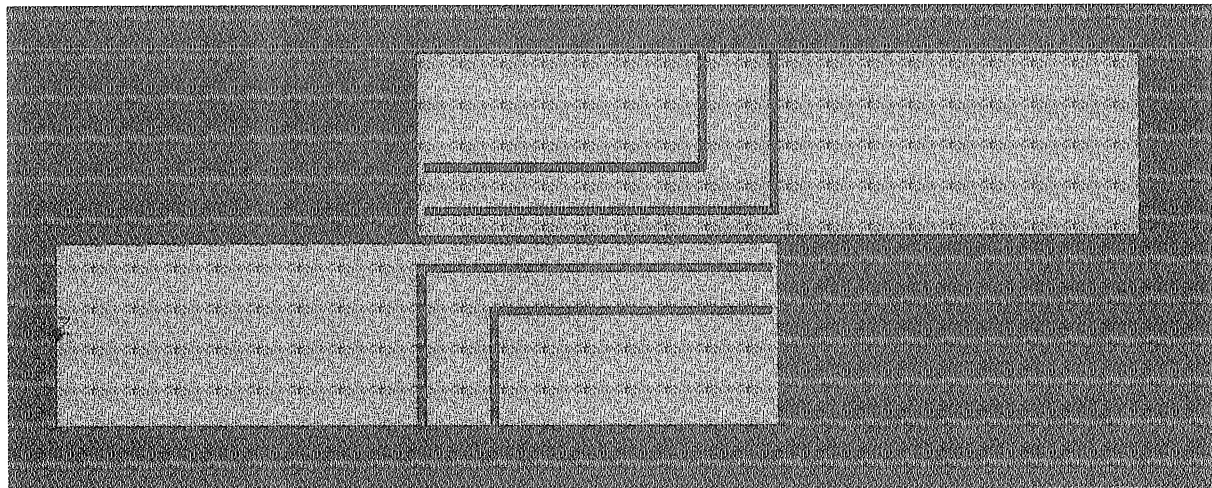
Hình 5



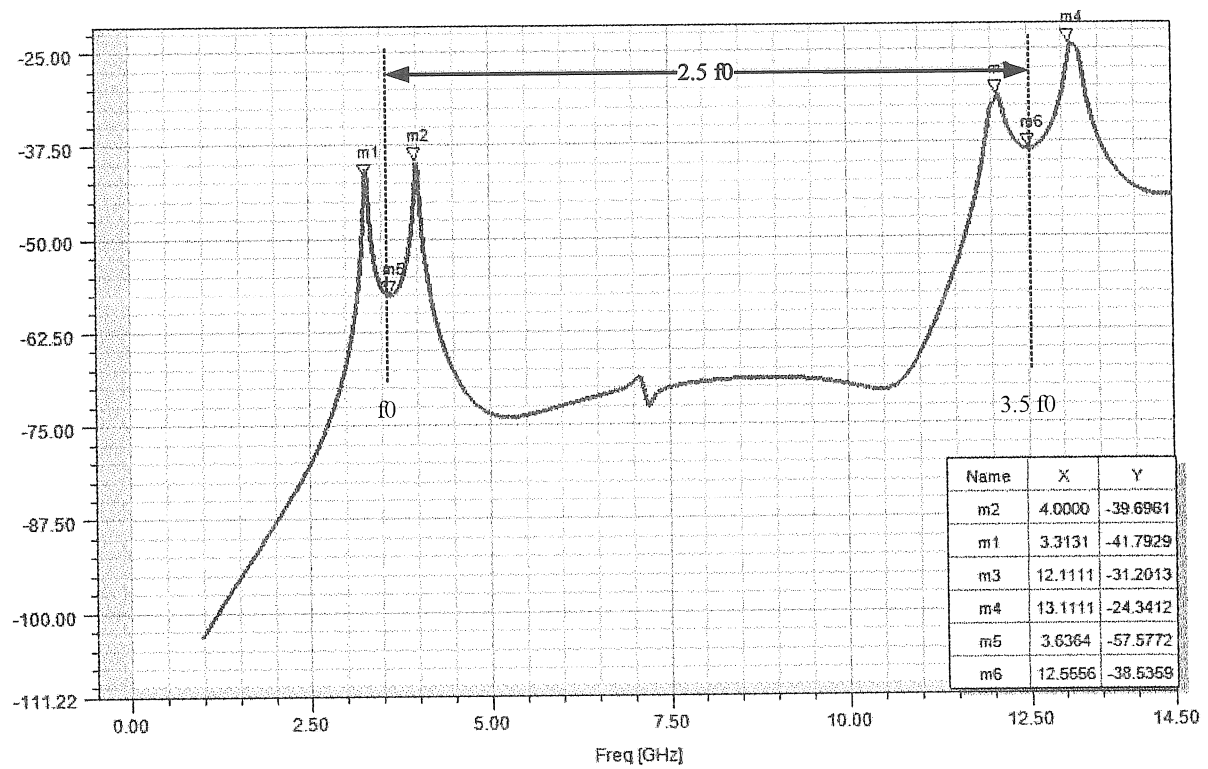
Hình 6



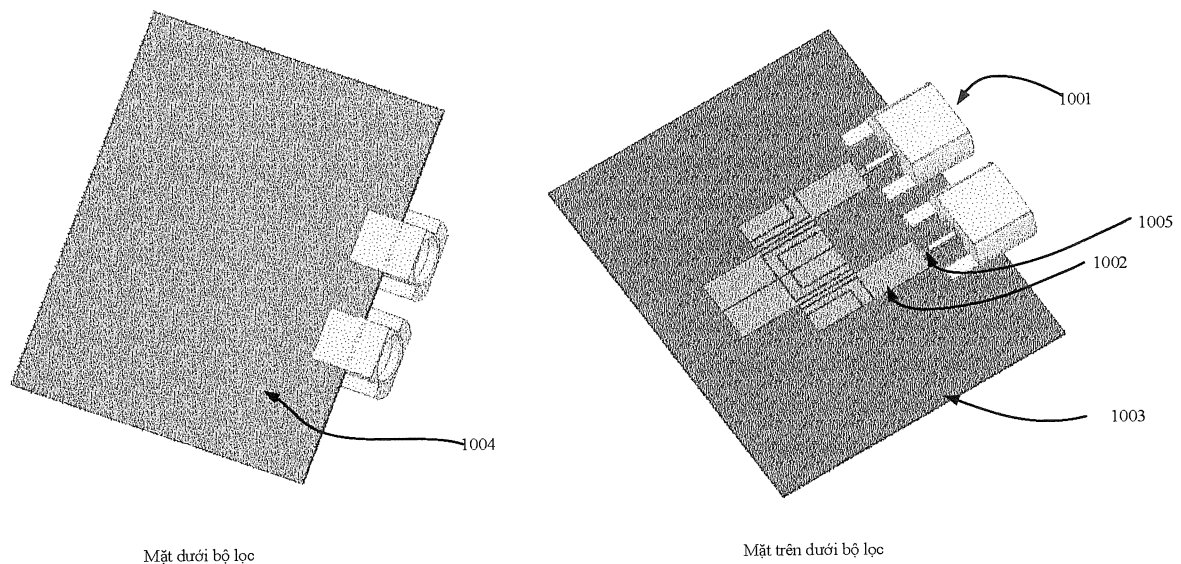
Hình 7



Hình 8



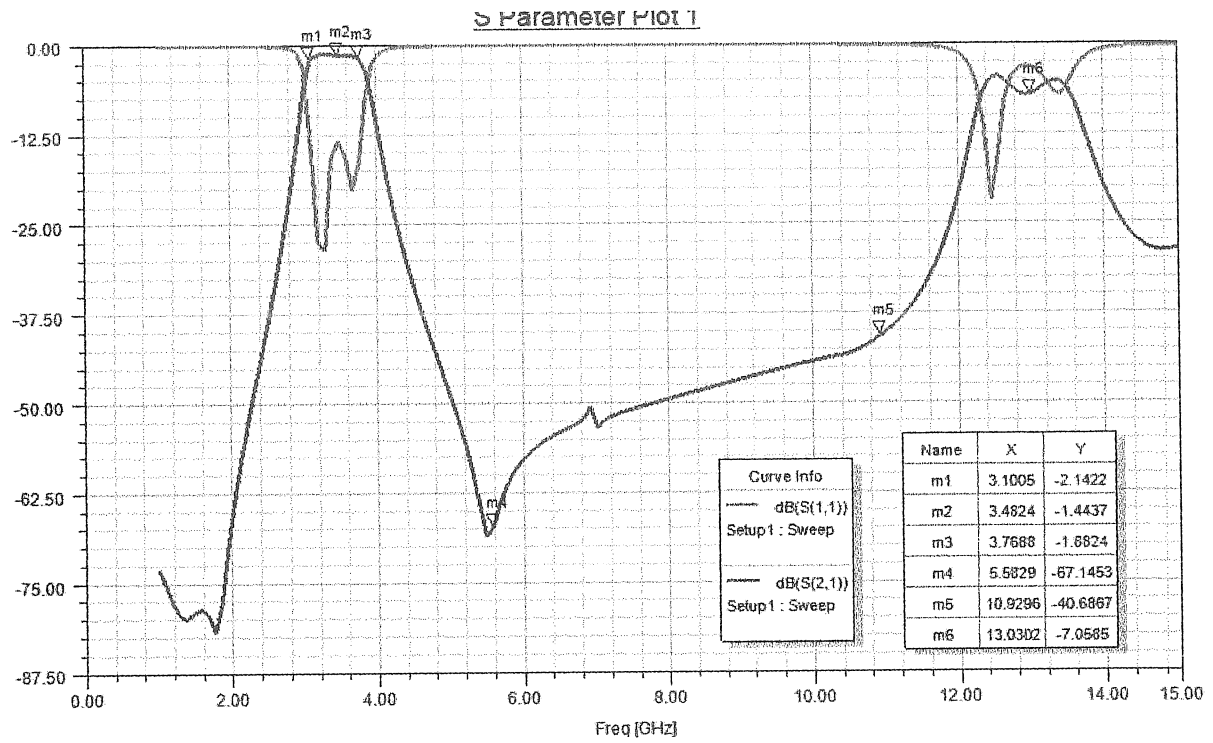
Hình 9



Mặt dưới bộ lọc

Mặt trên dưới bộ lọc

Hình 10



Hình 11