



(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)



1-0052685

(51)^{2021.01} H01P 11/00

(13) B

(21) 1-2022-05570

(22) 31/08/2022

(45) 27/10/2025 451

(43) 25/11/2022 416A

(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

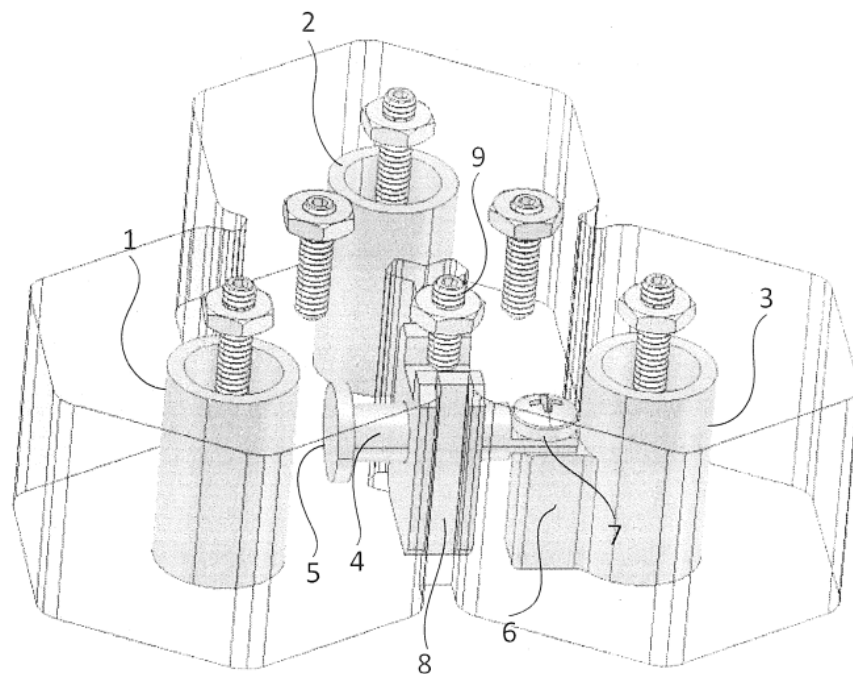
(72) Bùi Thị Vân (VN); Hồ Sỹ Vinh (VN); Nguyễn Quốc Hùng (VN).

(74) Công ty TNHH NACILAW (NACILAW)

(54) PHẦN TỬ ĐIỆN DUNG DẠNG CẦU KIM LOẠI TRONG BỘ LỌC HỒC CỘNG HƯỞNG

(21) 1-2022-05570

(57) Sáng chế đề xuất phần tử ghép chéo điện dung có khả năng điều chỉnh giá trị được sử dụng trong thiết kế bộ lọc cao tần ở các hệ thống trạm thu phát sóng viễn thông các thế hệ và truyền dẫn tín hiệu vệ tinh. Điểm khác biệt của mô hình này so với phần tử điện dung truyền thống là nối trực tiếp một đầu phần tử vào trụ đỡ của vành cộng hưởng cần ghép chéo. Chính cải tiến này đã tạo ra độ tăng băng thông ghép chéo đáng kể cho hai hốc cộng hưởng không liền kề trong bộ lọc từ 100MHz lên đến hơn 400MHz. Ngoài ra, mô hình cần một vít điều chỉnh để tinh chỉnh chính xác băng thông ghép chéo cần thiết để bộ lọc hoạt động theo đúng đặc tính mong muốn. Cơ cấu này tạo cho bộ lọc khả năng thay đổi điểm chặn tín hiệu linh hoạt và bù đắp sai số trong quá trình chế tạo.



Hình 2

Lĩnh vực được đề cập

Sáng chế đề cập đến phần tử cầu kim loại có khả năng thay đổi điện dung, được dùng bên trong các bộ lọc tần số. Cụ thể, sáng chế được sử dụng trong các trạm thu phát sóng vô tuyến cho các thiết bị di động hoặc truyền thông vệ tinh.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Bên trong các trạm thu phát sóng vô tuyến của hệ thống viễn thông, bộ lọc tần số là một trong những thành phần rất quan trọng. Nó đóng vai trò loại bỏ các thành phần nhiễu phát ra từ các bộ phát để tránh ảnh hưởng tới hoạt động của các thành phần, thiết bị xung quanh. Ngoài ra, bộ lọc cũng giúp hạn chế tối đa can nhiễu từ bên ngoài lan truyền vào tuyến thu của thiết bị. Hiện nay, các hệ thống thu phát viễn thông phần lớn sử dụng các bộ lọc tần số dạng hốc không khí cộng hưởng. Ưu điểm của loại bộ lọc này là có công suất chịu đựng lớn, đặc tuyến lọc tốt, ít ảnh hưởng bởi điều kiện môi trường, chi phí chế tạo hợp lý và vòng đời sử dụng lâu dài. Tuy nhiên, do sự phát triển của các hệ thống viễn thông, nhu cầu sử dụng các dải tần số càng lớn, việc sử dụng tần số ngày càng phải tối ưu và khắt khe, dẫn tới kết cấu cũ của các bộ lọc không còn đáp ứng đủ tốt các yêu cầu về độ chọn lọc tần số.

Để cải thiện khả năng loại bỏ can nhiễu nằm ngoài dải tần số hoạt động của hệ thống, trên đặc tuyến lọc của bộ lọc dạng hốc cộng hưởng, người thiết kế cần tạo ra các điểm chặn tín hiệu. Các điểm chặn tín hiệu này được hình thành nhờ các phần tử điện dung hoặc điện cảm ghép chéo giữa hai hốc không liền kề. Trong khi phần tử điện cảm có thể dễ dàng tạo ra bởi một vít điều chỉnh hệ số ghép thì phần tử điện dung có phần phức tạp và đòi hỏi nhiều kinh nghiệm thiết kế hơn. Có nhiều kiểu mô hình ghép chéo điện dung được sử dụng từ trước tới nay nhưng cơ bản chúng giống nhau về nguyên lý hoạt động, đó là chúng tạo ra tương tác điện từ với phần dẫn điện của mô hình thông qua một lớp điện môi. Mô hình được sử dụng nhiều nhất để tạo ra ghép chéo điện dung là một chùy kim loại được gắn trên một bề đồ điện môi (thông thường là vật liệu Teflon), đồng thời hai mặt chùy song song với hai vành cộng hưởng của hai hốc không liền kề như mô tả tại Hình 1. Đối với các hệ thống thu phát hiện đại, yêu cầu băng thông rộng và độ triệt tiêu tín hiệu ngoài dải cao, các phần tử ghép chéo điện dung và điện cảm đòi hỏi phải có khả năng cung cấp băng thông ghép lớn dù bị giới hạn về không gian thiết kế. Mô hình ghép chéo điện cảm dễ dàng được

thực hiện với một vít điều chỉnh, vì thế, sáng chế tập trung đề xuất phần tử ghép chéo điện dung có thể thỏa mãn các yêu cầu của vấn đề trên. Bên cạnh đó, mô hình đơn giản với khả năng điều chỉnh giá trị điện dung, dễ chế tạo và lắp ráp cũng là một điểm mạnh của thiết kế này.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế.

Mục đích của sáng chế là đề xuất phần tử dạng cầu kim loại để tạo ra thành phần điện dung trong bộ lọc tần số hốc cộng hưởng, từ đó tạo ra hệ số ghép chéo lớn và điều chỉnh được trong dải rộng giữa hai hốc không liền kề. Điều này ảnh hưởng trực tiếp đến vị trí của các điểm chặn lọc hay còn gọi là khả năng chọn lọc tần số của bộ lọc. Cấu tạo mô hình phần tử đơn giản nhưng vẫn đảm bảo đáp ứng yêu cầu khắt khe của hệ thống, tạo ra lợi thế về chất lượng cũng như giá thành sản phẩm.

Sáng chế tập trung mô tả phần tử điện dung với hệ số ghép chéo lớn và có thể thay đổi giá trị ghép. Băng thông ghép lên đến 500 MHz khi hoạt động độc lập, hoàn toàn có thể thỏa mãn các bộ lọc đòi hỏi hệ số chọn lọc tần số cao.

Cụ thể, để đạt được tham số hoạt động như trên, phần tử điện dung này được cấu tạo bởi các thành phần sau:

Một thanh kim loại nhôm (cầu nhôm) được giữ bởi một tấm vách Teflon, song song với mặt đáy của bộ lọc, đồng thời thanh nhôm nằm vuông góc với hai vành cộng hưởng. Một đầu thanh gắn liền với một đĩa kim loại tròn – song song với thân một vành cộng hưởng, đầu còn lại bắt vít liên kết hoặc hàn cố định với trụ đỡ vành cộng hưởng còn lại. Cầu nhôm này lần lượt tạo với nắp trên, đế dưới và một bên vành cộng hưởng thành ba tụ điện riêng biệt. Để tăng giá trị điện dung ghép chéo giữa hai vành cộng hưởng, ta có thể tăng độ rộng của thanh nhôm, tăng bán kính của đĩa nhôm tròn và giá trị điện môi trong hốc. Tuy nhiên, ba điểm này là không thay đổi được sau khi đã chế tạo dẫn đến một rủi ro đó là giá trị điện dung có thể sai khác so với tính toán mô phỏng gây ra bởi sai số trong gia công chế tạo. Hệ quả là điểm chặn tần số lọc không nằm ở vị trí mong muốn, đặc tuyến hoạt động của bộ lọc không thỏa mãn yêu cầu hệ thống.

Để khắc phục nhược điểm này, phần cơ cấu điều chỉnh là một vít điều chỉnh được thêm vào đúng vị trí chính giữa trên của cầu nhôm. Vít chỉnh được bắt vào nắp trên bộ lọc, xuyên qua vách Teflon và tiệm cận với mặt trên của cầu kim loại khi vít đạt chiều dài tối đa, khi đó giá trị điện dung điều chỉnh được cũng đạt mức lớn nhất. Cấu trúc này hoạt động tương tự như một tụ xoay, khi vít điều chỉnh tiệm cận dần với cầu kim loại nằm ngang,

khoảng cách giữa đáy vít và mặt thanh kim loại nhỏ dần lại, dẫn tới giá trị điện dung tăng tương ứng và ngược lại.

Trong sáng chế này, điểm lợi thế của phần tử được đề xuất là khả năng cung cấp hệ số ghép chéo hay còn là băng thông ghép chéo lớn cho bộ lọc hốc cộng hưởng, cải thiện độ chọn lọc tần số ứng dụng trong các máy thu phát sóng của hệ thống viễn thông và truyền dẫn vô tuyến hiện đại.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1 là hình vẽ mô tả chi tiết của phần tử ghép chéo điện dung dạng chùy truyền thống;

Hình 2 là hình vẽ mô tả chi tiết của phần tử ghép chéo điện dung dạng cầu kim loại;

Hình 3 mô tả băng thông ghép chéo của mô hình phần tử điện dung dạng chùy;

Hình 4 mô tả băng thông ghép chéo của mô hình phần tử điện dung dạng cầu kim loại;

Hình 5 là bảng so sánh băng thông ghép chéo điện dung của hai kiểu phần tử phụ thuộc theo chiều dài vít điều chỉnh;

Hình 6 là hình vẽ mô tả cấu tạo của kênh truyền giữa hai hốc cộng hưởng ghép chéo dưới dạng phần tử rời rạc;

Hình 7 là hình vẽ mô tả bộ lọc không khí sáu hốc cộng hưởng với hai phần tử ghép chéo;

Hình 8 là hình vẽ mô tả mặt cắt của phần tử ghép chéo điện dung dạng cầu kim loại;

Hình 9 thể hiện đặc tuyến kênh truyền của bộ lọc không khí sáu hốc cộng hưởng với hai điểm chặn tín hiệu nằm bên trái băng thông.

Mô tả chi tiết sáng chế

Cấu trúc của phần tử điện dung có khả năng điều chỉnh giá trị dạng cầu kim loại, sử dụng trong bộ lọc không khí hốc cộng hưởng. Cụ thể, Hình 2 mô tả cấu tạo chi tiết mô hình phần tử điện dung. Phần tử dạng cầu kim loại này bao gồm một cầu kim loại 4 với một đầu có gắn đĩa tròn phẳng 5, đầu còn lại được bắt vít 7 liền với trụ 6 của vành cộng hưởng. Toàn bộ cầu kim loại được đặt xuyên qua một tấm vách ngăn bằng vật liệu điện môi 8 (ví dụ như Teflon), sao cho song song với đáy và nắp trên của bộ lọc. Phần tử được bổ sung thêm một vít điều chỉnh 9 gắn tại nắp trên bộ lọc để điều chỉnh lại giá trị điện dung ghép chéo nếu cần. Toàn bộ mặt cắt ngang của cấu trúc được mô tả rõ hơn trong Hình 4.

Quan sát tại Hình 2, đĩa tròn 5 tạo với vành cộng hưởng 1 một tụ điện phẳng, vít 9 tạo với cầu kim loại 4 một tụ điện phẳng, mà ta có thể dễ dàng tính được giá trị điện dung theo công thức:

$$C = \frac{\epsilon\epsilon_0 S}{d} = \frac{\epsilon S}{4\pi k d}$$

Trong đó, d là khoảng cách giữa hai bản tụ (hoặc chiều dày của lớp điện môi, đơn vị là mét); S là diện tích bản tụ và ϵ là hằng số điện môi của lớp cách điện, k là hằng số điện, $k \approx 9 \times 10^9$. Từ công thức trên, ta thấy điện dung của tụ điện không phụ thuộc vào bản chất của hai bản tụ mà nó sẽ phụ thuộc vào hằng số điện môi ϵ , diện tích và khoảng cách của hai bản tụ.

Như vậy, trong ba tham số trên, hằng số điện môi và diện tích bản tụ là hai tham số không thay đổi được sau khi gia công bộ lọc. Điều này dẫn tới hệ quả là giá trị điện dung thực tế có sai khác với giá trị mong muốn do sai số chế tạo gây ra. Để khắc phục hệ quả này, đặt một vít điều chỉnh 9 điều chỉnh được độ dài ngay phía trên cầu kim loại. Khi chiều dài vít điều chỉnh thay đổi, độ dày lớp điện môi giữa đầu vít điều chỉnh và cầu kim loại thay đổi, giá trị điện dung biến thiên theo tỉ lệ thuận với chiều dài vít điều chỉnh. Bộ lọc cao tần thường nhạy cảm với những sai số trong quá trình chế tạo, sản xuất, vì vậy việc bổ sung thành phần bù sai số như vít điều chỉnh 9 là cần thiết để bộ lọc hoạt động theo đúng đặc tuyến mong muốn. Chiều dài vít điều chỉnh sẽ được điều chỉnh trong quá trình tinh chỉnh bộ lọc để đạt được tham số theo yêu cầu.

Đối với những bộ lọc có thể tích lớn, việc sử dụng phần tử điện dung dạng chùy có thể vẫn đáp ứng được băng thông ghép chéo lớn bằng cách tăng bán kính hai đĩa tròn. Tuy nhiên, phần tử điện dung dạng cầu kim loại không những hoạt động tốt trong không gian thiết kế lớn mà còn chiếm ưu thế hơn khi bộ lọc đòi hỏi băng thông ghép chéo lớn trong không gian nhỏ. Hình 3, Hình 4 thể hiện băng thông ghép chéo của phần tử điện dung dạng chùy và dạng cầu kim loại. Hình 5 là biểu đồ so sánh băng thông ghép chéo của hai kiểu phần tử điện dung này với cùng một thể tích hốc cộng hưởng phụ thuộc vào chiều dài vít điều chỉnh.

Trong mô hình phần tử rời rạc tương đương được mô tả tại Hình 6, cầu kim loại 4 lần lượt tạo với vành cộng hưởng 1 và mặt đáy bộ lọc hai tụ điện $C1$ và $C2$, vít điều chỉnh 9 tạo với cầu kim loại một tụ điện $C3$ có điện dung điều chỉnh được. Đầu còn lại của cầu kim loại gắn trực tiếp với vành cộng hưởng 3 được thể hiện như một điện cảm L . Đây là

điểm nổi bật của sáng chế, thay vì dùng hai tụ điện như phân tử dạng chùy truyền thống, thay thế một tụ điện bằng điện cảm L (Hình 6) làm tăng sự lan truyền tín hiệu ghép chéo giữa các vành cộng hưởng không liền kề. Qua đó, cải thiện giá trị điện dung ghép chéo, dẫn tới tăng băng thông chéo chéo giữa các hốc cộng hưởng.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Để tập trung thể hiện vai trò của sáng chế trong thực tế, các tác giả đã thực hiện tính toán, thiết kế và mô phỏng một bộ lọc hốc không khí cộng hưởng với hai điểm chặn tần số nằm ở phía bên trái dải tần hoạt động. Nghĩa là bộ lọc cần được thiết kế với hai phân tử ghép chéo điện dung có khả năng điều chỉnh giá trị. Bộ lọc có thể được sử dụng trong hệ thống thu phát hoạt động ở dải tần N41 (2496 MHz – 2690 MHz), các chỉ tiêu kỹ thuật chính của bộ lọc được liệt kê trong bảng sau:

Bảng 1: chỉ tiêu kỹ thuật chính của bộ lọc không khí

STT	Yêu cầu	Mô tả	Giá trị	Đơn vị
1	Dải tần số	Dải tần số cho băng tần N41 theo chuẩn 3GPP.	2496-2690	MHz
2	Băng thông	Yêu cầu bộ lọc hỗ trợ 194MHz.	194	MHz
3	Số lượng cổng vào ra	Số lượng cổng vào ra sử dụng cho một mô đun.	2	
4	Hệ số suy hao trong băng	Suy hao lớn nhất trong dải tần số.	≤ -1	dB
6	Hệ số suy hao phản xạ	Hệ số phản xạ tín hiệu tại cổng đầu vào và đầu ra (Return Loss).	≥ 16	dB
7	Hệ số suy hao ngoài băng	Khả năng suy hao tín hiệu ở ngoài dải tần số hoạt động (Rejection)		dB

STT	Yêu cầu	Mô tả	Giá trị	Đơn vị
		Tại điểm cách bên sườn trái của băng thông 60MHz.	≥ 60	
		Tại điểm cách bên sườn trái của băng thông 40MHz.	≥ 40	
9	Kích thước	Kích thước tổng thể cho mỗi mô-đun (dài x rộng x cao).	90x45x17	mm

Nhằm đáp ứng được các chỉ tiêu về điện và cơ khí, cấu trúc bộ lọc được thiết kế gồm sáu hốc không khí cộng hưởng với hai điểm chặn tín hiệu ở bên tần số thấp của dải thông: 2436 MHz và 2456MHz.

Hai phần tử điện dung là cầu kim loại lần lượt được đặt giữa các cặp vành cộng hưởng (1) -(3) và (4) -(6) lần lượt với băng thông ghép chéo $CBW_1 = 86$ và $CBW_2 = 142$ MHz. Chi tiết phần tử điện dung được thiết kế với các kích thước như sau:

Bảng 2: kích thước chi tiết của phần tử điện dung dạng cầu kim loại (Hình 8)

STT	Ký hiệu	Mô tả	Giá trị	Đơn vị
1	Ø1	Đường kính đĩa kim loại tròn trên phần tử điện dung	6	mm
2	Ø2	Đường kính cầu kim loại nằm ngang	3,5	mm
3	L1	Khoảng cách từ mặt đĩa tròn tới vành cộng hưởng 1	1,63	mm
4	L2	Độ dày mặt đĩa tròn	1	mm
5	L3	Độ dày vách cách điện Teflon	2,5	mm
6	L4	Độ sâu lỗ vít điều chỉnh trên Teflon	5,7	mm
7	L5	Chiều dài cầu kim loại nằm ngang	11,3	mm
8	L8	Độ cao trụ đỡ vành cộng hưởng	2,5	mm

STT	Ký hiệu	Mô tả	Giá trị	Đơn vị
9	L9	Độ cao của cầu kim loại so với mặt đế bộ lọc	5,5	mm

Tham chiếu Hình 7, hai điểm chặn tín hiệu được tạo ra bởi hai phần tử điện dung ghép chéo dạng cầu kim loại với hai vít điều chỉnh M2 được bắt trên nắp bộ lọc. Toàn bộ bề mặt kim loại của bộ lọc được mạ bạc để tăng khả năng dẫn điện và giảm tổn hao đường truyền. Phần vách điện môi được sử dụng bằng vật liệu Teflon giá thành rẻ và dễ gia công. Sau khi quá trình mô hình hóa và mô phỏng được hoàn tất, bộ lọc không khí sáu hốc cộng hưởng đạt được những tham số như bảng sau:

Bảng 3: các chỉ tiêu kỹ thuật của bộ lọc đạt được sau mô phỏng

STT	Tham số	Giá trị yêu cầu	Giá trị đạt được	Đơn vị
1	Dải tần số	2496-2690	2496-2690	MHz
2	Băng thông	194	194	MHz
3	Số lượng cổng vào ra	2	2	
4	Hệ số suy hao trong băng	≤ -1	0,6	dB
6	Hệ số suy hao phản xạ	≥ 16	17	dB
7	Hệ số suy hao ngoài băng	@60MHz: ≥ 60 @40MHz: ≥ 40	@60MHz: 68 @40MHz: 49	dB
8	Kích thước	90x45x17	84,5x42,5x17	mm

Đặc tuyến của bộ lọc được thể hiện rõ trong Hình 9 là hai đường tham số S11 và S21 với hai điểm chặn tần số nằm bên trái dải thông.

Yêu cầu bảo hộ

1. Phần tử điện dung dạng cầu kim loại trong bộ lọc hốc cộng hưởng, bao gồm:

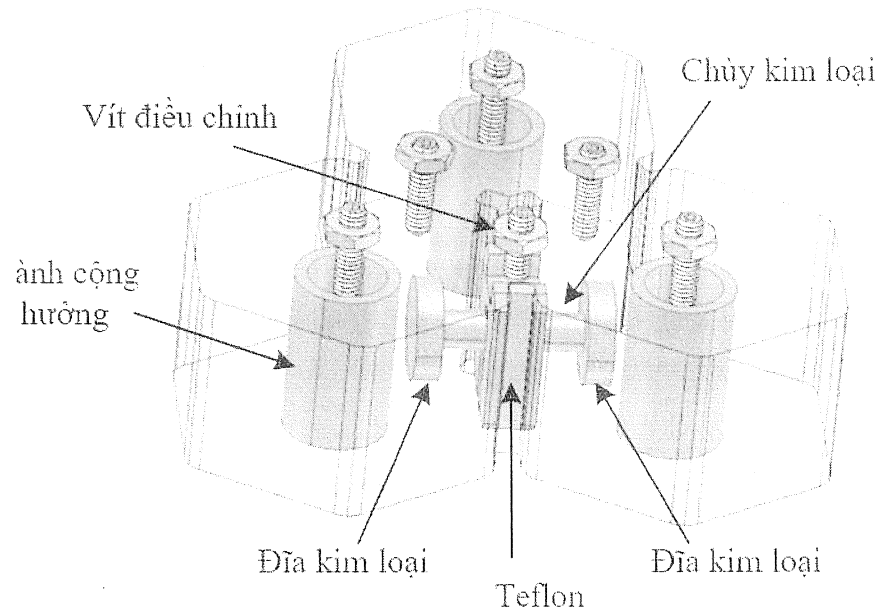
một cầu kim loại (4) với một đầu có gắn đĩa tròn phẳng (5), đầu còn lại được bắt vít (7) liền với trụ (6) của vành cộng hưởng; toàn bộ cầu kim loại được đặt xuyên qua một tấm vách ngăn bằng vật liệu điện môi (8), sao cho song song với đáy và nắp trên của bộ lọc; phần tử được bổ sung thêm một vít điều chỉnh (9) gắn tại nắp trên bộ lọc để điều chỉnh lại giá trị điện dung ghép chéo nếu cần;

đĩa tròn (5) tạo với vành cộng hưởng (1) một tụ điện phẳng, vít điều chỉnh (9) tạo với cầu kim loại (4) một tụ điện phẳng, giá trị điện dung của tụ này có thể điều chỉnh được;

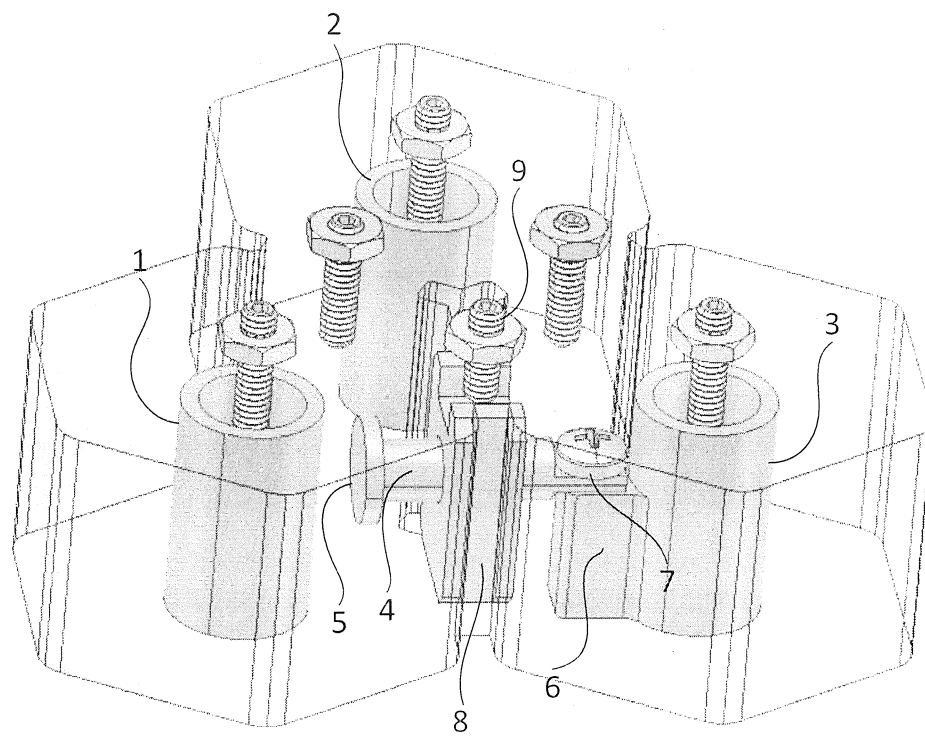
vít điều chỉnh (9) có thể điều chỉnh được độ dài được đặt được ngay phía trên cầu kim loại; khi chiều dài vít điều chỉnh (9) thay đổi, độ dày lớp điện môi giữa đầu vít điều chỉnh (9) và cầu kim loại (4) thay đổi, giá trị điện dung biến thiên theo tỉ lệ thuận với chiều dài vít điều chỉnh (9); chiều dài vít điều chỉnh (9) sẽ được điều chỉnh trong quá trình tinh chỉnh bộ lọc để đạt được tham số theo yêu cầu.

2. Phần tử điện dung dạng cầu kim loại trong bộ lọc hốc cộng hưởng theo điểm 1, trong đó:

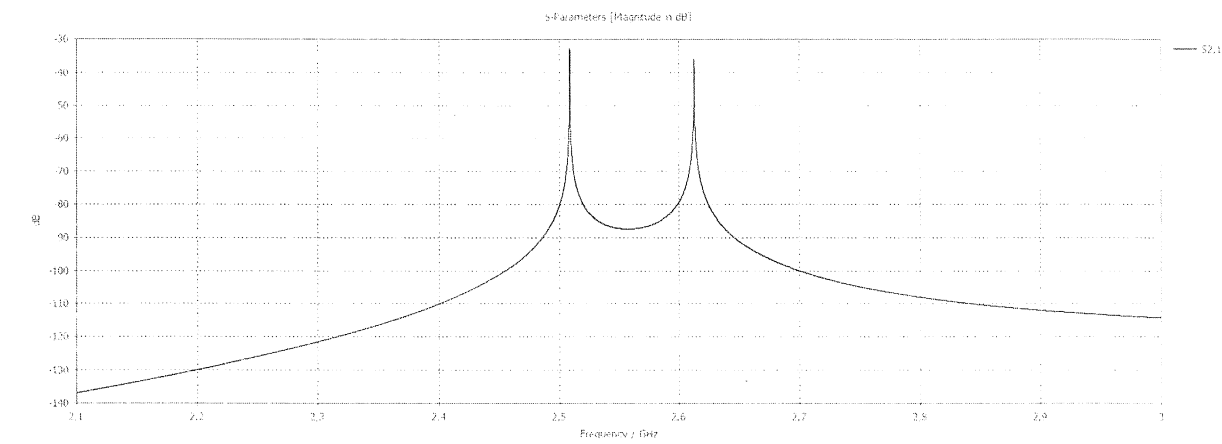
cầu kim loại (4) lần lượt tạo với vành cộng hưởng (1) và mặt đáy bộ lọc hai tụ điện C1 và C2, vít điều chỉnh (9) tạo với cầu kim loại một tụ điện C3 có điện dung điều chỉnh được; đầu còn lại của cầu kim loại gắn trực tiếp với vành cộng hưởng (3) được thể hiện như một điện cảm L; đây là điểm nổi bật của sáng chế, thay vì dùng hai tụ điện như phần tử dạng chùy truyền thống, thay thế một tụ điện bằng điện cảm L làm tăng sự lan truyền tín hiệu ghép chéo giữa các vành cộng hưởng không liền kề; qua đó, cải thiện giá trị điện dung ghép chéo, dẫn tới tăng băng thông chéo chéo giữa các hốc cộng hưởng.



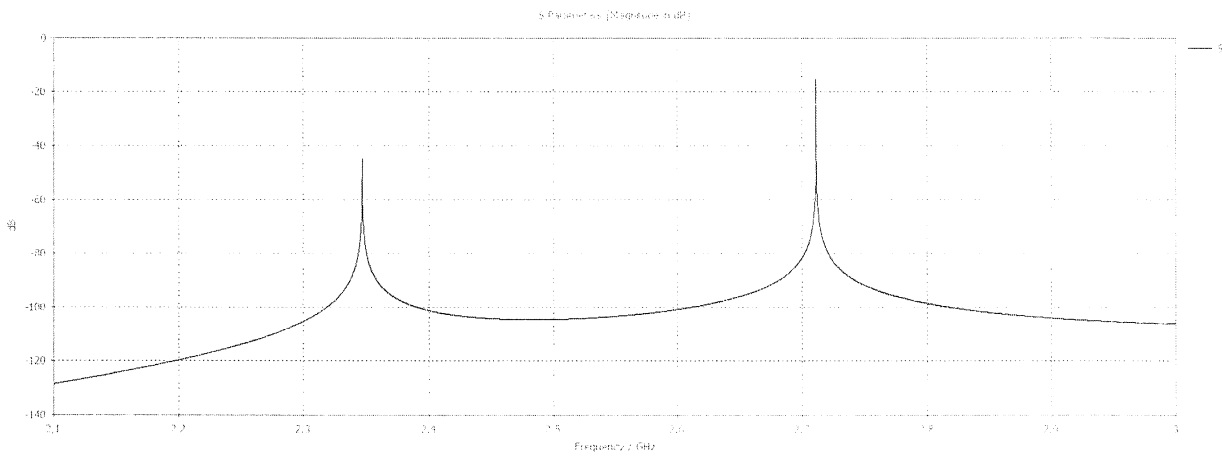
Hình 1



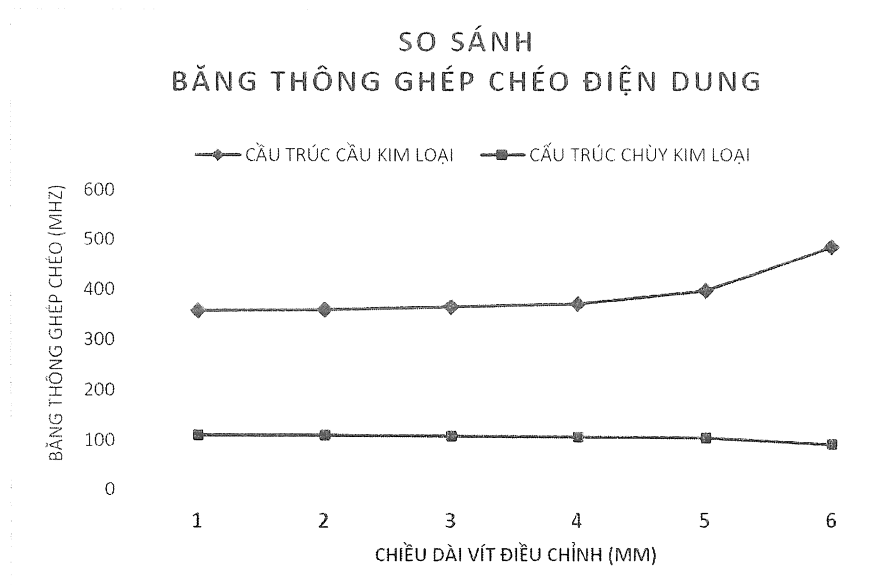
Hình 2



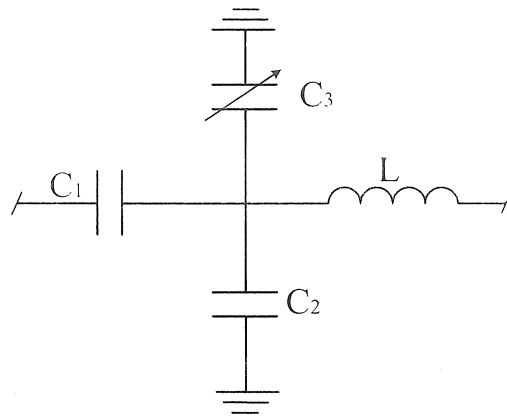
Hình 3



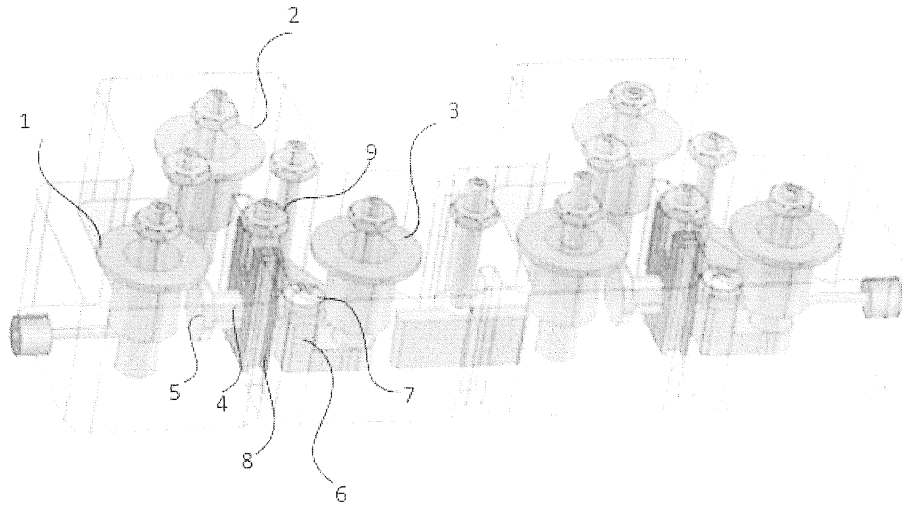
Hình 4



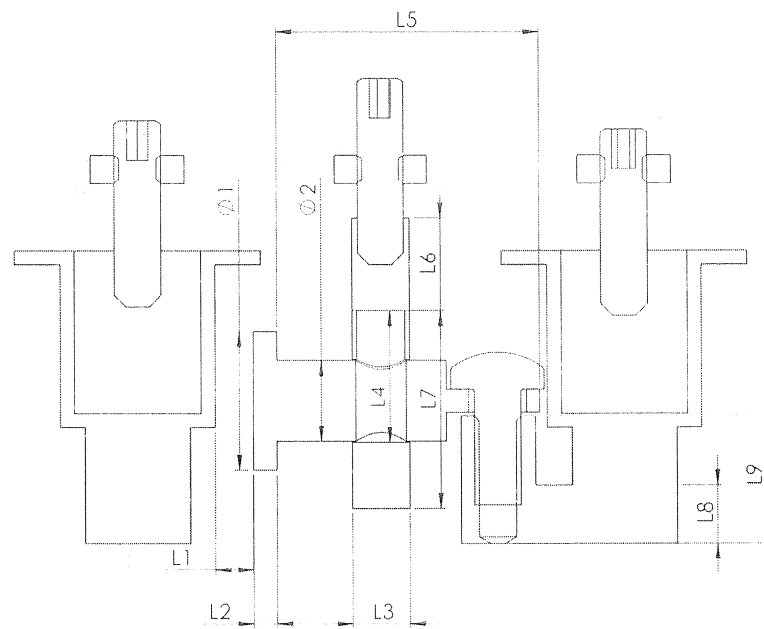
Hình 5



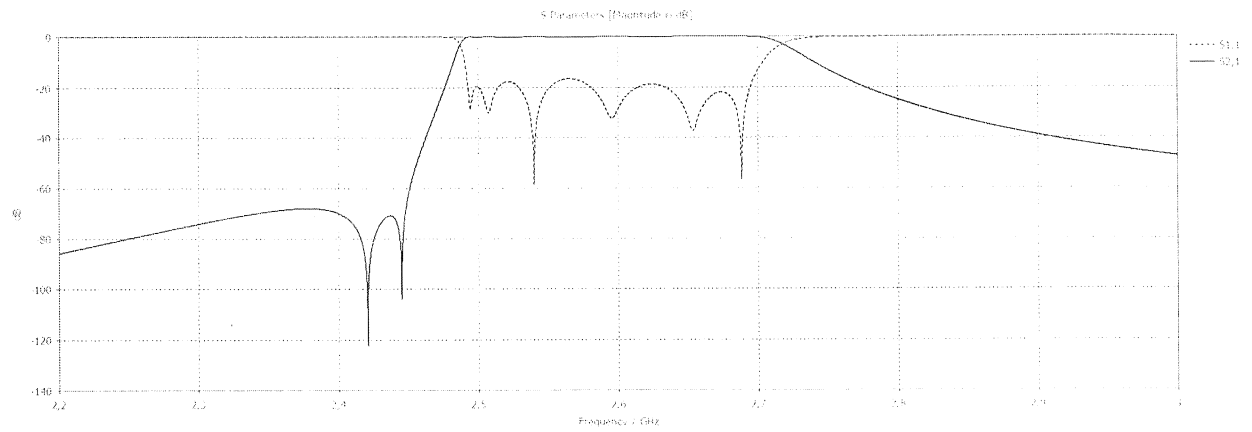
Hình 6



Hình 7



Hình 8



Hình 9