



(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)



1-0031991

(51)⁷ H01P 5/00

(13) B

(21) 1-2018-04862

(22) 30/10/2018

(45) 25/05/2022 410

(43) 25/02/2019 371A

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

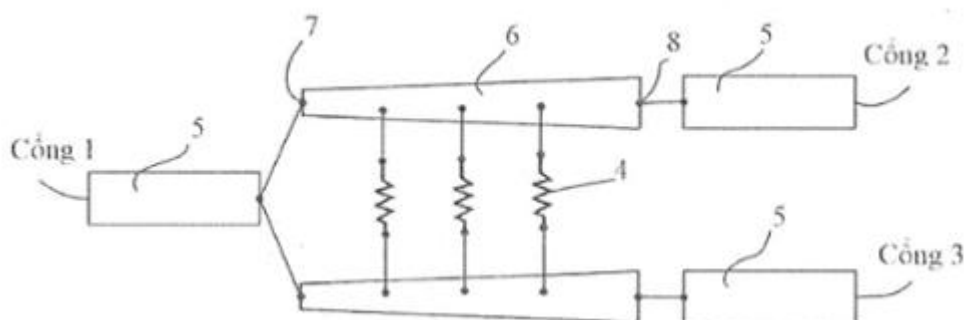
Số 1 đường Trần Hữu Dực, phường Mỹ Đình, quận Nam Từ Liêm, thành phố Hà Nội

(72) Nguyễn Bá Đạt (VN); Nguyễn Hoàng Linh (VN); Nguyễn Thái Bình (VN).

(74) Công ty TNHH Tư vấn Quốc Dân (NACILAW)

(54) BỘ CHIA CÔNG SUẤT BẰNG TẦN RỘNG TRÊN CÔNG NGHỆ MẠCH DÀI TREO

(57) Sáng chế đề cập tới bộ chia công suất băng tần rộng trên công nghệ mạch dài treo. Bộ chia công suất gồm các bộ phận hộp kim loại, tấm nền điện môi, đường mạch và điện trở với đặc trưng là đưa ra một thiết kế bộ chia công suất cụ thể, đáp ứng những yêu cầu kỹ thuật cụ thể như sau: băng tần hoạt động 8-18GHz; trở kháng các cổng 50Ω; hệ số sóng đứng < 1,25 tương ứng với hệ số phản xạ công suất -20dB; hệ số cách ly giữa các cổng < -25dB.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập tới bộ chia công suất băng tần rộng trên công nghệ mạch dải treo. Cụ thể, bộ chia công suất được đề cập trong sáng chế có nhiều đầu ra, hoạt động trên một băng tần rộng, đạt được các chỉ tiêu chất lượng về hệ số sóng đứng (VSWR), hệ số cách ly giữa các đầu ra. Bộ chia công suất trong sáng chế có cấu trúc của bộ chia Wilkinson, thiết kế trên công nghệ đường truyền mạch dải treo được sử dụng làm tiếp điện cho ăng-ten mảng trong máy thông tin quân sự hoạt động ở băng tần siêu rộng.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Bộ chia công suất là một phần tử thụ động, có chức năng cộng/chia công suất trong các hệ thống cao tần. Ứng dụng cho mạch tiếp điện cho ăng-ten mảng, chia và gộp công suất trong bộ khuếch đại (PA).

Bộ chia công suất cơ bản có cấu trúc là một mạng ba cửa, quan hệ giữa các cửa được mô tả bằng ma trận tán xạ:

$$[S] = \begin{bmatrix} S_{11} & S_{12} & S_{13} \\ S_{21} & S_{22} & S_{23} \\ S_{31} & S_{32} & S_{33} \end{bmatrix}$$

S_{11}, S_{22}, S_{33} : hệ số sóng phản xạ trên mỗi cổng, đặc trưng cho việc phối hợp trở kháng giữa các cổng.

$S_{12}, S_{21}, S_{13}, S_{31}$: hệ số truyền sóng giữa cổng vào và các cổng ra, đặc trưng cho việc truyền công suất giữa các cổng vào ra.

S_{23}, S_{32} : hệ số truyền sóng giữa các cổng ra, đặc trưng cho hệ số cách ly công suất giữa các đầu ra.

Theo đó, bộ chia công suất thông thường có các cấu trúc như sau:

- Bộ chia không tổn hao (Lossless T-junction): cấu trúc không tổn hao công suất trên đường truyền, nhưng các cổng đầu ra không được phối hợp trở kháng. Cấu trúc này chỉ có thể dùng làm bộ chia, không thể dùng làm bộ gộp công suất.
- Bộ chia trở tính (Resistive T-junction): cấu trúc có các điện trở nối tiếp nhằm phối hợp trở kháng trên các cổng. Công suất tổn thất nhiều trên các điện trở.
- Bộ chia Wilkinson (Wilkinson divider): cấu trúc sử dụng đường truyền một phần tư bước sóng, và một điện trở nối giữa hai cổng ra để phối hợp trở kháng giữa các cổng. Cấu trúc có ưu điểm là không tổn hao công suất, các cổng đều được phối hợp trở kháng. Tuy nhiên cấu trúc này chỉ hoạt động trong băng tần hẹp, tại một tần số cố định.

Các công nghệ đường truyền sóng trên mạch in (planar transmission line):

- Công nghệ mạch dải (Stripline): cấu trúc đường truyền là một dải mạch dẫn điện nằm bên trong một tấm điện môi, giữa hai mặt đất tham chiếu. Sóng điện từ truyền trong đường truyền mạch dải (Stripline) hoàn toàn ở chế độ TEM, không bị bức xạ ra không gian. Tuy nhiên, đường stripline khó chế tạo, và khó tích hợp cùng các linh kiện khác.
- Công nghệ mạch vi dải (Microstripline): cấu trúc đường truyền là một dải mạch dẫn điện nằm trên tấm nền điện môi, mặt dưới của điện môi là đất tham chiếu. Ưu điểm của mạch vi dải là dễ chế tạo, dễ tích hợp cùng các linh kiện rời rạc khác. Nhược điểm là đường truyền bị tổn thất nhiều do bức xạ sóng điện từ ra môi trường.
- Công nghệ mạch dẫn sóng đồng phẳng, mạch khe (Coplanar waveguide, slot line): cấu trúc chỉ nằm trên một mặt của mạch in, có hệ số phẩm chất thấp, ít được sử dụng làm đường truyền sóng.
- Công nghệ mạch dải treo (Suspended substrate stripline) là cấu trúc biến thể của đường truyền mạch dải (Stripline) gồm một dải mạch dẫn điện nằm trên một tấm nền điện môi, toàn bộ mạch được treo trong không khí bởi một hộp kim loại, tất cả các mặt của hộp đều là đất tham chiếu. Cấu trúc có hệ số phẩm

chất cao, tổn hao ít, dễ chế tạo hơn đường truyền công nghệ mạch dải, và dễ dàng tích hợp với các linh kiện rời rạc.

Để khắc phục được những nhược điểm của bộ chia công suất cơ bản hiện có, nhóm tác giả sáng chế đã đề xuất một bộ chia công suất băng tần rộng trên công nghệ mạch dải treo có cấu tạo dựa trên cấu trúc Wilkinson và sử dụng công nghệ đường truyền mạch dải treo.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề xuất bộ chia công suất hoạt động ở băng tần rộng, bằng cách sử dụng cấu trúc của bộ chia Wilkinson, triển khai trên đường truyền mạch dải treo.

Đặc trưng của sáng chế là đưa ra một thiết kế bộ chia công suất cụ thể, đáp ứng những yêu cầu kỹ thuật cụ thể như sau: băng tần hoạt động 8-18GHz; trở kháng các cổng 50Ω ; hệ số sóng đứng $< 1,25$ tương ứng với hệ số phản xạ công suất -20dB; hệ số cách ly giữa các cổng đầu ra < -25 dB. Hệ số phản xạ công suất lý tưởng là $-\infty$ dB: nghĩa là không có phản xạ công suất, điều này đạt được khi trở kháng được phối hợp một cách tuyệt đối. Yêu cầu hệ số phản xạ công suất nhỏ hơn -20dB nghĩa là trên toàn dải tần số từ 8 – 18GHz, công suất phản xạ phải nhỏ hơn giá trị yêu cầu. Tương tự, hệ số cách ly lý tưởng là $-\infty$ dB, nghĩa là giữa các đầu ra cách ly hoàn toàn về mặt công suất, yêu cầu về hệ số cách ly có nghĩa trên toàn dải tần số hoạt động, tỉ số công suất mà các cổng đầu ra truyền qua nhau nhỏ hơn -25dB.

Để đạt được mục đích của sáng chế thì bộ chia công suất băng tần rộng trên công nghệ mạch dải treo là một cấu kiện điện tử siêu cao tần, ngoài những đặc tính về điện học, cấu tạo kết cấu này bao gồm các bộ phận sau: hộp kim loại 1; tấm nền điện môi 2; đường mạch 3; các điện trở 4. Trong đó:

Hộp kim loại 1 có vật liệu là nhôm, phía trong hộp rỗng, chiều cao của hộp tính từ vị trí mặt của tấm nền điện môi là h_c . Chiều cao của hộp được giữ cố định, các kích thước mặt đáy hộp được thiết kế để đạt được các đặc tính về điện học của bộ chia công suất băng tần rộng.

Tấm nền điện môi 2 là vật liệu cách điện có các thông số như sau: độ dày $S = 0,254\text{mm}$ (10mil), hằng số điện môi tương đối $\epsilon_r = 2,2$, hệ số tổn thất tan $D = 0,0009$. Độ dày của tấm nền là không đổi, kích thước của tấm nền giống hệt kích thước của đáy hộp kim loại để có thể treo bên trong hộp kim loại.

Đường mạch 3: có vật liệu là đồng, có dạng dải mỏng nằm trên tấm nền điện môi, độ rộng đường mạch quyết định trở kháng đặc tính của đường truyền. Độ dày đường mạch không đổi, hình dạng và kích thước của đường mạch được thiết kế để có trở kháng đặc tính tương ứng với từng thành phần trong bộ chia công suất băng tần rộng.

Điện trở 4, đặc trưng là các vị trí hàn điện trở và giá trị của các điện trở.

Để bộ chia công suất đạt được yêu cầu về băng tần rộng, phương pháp phối hợp trở kháng giữa các cổng cần được thiết kế lại thay vì sử dụng đường truyền một phần tư bước sóng như trong cấu trúc của bộ chia Wilkinson.

Sáng chế trình bày các kết cấu vật lý của bộ chia công suất triển khai trên đường truyền mạch dải treo: cấu trúc vật lý của đường truyền mạch dải treo; kích thước đường truyền tương ứng với trở kháng 50 ohm; kích thước đường mạch phối hợp trở kháng băng rộng; kích thước của các đoạn chuyển hướng và ghép nối; số lượng, giá trị và vị trí của các điện trở.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1 là hình vẽ cấu trúc đường truyền mạch dải treo;

Hình 2 là hình vẽ sơ đồ nguyên lý của bộ chia công suất băng tần rộng;

Hình 3 là hình ảnh 3D bộ chia công suất 3dB;

Hình 4 hình chiếu bằng bộ chia công suất 3dB;

Hình 5 là hình vẽ thể hiện kích thước phần hộp;

Hình 6 là hình vẽ kích thước đường mạch;

Hình 7 là hình vẽ kích thước các đoạn chuyển hướng đường mạch;

Hình 8 là hình vẽ vị trí của các điện trở;

Hình 9 là hình vẽ bộ chia công suất chia 16 ghép từ các bộ chia 2;

Hình 10 là hình vẽ kích thước các đoạn ghép nối;

Hình 11 là hình vẽ kết quả mô phỏng bộ chia công suất 3dB;

Hình 12 là hình vẽ kết quả mô phỏng công suất đầu ra;

Hình 13 là hình vẽ kết quả mô phỏng bộ chia 16.

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 đính kèm.

Tham chiếu vào hình 2, trên phương diện về đặc tính điện học, bộ chia công suất trong sáng chế này có cấu trúc bao gồm: đường truyền có trở kháng đặc tính 50Ω 5; đường phối hợp trở kháng trong băng tần rộng 6 phối hợp trở kháng từ đường truyền có trở kháng đặc tính 100Ω 7 đến đường truyền có trở kháng đặc tính 50Ω 8; các điện trở 4 nối giữa hai đường phối hợp trở kháng trong băng tần rộng.

Tham chiếu vào hình 1 và hình 3, bộ chia công suất băng tần rộng trên công nghệ mạch dải treo là một cấu kiện điện tử siêu cao tần, ngoài những đặc tính về điện học, kết cấu này bao gồm các bộ phận sau: hộp kim loại 1; tấm nền điện môi 2; đường mạch 3; các điện trở 4. Trong đó:

Hộp kim loại 1: có vật liệu là nhôm, phía trong hộp rỗng, chiều cao của hộp kim loại tính từ vị trí mặt của tấm nền điện môi là h_c . Chiều cao của hộp được giữ cố định, các kích thước mặt đáy hộp được thiết kế để đạt được các đặc tính về điện học của bộ chia công suất băng tần rộng.

Sóng điện từ truyền trong đường truyền mạch dải treo theo chế độ gần điện từ ngang (quasi-TEM), tuy nhiên ở tần số cao sóng điện từ có thể truyền theo các chế độ không mong muốn là điện ngang (TE) hoặc từ ngang (TM). Vì vậy, kích thước hộp kim loại cần được thiết kế để có tần số cắt của chế độ điện ngang (TE) và từ ngang (TM) lớn hơn băng tần hoạt động của bộ chia công suất. Tần số cắt của đường truyền mạch dải treo

chính bằng tần số cắt của ống dẫn sóng hình chữ nhật có kích thước bằng với kích thước hộp kim loại.

$$f_c = \frac{1}{2a\sqrt{\mu\epsilon}}$$

Với f_c là tần số cắt của đường truyền mạch dải treo (Hz), a là độ rộng của hộp kim loại (m), μ và ϵ lần lượt là hằng số từ thẩm và hằng số điện thẩm chân không. Bộ chia công suất trong sáng chế hoạt động đến tần số 18 GHz, vì vậy tần số cắt f_c phải lớn hơn 18 GHz, từ đó tính được độ rộng của hộp kim loại phải nhỏ hơn 8,3mm. Đồng thời, kích thước hộp kim loại phải đảm bảo đủ rộng để thiết kế các đường mạch.

Tham chiếu vào hình 1 và hình 5, chiều cao của hộp tính từ tấm nền $h_c = 1\text{mm}$. Giá trị của các kích thước mặt đáy của hộp kim loại lần lượt như sau: kích thước chiều rộng của hộp tại các cổng đầu vào, đầu ra, và tại đường truyền trở kháng đặc tính 50Ω $wb = 5\text{mm}$, kích thước chiều rộng của hộp tại cuối đường phối hợp trở kháng $wm = 8\text{mm}$, chiều dài của phần hộp tương ứng với đường phối hợp trở kháng $l = 15,9\text{mm}$, khoảng cách giữa hai cạnh trong của hộp tại vị trí hai cổng đầu ra $d = 11\text{mm}$, kích thước đoạn vát chéo 45 độ của hộp tại vị trí chuyển hướng $B = 5,54\text{mm}$.

Tấm nền điện môi 2: vật liệu cách điện có các thông số như sau: độ dày $S = 0,254\text{mm}$ (10mil), hằng số điện môi tương đối $\epsilon_r = 2,2$, hệ số tổn thất tan $D = 0,0009$. Độ dày của tấm nền là không đổi, kích thước của tấm nền giống hệt kích thước mặt đáy của hộp kim loại.

Đường mạch 3: có vật liệu là đồng, có dạng dải mỏng nằm trên tấm nền điện môi, độ rộng đường mạch quyết định trở kháng đặc tính của đường truyền. Độ dày đường mạch không đổi, hình dạng và kích thước của đường mạch được thiết kế để có trở kháng đặc tính tương ứng với từng thành phần trong bộ chia công suất băng tần rộng.

Trở kháng đặc tính của đường truyền mạch dải treo phụ thuộc vào những yếu tố sau: hằng số điện môi của tấm nền, độ dày của tấm nền điện môi, chiều cao của hộp kim loại, độ rộng của đường mạch. Trong sáng chế này, các thông số về hằng số điện môi, độ

dày tấm nền, chiều cao của hộp được giữ cố định, trở kháng đặc tính của đường truyền chỉ thay đổi phụ thuộc vào độ rộng đường mạch.

Tham chiếu vào hình 6, dựa trên cấu trúc đường truyền trong sáng chế, kích thước độ rộng của đường mạch tương ứng với đường truyền có trở kháng đặc tính 50Ω là $w0 = 2,83\text{mm}$. Đường mạch phối hợp trở kháng trong băng tần rộng là một đường có trở kháng biến đổi liên tục theo chiều dài, đường phối hợp trở kháng được tính toán trong chế độ chẵn (even mode) của bộ chia công suất theo tài liệu tham khảo thiết kế sóng cực ngắn - David M. Pozar, *Microwave engineering*, 4th edition, John Wiley & Sons, Hoboken, 2012. Đường phối hợp trở kháng được tính toán để thỏa mãn yêu cầu về hệ số phản xạ công suất dưới -20dB trên toàn dải tần số hoạt động từ 8GHz đến 18 GHz.

Trong sáng chế này, đường phối hợp trở kháng có chiều dài là l phối hợp trở kháng từ vị trí có trở kháng đặc tính 100Ω tới vị trí có trở kháng đặc tính 50Ω tại đầu ra. Do quan hệ giữa trở kháng đặc tính với kích thước đường mạch là phi tuyến tính, nên trong sáng chế tác giả chia đường phối hợp trở kháng thành ba đoạn phối hợp trở kháng có chiều dài lc . Chiều dài của đường phối hợp trở kháng bằng một phần hai bước sóng tại tần số thấp nhất trong băng tần.

Trong sáng chế này, bộ chia công suất được thiết kế trong dải tần 8-18GHz, bước sóng tại tần số 8GHz được xác định bằng phương pháp mô phỏng, có giá trị là 31,8mm, nên chiều dài đường phối hợp trở kháng là $l = 15,9\text{mm}$, chiều dài mỗi đoạn phối hợp trở kháng $lc = 5,3\text{mm}$. Trở kháng của mỗi đoạn được nhóm tác giả tính toán theo lý thuyết trong tài liệu tham khảo thiết kế sóng cực ngắn - David M. Pozar, *Microwave engineering*, 4th edition, John Wiley & Sons, Hoboken, 2012, sau đó tiến hành mô phỏng để tìm ra giá trị tối ưu nhằm đạt được yêu cầu về hệ số phản xạ công suất trên toàn dải tần số hoạt động. Đoạn phối hợp trở kháng thứ nhất có trở kháng đặc tính tại hai đầu là 100Ω và 79Ω , tương ứng với kích thước độ rộng của đường mạch lần lượt là $w1 = 0,9\text{mm}$ và $w2 = 1,42\text{mm}$. Đoạn thứ hai có trở kháng đặc tính tại hai đầu là 79Ω và 63Ω , kích thước độ rộng đầu cuối đoạn phối hợp trở kháng là $w3 = 2,1\text{mm}$. Đoạn thứ ba có trở kháng đặc tính tại hai đầu là 63Ω và 50Ω tương ứng với kích thước độ rộng của đường mạch $w3$ và $w0$.

Cấu trúc các đoạn chuyển hướng đường truyền (mitred bend): Tại các đoạn chuyển hướng, hình dạng đường mạch thay đổi đột ngột tạo ra hiệu ứng làm thay đổi trở kháng đặc tính của đường truyền. Đoạn chuyển hướng được thiết kế bằng cách cắt vát chéo góc 45 độ đường mạch, kích thước của cạnh vát chéo được tính toán bằng phương pháp mô phỏng. Trong sáng chế này, phần chuyển hướng có cấu trúc như trong Hình 7, với các thông số: $A1 = 4,03\text{mm}$, $A2 = 4,21\text{mm}$, $D = 16\text{mm}$.

Trong đó: $A1$ và $A2$ lần lượt là các kích thước của các cạnh vát chéo 45 độ của đường mạch; D là khoảng cách giữa hai đường mạch tương ứng với hai cổng đầu ra.

Điện trở 4: Có kích thước giống nhau, nhưng giá trị các điện trở tại mỗi vị trí là khác nhau.

Số lượng điện trở, vị trí hàn, và giá trị của mỗi điện trở được tính toán để đáp ứng yêu cầu về hệ số cách ly công suất giữa các cổng đầu ra là nhỏ hơn -25dB trên toàn dải tần số hoạt động từ 8GHz đến 18GHz.

Theo phương pháp của sáng chế, giá trị các điện trở được xác định trong chế độ lẻ (odd mode) của bộ chia công suất theo lý thuyết trong tài liệu tham khảo Thiết kế sóng cực ngắn - David M. Pozar, *Microwave engineering*, 4th edition, John Wiley & Sons, Hoboken, 2012. Số lượng điện trở sử dụng phụ thuộc vào băng thông của bộ chia, được xác định theo tần số làm việc cao nhất (f_2) và tần số làm việc thấp nhất (f_1). Số điện trở cần thiết được xác định như sau: $N \geq \frac{f_2}{f_1}$, với băng tần từ 8 – 18 GHz, số điện trở sử dụng là 3.

Tham chiếu vào hình 8, có thể thấy vị của các điện trở, vị trí các điện trở này được xác định theo bước sóng tại tần số trung tâm $f_c = \frac{f_1+f_2}{2}$, khoảng cách giữa các vị trí hàn điện trở $lr = \frac{\lambda_c}{4}$ với λ_c là bước sóng tại tần số f_c . Trong sáng chế này, khoảng cách giữa các vị trí hàn điện trở được thiết kế $lr = 4,5\text{mm}$. Giá trị của các điện trở được tính bằng cách sử dụng đồ thị Smith theo lý thuyết trong tài liệu tham khảo thiết kế sóng cực ngắn -

David M. Pozar, *Microwave engineering*, 4th edition, John Wiley & Sons, Hoboken, 2012 xét tại tần số trung tâm f_c của băng tần, sao cho trở kháng trong chế độ lẻ tại các điểm đặt điện trở bằng 50Ω . Trong sáng chế này, tác giả lựa chọn giá trị điện trở có giá trị lần lượt là giá trị điện trở thứ nhất $R1 = 100\Omega$, giá trị điện trở thứ hai $R2 = 150\Omega$, giá trị điện trở thứ ba $R3 = 250\Omega$. Ở tần số cao, điện trở không còn thuần trở, do sự tồn tại của điện cảm ký sinh trên điện trở, do vậy cần lựa chọn loại điện trở có chất lượng cao, đã được kiểm nghiệm tại tần số cao. Điện trở sử dụng trong sáng chế là loại điện trở hàn bề mặt, kích thước 0402 tương ứng với $1\text{mm} \times 0,5\text{mm}$, có tần số làm việc trên 20GHz, đảm bảo giữa tỉ số R/Z (điện trở trên tổng trở) lớn hơn 0,9 trên toàn dải tần số.

Theo một khía cạnh khác của sáng chế, từ bộ chia công suất cơ bản hai đầu ra, ta có thể ghép tầng nhiều bộ chia hai đầu ra để tạo ra các bộ chia công suất có số đầu ra là lũy thừa của 2 như 4, 8, 16 đầu ra. Do trở kháng đặc tính tại mỗi cổng đều bằng 50Ω , nên các cổng được ghép với nhau bằng đường truyền mạch dải treo có trở kháng đặc tính 50Ω như Hình 9. Để có thể ghép tầng các bộ chia, các đường ghép nối cần được thiết kế chuyển hướng góc 90 độ. Hình 10 mô tả chi tiết đoạn chuyển hướng, trong đó các kích thước cạnh cắt vát 45 độ của hộp kim loại tại vị trí chuyển hướng đường truyền: $B = 5,54\text{mm}$, kích thước cạnh vát chéo 45 độ của đường mạch tại các vị trí chuyển hướng khác $A2 = 4,21\text{mm}$, độ rộng của đường mạch tương ứng với đường truyền có trở kháng đặc tính 50Ω $w0 = 2,83\text{mm}$, độ rộng của hộp kim loại tại các cổng và các đường truyền có trở kháng đặc tính 50Ω $wb = 5\text{mm}$.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Để chứng minh bộ chia công suất trong sáng chế đảm bảo những yêu cầu kỹ thuật là dải tần số hoạt động 8GHz đến 18GHz, hệ số phản xạ công suất nhỏ hơn -20dB và hệ số cách ly công suất giữa các đầu ra nhỏ hơn -25dB. Nhóm tác giả đưa ra kết quả mô phỏng về ma trận tán xạ của bộ chia công suất trình bày trong sáng chế này.

Tham chiếu vào hình 11 là kết quả mô phỏng bộ chia công suất chia 2. Công suất đầu ra được biểu diễn bởi đường S12, thể hiện tỉ số giữa công suất đầu ra với công suất đầu vào. Giá trị -3dB có ý nghĩa là công suất đầu ra bằng một nửa công suất đầu vào

$(10\log(\frac{1}{2}))$. Đường S11 đặc trưng cho hệ số phản xạ công suất tại đầu vào, trong toàn dải từ 8-18 GHz S11 đạt yêu cầu nhỏ hơn -20dB. Đường S23 đặc trưng cho hệ số cách ly giữa hai đầu ra, kết quả cho thấy S23 nhỏ hơn -25dB trong cả băng tần thiết kế. Hình 12 là kết quả mô phỏng công suất tại đầu ra, hiệu suất của bộ chia công suất đạt được là 97,5%.

Cấu trúc của bộ chia công suất 16 đầu ra được mô tả trong Hình 9, kết quả mô phỏng được thể hiện trên Hình 13. Khi ghép tăng nhiều bộ chia công suất, hệ số sóng phản xạ tại đầu ra tăng lên, nhưng kết quả S11 nhỏ hơn -15dB trên toàn băng thông vẫn là kết quả tốt. Hệ số cách ly giữa các đầu ra nhỏ hơn -20dB trên toàn băng thông. Hiệu suất của bộ chia 16 là 90%.

Sáng chế được mô tả chi tiết bằng cách sử dụng các phương án được mô tả ở trên. Tuy nhiên, rõ ràng là đối với người hiểu biết trung bình trong lĩnh vực sáng chế không bị giới hạn ở phương án được mô tả trong phần mô tả sáng chế. Sáng chế có thể được thực hiện ở chế độ cải biến hoặc thay đổi mà không nằm ngoài phạm vi sáng chế được xác định bởi các điểm yêu cầu bảo hộ. Vì vậy những gì được mô tả trong phần mô tả sáng chế chỉ nhằm mục đích minh họa, và sẽ không áp đặt bất kỳ giới hạn nào đối với sáng chế.

Yêu cầu bảo hộ

1. Bộ chia công suất băng tần rộng trên công nghệ mạch dải treo là một cấu kiện siêu cao tần bao gồm các bộ phận:

hộp kim loại có vật liệu là nhôm, phía trong hộp rỗng, chiều cao của hộp kim loại tính từ vị trí mặt của tấm nền điện môi; chiều cao của hộp kim loại tính từ tấm nền là 1mm; các kích thước mặt đáy của hộp kim loại: chiều rộng của hộp kim loại tại các cổng đầu vào, đầu ra, và tại đường truyền trở kháng đặc tính 50Ω là 5mm, kích thước chiều rộng của hộp tại cuối đường phối hợp trở kháng là 8mm, chiều dài của phần hộp tương ứng với đường phối hợp trở kháng là 15,9mm, khoảng cách giữa hai cạnh trong của hộp tại vị trí hai cổng đầu ra là 11mm, kích thước đoạn vát chéo 45 độ của hộp tại vị trí chuyển hướng là 5,54mm;

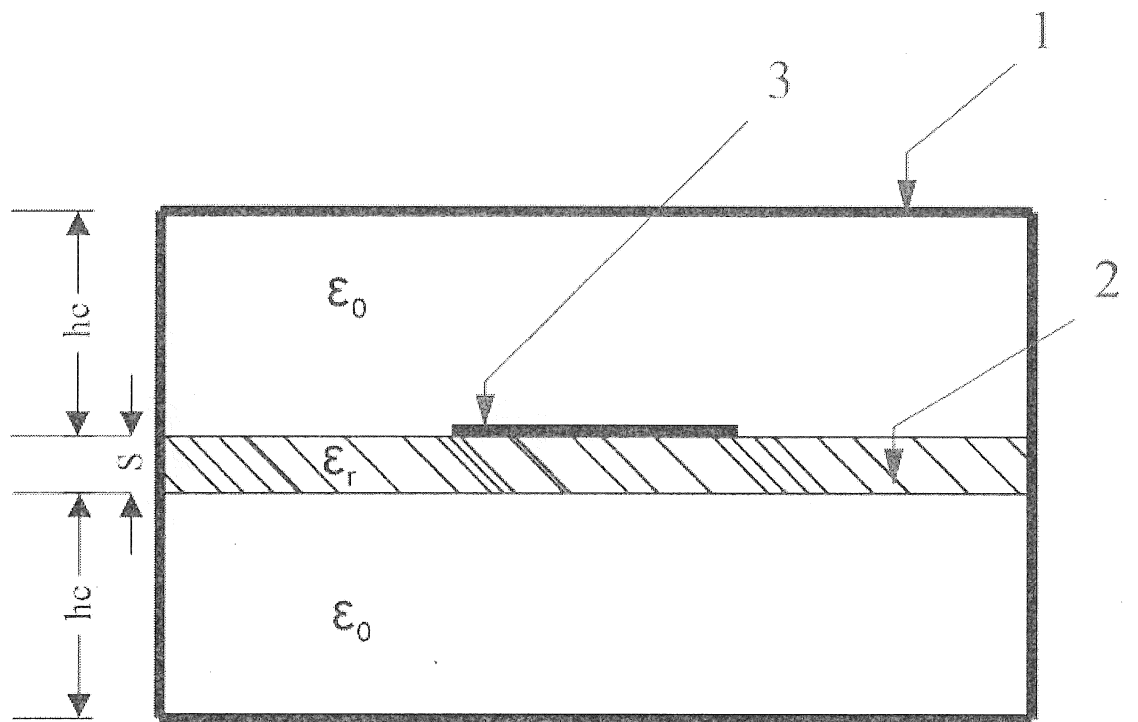
tấm nền điện môi là vật liệu cách điện với độ dày là 0,254mm (10mil), hằng số điện môi tương đối là 2,2, hệ số tổn thất tan là 0,0009; độ dày của tấm nền là không đổi;

đường mạch có vật liệu là đồng, có dạng dải mỏng nằm trên tấm nền điện môi, độ rộng đường mạch quyết định trở kháng đặc tính của đường truyền, trong đó, kích thước đường phối hợp trở kháng được xác định là 15,9mm, chiều dài mỗi đoạn phối hợp trở kháng là 5,3mm, độ rộng của đường mạch tương ứng với đường truyền có trở kháng đặc tính 100Ω , 79Ω , 63Ω , 50Ω lần lượt là 0,9mm, 1,42mm, 2,1mm, 2,83mm; kích thước của các cạnh vát chéo 45 độ của đường mạch lần lượt là 4,03mm, 4,21mm, khoảng cách giữa hai đường mạch tương ứng với hai cổng đầu ra là 16mm;

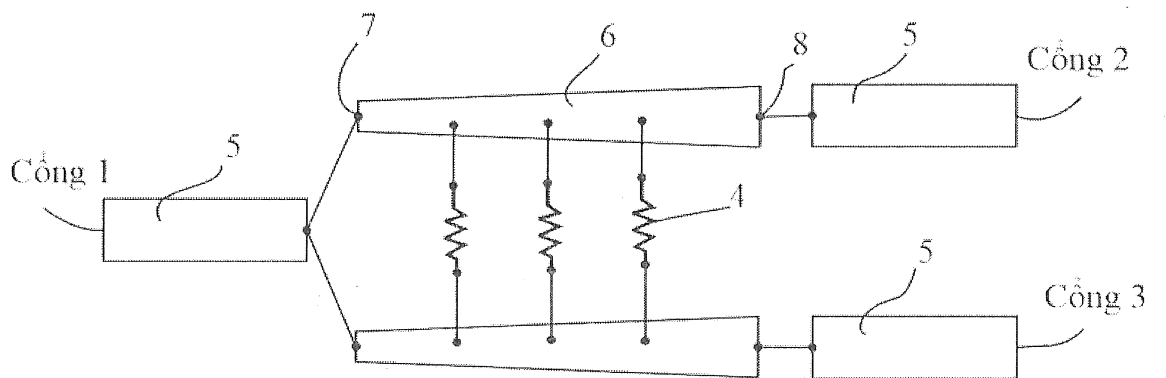
điện trở có kích thước giống nhau, nhưng giá trị các điện trở tại mỗi vị trí là khác nhau.

2. Bộ chia công suất băng tần rộng trên công nghệ mạch dải treo theo điểm 1, trong đó bộ chia công suất đáp ứng những yêu cầu kỹ thuật: băng tần hoạt động 8-18GHz; trở kháng các cổng 50Ω ; hệ số sóng đứng $< 1,25$ tương ứng với hệ số phản xạ công suất -20dB; hệ số cách ly giữa các cổng < -25 dB.

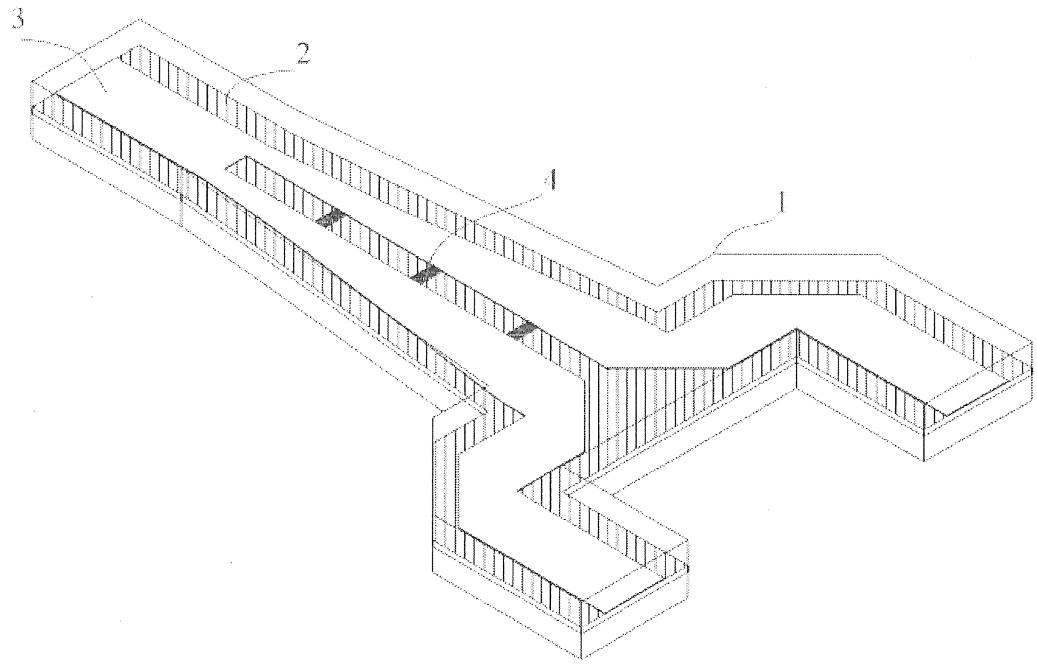
3. Bộ chia công suất băng tần rộng trên công nghệ mạch dải treo theo một trong các điểm từ điểm 1 đến điểm 2, trong đó kích thước của tấm nền điện môi giống hệt kích thước của đáy hộp kim loại.
4. Bộ chia công suất băng tần rộng trên công nghệ mạch dải treo theo một trong các điểm từ điểm 1 đến điểm 3, trong đó số điện trở cần thiết được sử dụng là 3; khoảng cách giữa các vị trí hàn điện trở được thiết kế là 4,5mm; giá trị điện trở lần lượt là 100Ω , 150Ω , 250Ω .
5. Bộ chia công suất băng tần rộng trên công nghệ mạch dải treo theo một trong các điểm từ điểm 1 đến điểm 4 còn khác biệt ở chỗ từ bộ chia công suất cơ bản hai đầu ra, ta có thể ghép tầng nhiều bộ chia hai đầu ra để tạo ra các bộ chia công suất có số đầu ra là lũy thừa của 2 như 4, 8, 16 đầu ra.



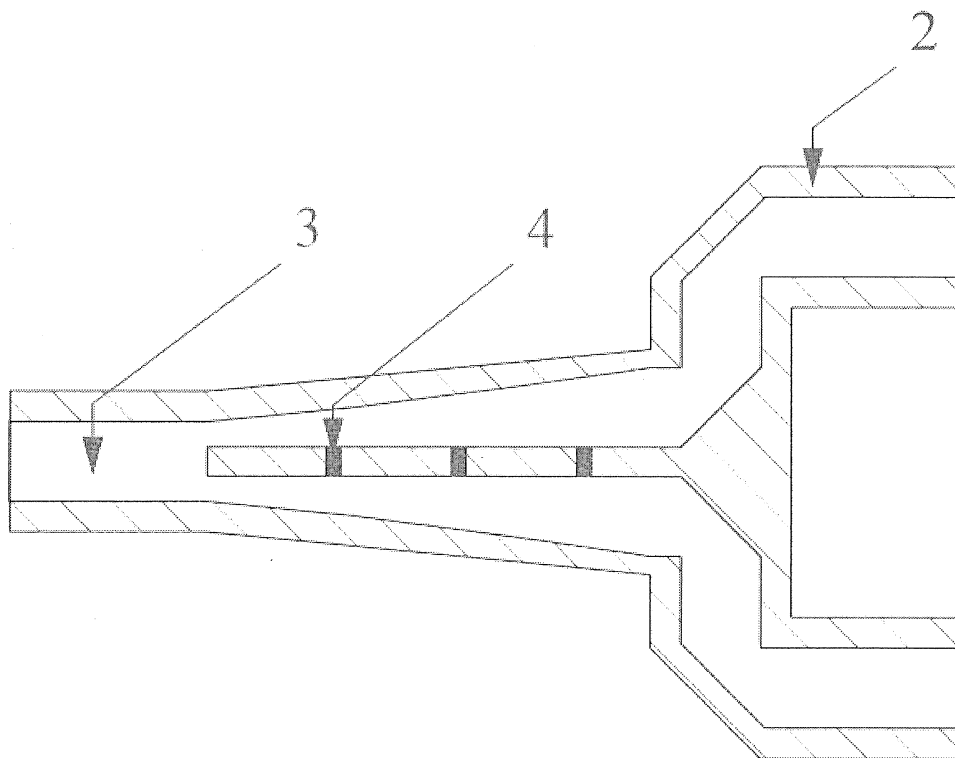
Hình 1



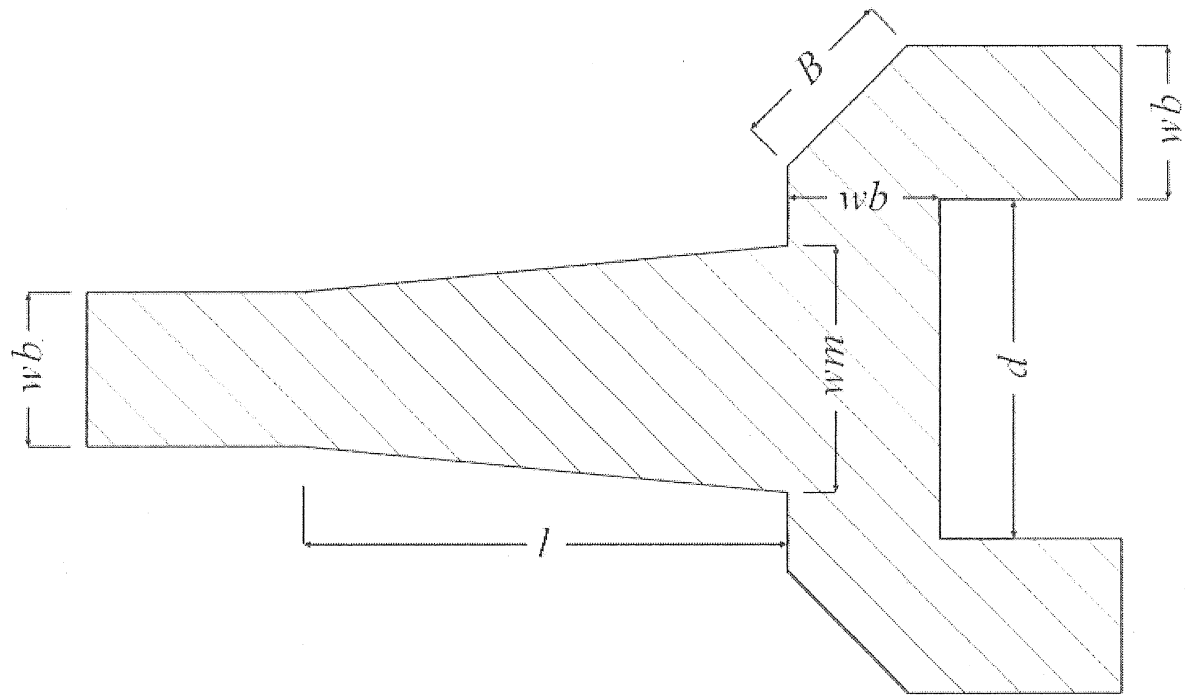
Hình 2



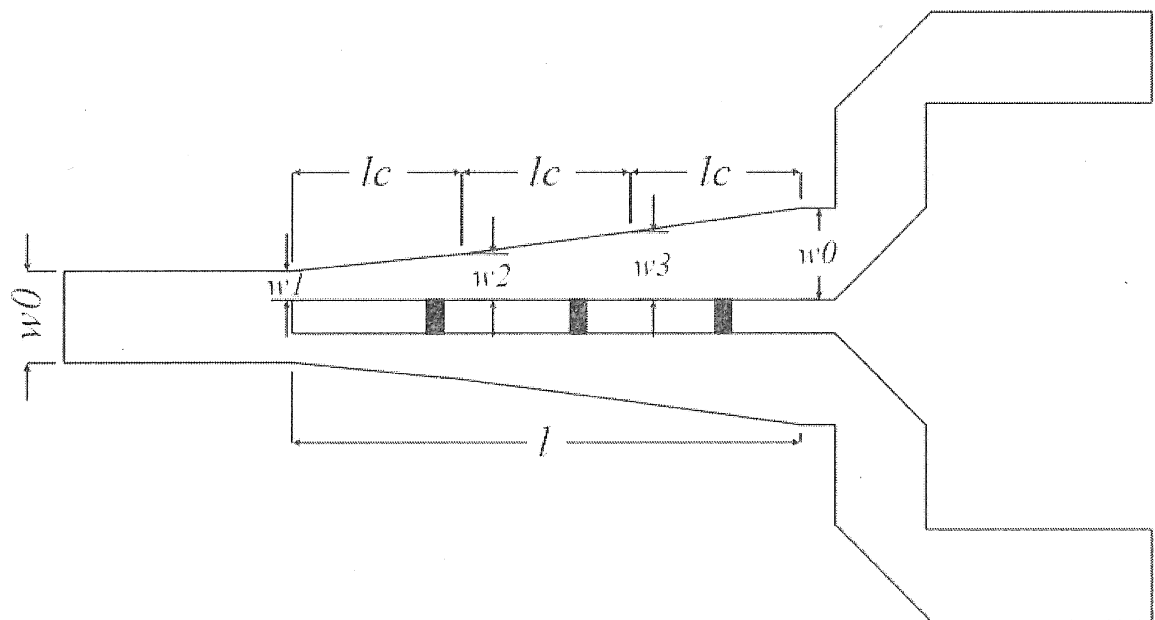
Hình 3



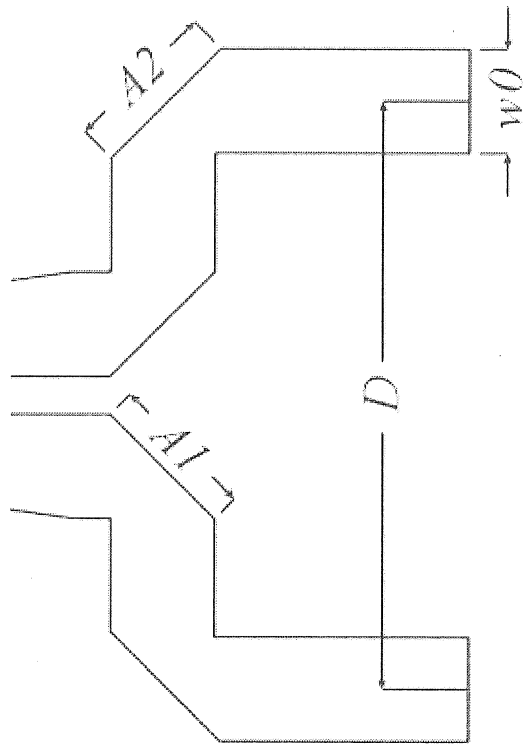
Hình 4



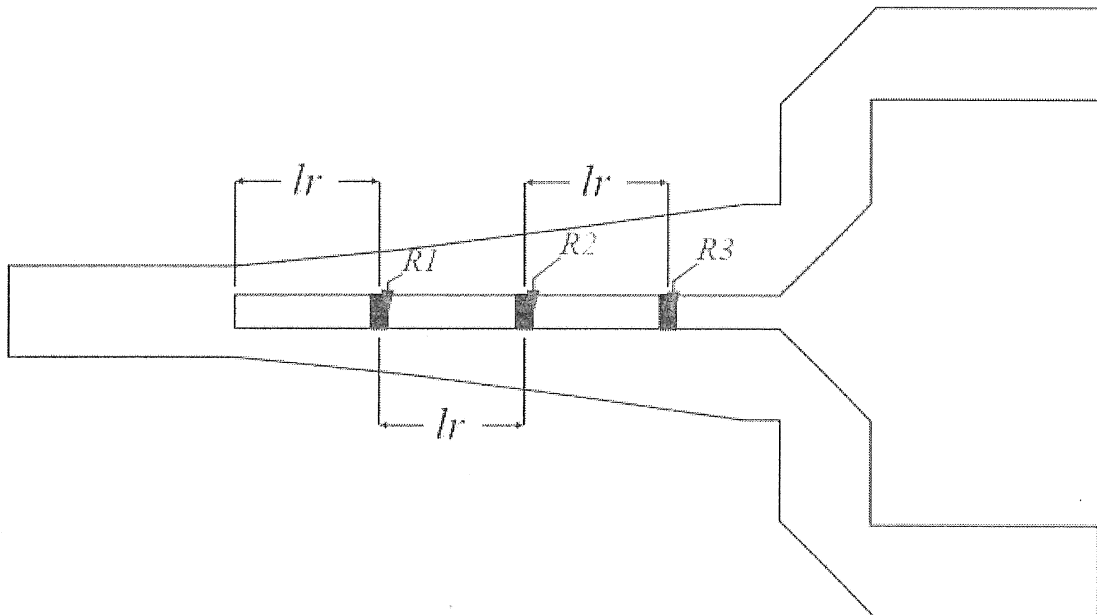
Hình 5



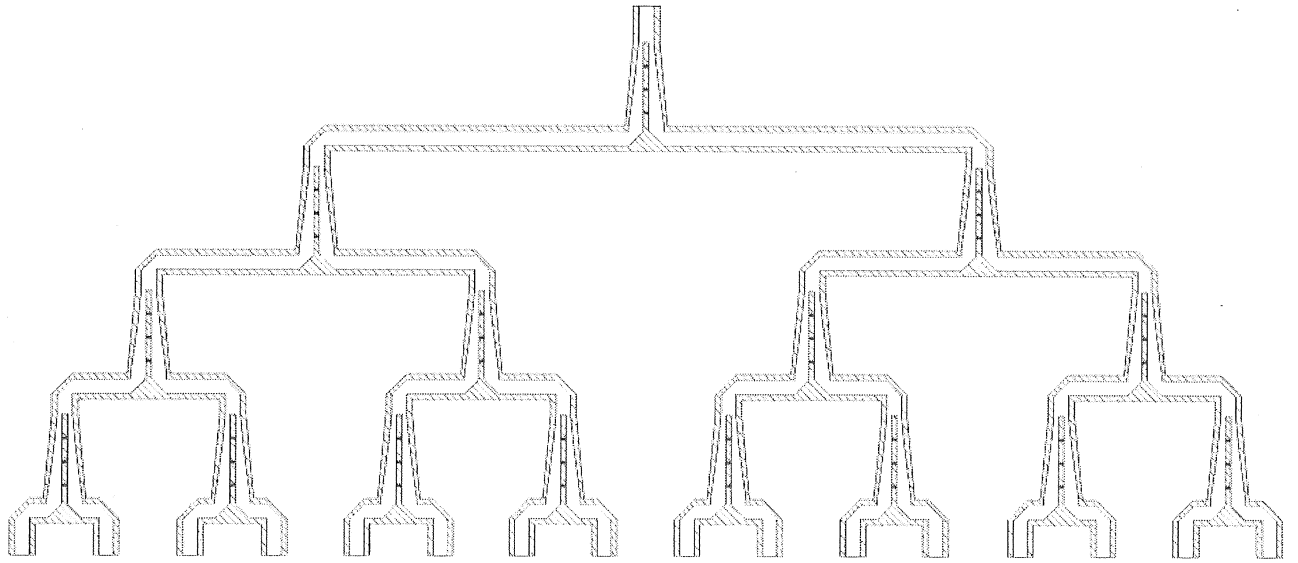
Hình 6



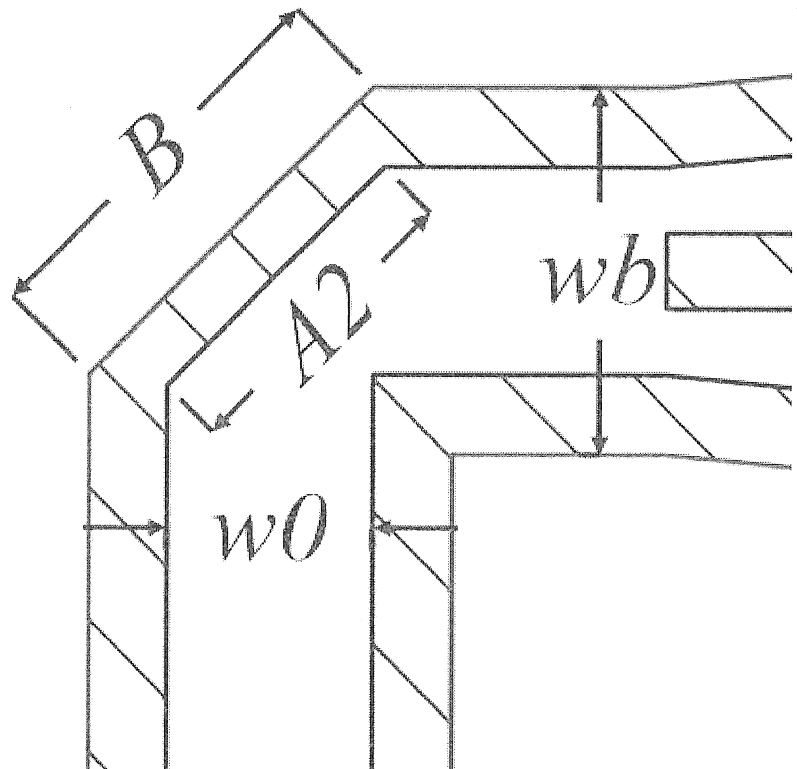
Hình 7



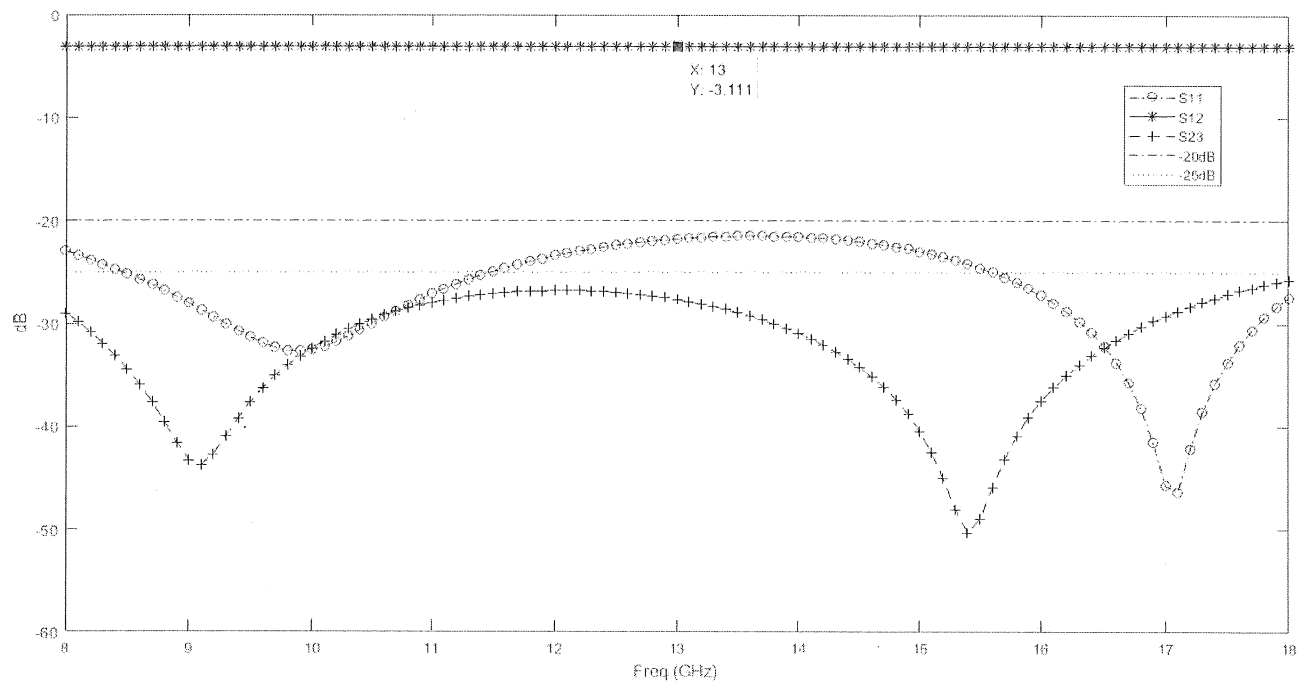
Hình 8



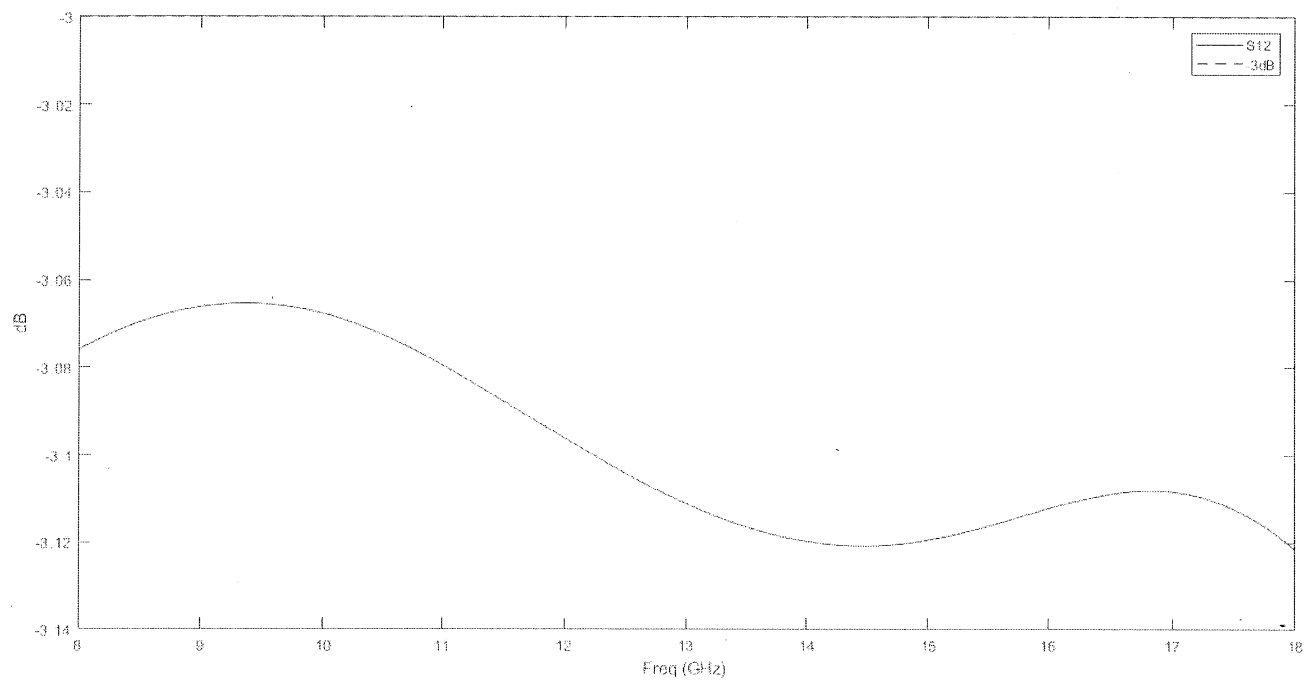
Hình 9



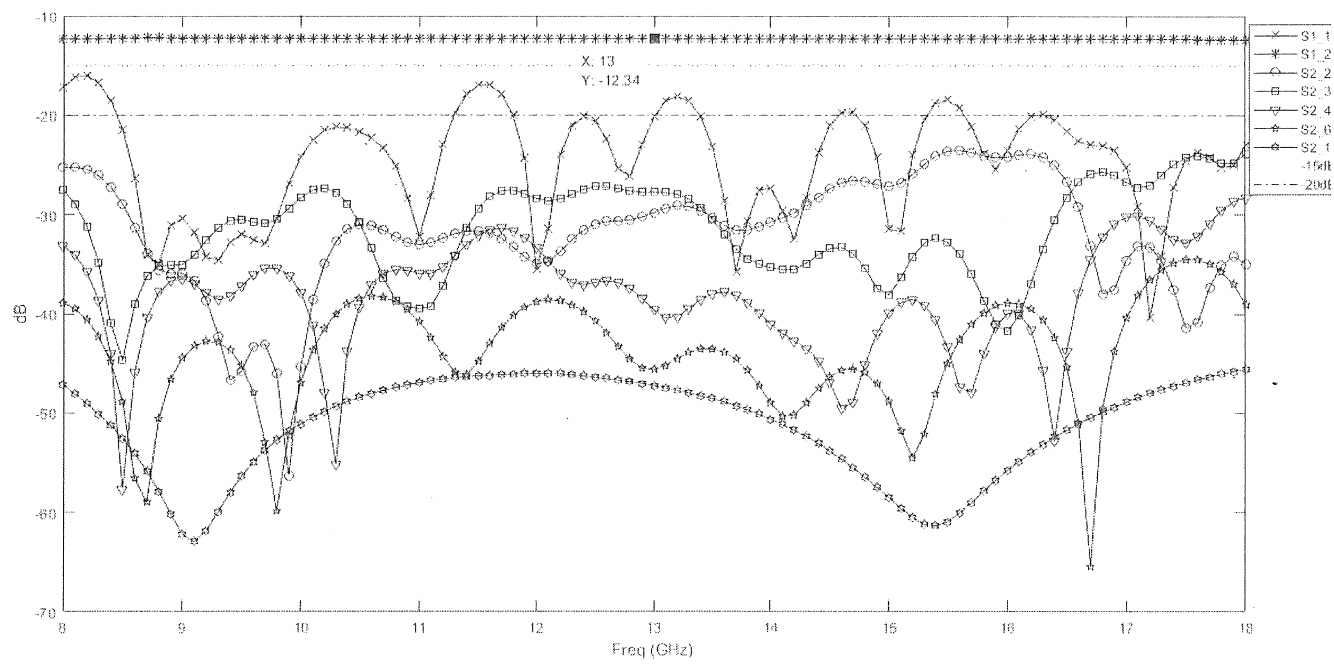
Hình 10



Hình 11



Hình 12



Hình 13