



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẢNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN) (11)  
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ



1-0042312

(51)<sup>2020.01</sup> H01Q 21/00; H01Q 5/28; H01Q 21/26 (13) B

(21) 1-2021-07685

(22) 30/11/2021

(45) 27/01/2025 442

(43) 25/02/2022 407

(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

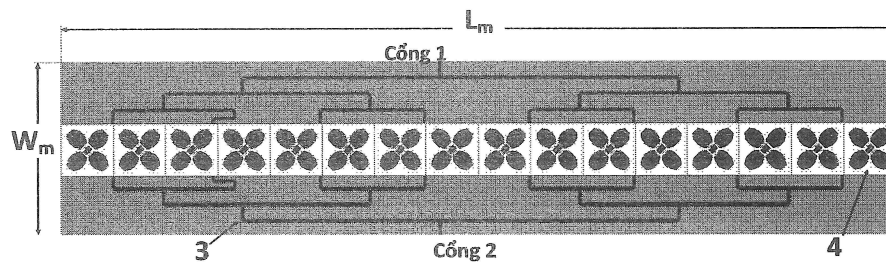
(72) Nguyễn Tiến Mạnh (VN); Trịnh Ngọc Anh (VN); Đinh Công Kiên (VN); Nguyễn Mạnh Linh (VN).

(74) Công ty TNHH NACILAW (NACILAW)

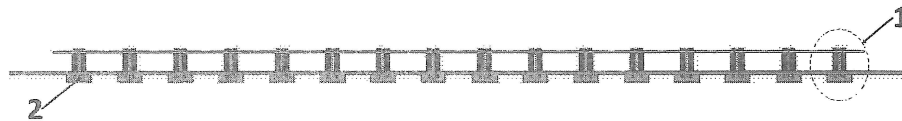
(54) ẮNG TEN MẢNG PHÂN CỰC KÉP DẢI RỘNG SỬ DỤNG KỸ THUẬT TIẾP  
ĐIỆN TRỰC GIAO

(21) 1-2021-07685

(57) Sáng chế đề cập đến ăng ten mảng phân cực kép dải rộng sử dụng kỹ thuật tiếp điện trực giao có kích thước nhỏ gọn và búp sóng dạng cô-séc bình phương. Cấu trúc ăng ten mảng gồm ba phần chính gồm: các ăng ten đơn, cấu trúc tiếp điện trực giao và mạng tiếp điện mạch dải. Bộ phận tiếp điện trực giao ba phần cho phép chuyển đổi tín hiệu từ đường vi dải của ăng ten đơn sang đường mạch dải của mạng tiếp điện theo phương vuông góc trong không gian. Bộ phận mạng tiếp điện là dạng bản mạch in với lớp dẫn đỉnh được dùng như là mặt phản xạ của ăng ten mảng. Độ dài các đường mạch dải được thiết kế khác nhau tạo ra độ lệch pha tối ưu giúp cho ăng ten mảng có búp sóng dạng cô-séc bình phương.



(a)



(b)

Hình 1

### **Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập**

Sáng chế đề cập đến ăng ten mảng phân cực kép dải rộng sử dụng kỹ thuật tiếp điện trực giao, kích thước nhỏ gọn và có chùm phát xạ dạng cô-séc bình phương. Cụ thể, ăng ten mảng hoạt động dựa trên kỹ thuật tiếp điện trực giao được mô tả trong sáng chế này có thể ứng dụng trong các trạm thu phát gốc cũng như trong các bộ thu của các hệ thống giám sát phổ dải rộng, phục vụ các mục đích thương mại và quân sự.

### **Tình trạng kỹ thuật của sáng chế**

Hầu hết các hệ thống thông tin dân dụng cũng như quân sự đều yêu cầu các ăng ten có độ lợi cao và băng thông rộng. Nhằm đáp ứng khả năng ứng dụng trong hệ thống thông tin điểm - điểm, hệ thống thông tin vệ tinh, trạm thu phát gốc hay hệ thống ra-đa, ăng ten băng rộng thường được ghép mảng để có độ lợi cao và dễ dàng tạo hình dạng chùm phát xạ. Các mảng ăng ten này thường yêu cầu kỹ thuật tiếp điện đơn giản, tối ưu nhằm giảm tổn hao, tăng độ lợi và đem lại kích thước nhỏ gọn.

Một trong số các giải pháp được đưa ra nhằm đáp ứng những yêu cầu trên là sử dụng mảng ăng ten vi dải. Ăng ten vi dải có một số ưu điểm đáng chú ý như cấu trúc, kích thước và khối lượng nhỏ. Nó dễ dàng đáp ứng khả năng ghép mảng có độ lợi cao, phân cực tuyến tính hoặc phân cực tròn nhờ các kỹ thuật tiếp điện đồng phẳng nối tiếp hoặc song song. Trong cách tiếp cận này, các đường tín hiệu của bộ chia công suất và phần tử phát xạ của mảng sẽ cùng nằm trên một mặt phẳng thường là tấm điện môi kích thước lớn. Điểm bất lợi chính của mảng ăng ten vi dải khi ứng dụng trong các hệ thống truyền tin là băng thông hẹp.

Ăng ten phân cực kép với phần tử bức xạ hình hoa bốn cánh sử dụng bộ biến đổi cân bằng là một giải pháp thể hiện nhiều ưu điểm như băng thông rộng, độ lợi cao và kích thước nhỏ gọn. Chùm sóng phát xạ sau khi ghép mảng ăng ten phân cực kép dải rộng hoàn toàn có thể được điều khiển, tạo dạng mong muốn nếu pha giữa các phần tử đơn được điều chỉnh phù hợp. Ăng ten mảng này sử dụng một tấm nền kim loại đặt cách các phần tử phát xạ khoảng một phần tư bước sóng tại tần số trung tâm của băng tần hoạt động. Nếu như các phần tử trong mảng được tiếp điện từ bộ cộng/chia công

suất bằng phương thức thông thường, nó sẽ cần sử dụng rất nhiều cổng kết nối, cáp cao tần, gây ra sự chồng kênh, rắc rối khi sử dụng.

### **Bản chất kỹ thuật của sáng chế**

Mục đích của sáng chế là đề xuất kỹ thuật tiếp điện trực giao cho ăng ten mảng phân cực kép dải rộng, kích thước nhỏ gọn và có đồ thị bức xạ dạng cô-séc bình phương. Cấu trúc tiếp điện trực giao đóng vai trò chuyển đổi từ mạng tiếp điện sử dụng đường mạch dài sang các bộ biến đổi cân bằng của các ăng ten đơn sử dụng đường vi dài, trong đó đường mạch dài và đường vi dài trực giao với nhau trong không gian. Tất cả các bộ phận của ăng ten mảng đều được làm từ công nghệ bản mạch in giúp việc chế tạo hàng loạt trở nên dễ dàng, nhanh gọn và có độ chính xác cao.

Nhằm làm rõ mục đích trên, sáng chế trình bày chi tiết cấu tạo ăng ten mảng bao gồm: mạng tiếp điện, cấu trúc tiếp điện trực giao, phần tử phát xạ ăng ten đơn. Mạng tiếp điện sẽ có hai đầu ra tương ứng với hai phân cực của ăng ten mảng và nhiều đầu vào được kết nối tương ứng với nhiều phần tử phát xạ ăng ten đơn bởi cấu trúc tiếp điện trực giao. Dựa trên độ dài đường truyền khác nhau trên các nhánh của mạng tiếp điện, tín hiệu tới các phần tử phát xạ ăng ten đơn sẽ có biên độ bằng nhau nhưng độ lệch pha khác nhau tạo ra búp sóng phát xạ ăng ten mảng có dạng cô-séc bình phương.

### **Mô tả vắn tắt các hình vẽ**

Hình 1 là hình vẽ mô tả ăng ten mảng được đề cập trong sáng chế;

Hình 2 là hình vẽ mô tả cấu trúc của một phần tử ăng ten đơn trong ăng ten mảng;

Hình 3 là hình vẽ mô tả cấu trúc tiếp điện trực giao và bộ biến đổi cân bằng trên các phần tử ăng ten đơn;

Hình 4 là hình vẽ mô tả chi tiết cấu trúc bộ phận tiếp điện trực giao;

Hình 5 là hình vẽ mô tả hệ số phản xạ và hệ số cách ly giữa hai cổng của ăng ten mảng theo ví dụ thực hiện của sáng chế;

Hình 6 là hình vẽ mô tả hệ số tăng ích của ăng ten mảng theo ví dụ thực hiện của sáng chế;

Hình 7 là hình vẽ mô tả đồ thị bức xạ của ăng ten mảng theo ví dụ thực hiện của sáng chế.

#### **Mô tả chi tiết sáng chế**

Trong sáng chế này, kỹ thuật tiếp điện trực giao được áp dụng cho ăng ten mảng nhằm thu gọn kích thước, giảm số cổng kết nối – giảm suy hao năng lượng và dây cáp cao tần. Ăng ten mảng sử dụng kỹ thuật tiếp điện mới như thể hiện ở Hình 1 gồm các thành phần chính sau: các phần tử ăng ten đơn 1, cấu trúc tiếp điện trực giao 2 và mạng tiếp điện mạch dài 3.

Các phần tử ăng ten đơn 1 để xây dựng mảng được mô tả trong Hình 2 có bộ phận bức xạ 4 là tấm điện môi 5 chứa bốn lớp dẫn điện mỏng 6, giống nhau, có hình dạng bốn cánh hoa, nằm đối xứng nhau qua hai trục đối xứng vuông góc và một tâm đối xứng. Hai cánh hoa kim loại dẫn điện đối diện nhau tạo thành một ăng ten lưỡng cực điện. Bốn lớp dẫn điện mỏng 6 có cấu trúc của cánh hoa là các đường cong tạo ra nhiều đoạn cộng hưởng nửa bước sóng giúp mở rộng băng thông của ăng ten. Tấm điện môi 5 bốn lớp dẫn điện mỏng 6 có độ dày nhỏ là vật liệu có hằng số điện môi thấp nhằm giảm tổn hao. Bộ phận bức xạ 4 được giữ cố định bằng bộ biến đổi cân bằng 7 và được đặt cách mặt phẳng phản xạ 8 một khoảng tương ứng bằng một phần tư bước sóng của tần số trung tâm trong dải hoạt động.

Tham chiếu Hình 3, hai bộ biến đổi cân bằng 7 được tạo ra nhờ bốn tấm điện môi nhỏ 9 đối xứng theo cặp, trong đó các đường dẫn tín hiệu được in trên hai mặt trong của mỗi tấm. Cả bốn tấm điện môi nhỏ 9 được đặt trực giao với mạng tiếp điện 3 tại các vị trí có lỗ đục sẵn. Cấu trúc kết hợp giữa các đường mạch 10 trên mặt trong hai tấm điện môi đứng đối xứng 9 và dải chéo 11 in trên tấm điện môi của bộ phận bức xạ 4 tạo thành bộ biến đổi cân bằng 7. Mỗi cặp cánh hoa của lớp dẫn điện mỏng 6 được tiếp giáp với chất dẫn nền 12 mặt phía ngoài của tấm điện môi nhỏ 9 tương ứng, tạo thành cấu trúc cộng hưởng có dạng đường vi dải bị ngắn mạch tại đầu cuối. Các đường mạch 10 ở mặt phía trong của các tấm điện môi đứng đối xứng 9 kết hợp với dải chéo 11 nằm trên bộ phận bức xạ 4 tạo thành cấu trúc cộng hưởng hình gamma ( $\Gamma$ ). Hai cấu trúc cộng hưởng gamma tạo ra các bộ chuyển đổi từ tín hiệu cân bằng trên hai cặp lớp

dẫn điện mỏng 6 sang dạng tín hiệu không cân bằng tại đầu ra cuối của các phần tử ăng ten đơn 1.

Cấu trúc tiếp điện trực giao 2 kết nối các phần tử ăng ten đơn 1 và mạng tiếp điện mạch dài 3 được minh họa chi tiết trong Hình 3 và Hình 4. Cấu trúc tiếp điện trực giao 2 này bao gồm một mảnh chất dẫn 13 ở đầu đường mạch dài, một trụ dẫn điện 14 điền đầy chất dẫn điện và một miếng vật dẫn 15 được in ở lớp đáy của mạng tiếp điện mạch dài 3. Mảnh chất dẫn 13 giúp kết nối đường mạch dài 16 của mạng tiếp điện 3 với trụ dẫn điện 14 và miếng vật dẫn 15. Về vị trí tương đối, miếng vật dẫn 15 và mảnh chất dẫn 13 - đường mạch dài 16 nằm trên hai mặt phẳng song song với nhau trong không gian nhưng nằm ở hai lớp lần lượt là lớp dẫn đáy 17 và lớp tín hiệu của mạng tiếp điện mạch dài 3. Tín hiệu sau khi thu từ bộ phận bức xạ 4 theo đường vi dải của bộ biến đổi cân bằng 7 đi qua miếng vật dẫn 15, trụ dẫn điện 14 tới mảnh chất dẫn 13 và đường mạch dài 16 của mạng tiếp điện 3. Điều này có nghĩa là tín hiệu được dẫn theo hai hướng trực giao với nhau trong không gian như mũi tên minh họa trên Hình 4.

Mạng tiếp điện 3 được thiết kế dựa trên công nghệ mạch dài gồm ba lớp dẫn điện: lớp dẫn đỉnh (đồng thời là mặt phẳng phản xạ) 8, các đường mạch dài (16) nằm giữa hai tấm điện môi giống nhau và lớp dẫn đáy 17. Mạng tiếp điện 3 bao gồm hai bộ ghép/chia công suất nằm đối xứng với nhau qua trục chính giữa. Mỗi bộ ghép/chia công suất được thiết kế dựa trên các cấu trúc hình T để ghép/chia công suất từ các ăng ten đơn tới đầu ra. Nhằm tạo ra búp sóng dạng cô-séc bình phương cho ăng ten mảng, độ dài mỗi nhánh đường mạch dài trong mạng tiếp điện là khác nhau, tuân theo một bộ giá trị pha tối ưu.

#### **Ví dụ thực hiện sáng chế**

Trong ví dụ thực hiện sáng chế này, bộ phận phát xạ 4 được chế tạo với tấm điện môi Rogers RT/Duroid 5880 dày 0,508 mm, có hằng số điện môi  $\epsilon_r = 2,2$  và suy hao trực giao  $\tan\delta = 0,0009$ . Bộ biến đổi cân bằng 7 được chế tạo dựa trên bốn tấm Rogers RO4350B nhỏ với thông số  $\epsilon_r = 3,48$ ,  $\tan\delta = 0,0037$  và độ dày 0,508 mm. Các đường mạch dẫn trên bề mặt các tấm điện môi đều là đồng với độ dày 0,0035 mm. Mạng tiếp điện mạch dài 3 gồm hai tấm điện môi Rogers RT/Duroid 5880 dày 0,508 mm ghép chặt vào nhau, xen giữa là đường tín hiệu mạch dài. Độ dài các đường mạch

dài tới các ăng ten đơn là khác nhau, được tối ưu sao cho thỏa mãn hệ số pha như trong Bảng 1.

Bảng 1 - hệ số pha các phần tử ăng ten đơn của ăng ten mảng

| Hệ số pha các phần tử ăng ten đơn<br>(đơn vị: độ) |     |     |     |     |     |     |     |     |
|---------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Phần tử                                           | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   |
| Hệ số pha                                         | 360 | 349 | 338 | 327 | 316 | 305 | 294 | 283 |
| Phần tử                                           | 9   | 10  | 11  | 12  | 13  | 14  | 15  | 16  |
| Hệ số pha                                         | 272 | 260 | 240 | 220 | 180 | 160 | 60  | -40 |

Các kích thước ăng ten mảng gồm mười sáu phần tử ăng ten đơn được trình bày chi tiết như trong Bảng 2 dưới đây.

Bảng 2 - các thông số kích thước của ăng ten mảng

| Các kích thước ăng ten mảng<br>(đơn vị: mm) |       |       |       |           |       |       |       |       |       |
|---------------------------------------------|-------|-------|-------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Tham số                                     | $W_m$ | $W_1$ | $W_2$ | $W_3$     | $W_4$ | $W_5$ | $W_6$ | $W_7$ | $W_8$ |
| Giá trị                                     | 80    | 2,5   | 4,9   | 2         | 0,3   | 0,2   | 0,3   | 1,1   | 0,4   |
| Tham số                                     | $W$   | $W_0$ | $h$   | $h_{sub}$ | $L_m$ | $L$   | $L_s$ | $L_b$ | $L_f$ |
| Giá trị                                     | 16    | 2,5   | 5,4   | 0,508     | 260   | 0,6   | 1,7   | 6,2   | 0,63  |

Hình 5 thể hiện hệ số phản xạ và hệ số cách ly của ăng ten mảng trong dải tần số hoạt động từ 8 - 18 GHz. Hệ số phản xạ biểu diễn tỷ số giữa công suất phản xạ và công suất tới khi được tiếp điện tại một trong hai cổng cụ thể của mạng tiếp điện. Theo Hình 5 thì hệ số phản xạ của ăng ten dưới -10 dB trên toàn dải tần hoạt động, biểu thị mức tín hiệu bức xạ ra môi trường xung quanh của ăng ten là rất tốt. Mặt khác, hệ số cách ly biểu diễn tỷ số giữa công suất đi vào tại một cổng và công suất đi ra tại cổng còn lại của mạng tiếp điện, cho biết mức độ truyền tín hiệu giữa hai phân cực của ăng ten mảng. Hệ

số cách ly nhỏ hơn -20 dB trên toàn dải (như trong Hình 5) cho thấy khi hoạt động hai cổng của ăng ten hoạt động độc lập và tín hiệu truyền sang nhau rất nhỏ.

Hệ số tăng ích của ăng ten mảng trong dải tần số 8 - 18 GHz được mô tả trong Hình 6. Hệ số tăng ích của hai cổng là tương đương nhau trên toàn dải và đạt giá trị tốt khi đều lớn hơn 15,5 dBi.

Hình 7 là đồ thị bức xạ của ăng ten mảng trong mặt phẳng phương vị và mặt phẳng góc tà tại lần lượt ba tần số 8 GHz, 13 GHz và 18 GHz. Đồ thị bức xạ biểu thị khả năng bức xạ của ăng ten mảng theo các góc trong không gian. Các ăng ten ứng dụng trong hệ thống giám sát phổ có góc mở trên mặt phẳng phương vị lớn để có thể quan sát tín hiệu trên phạm vi rộng. Ta có thể dễ dàng nhận thấy góc phương vị của ăng ten mảng lớn hơn 120 độ (ở mức -10 dB so với đỉnh) và góc tà có dạng cô-séc bình phương mong muốn ở tất cả các tần số hoạt động. Kết quả chỉ ra ở Hình 7 cho thấy sự hiệu quả của phương pháp sử dụng mạng tiếp điện để biến đổi pha và giữ nguyên biên độ của các phần tử ăng ten đơn trong việc tạo ra búp sóng ăng ten mảng có dạng cô-séc bình phương.

### Yêu cầu bảo hộ

1. Ăng ten mảng phân cực kép dải rộng sử dụng kỹ thuật tiếp điện trực giao bao gồm:

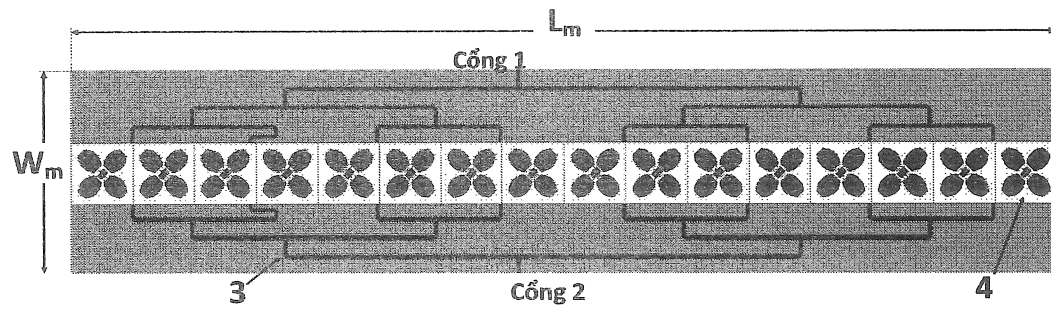
mười sáu phần tử ăng ten đơn, trong đó mỗi phần tử có cấu tạo gồm bộ phận bức xạ là bốn miếng kim loại dẫn hình cánh hoa in trên tấm điện môi rogers RT/duroid 5880 dày 0,508 mm, bộ biến đổi cân bằng dựa trên đường mạch vi dải làm từ các tấm điện môi đúng rogers 4350B dày 0,508 mm;

tiếp điện trực giao kết nối đường truyền tín hiệu mạch dải của mạng tiếp điện và đường vi dải của bộ biến đổi cân bằng trên các ăng ten đơn;

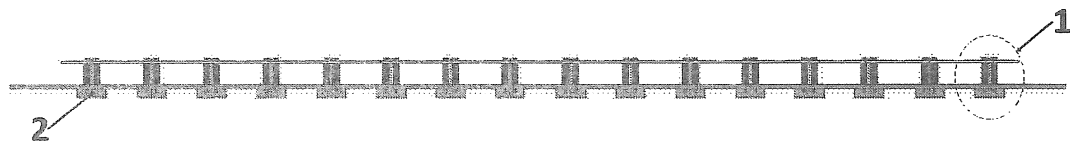
mạng tiếp điện là một bản mạch in với đường mạch dải nằm giữa hai lớp điện môi rogers RT/duroid 5880, mỗi lớp dày 0,508 mm; mạng tiếp điện có hai mặt phẳng đất song song là các lớp chất dẫn đỉnh và chất dẫn đáy; mạng tiếp điện gồm các đường mạch dải tạo ra hai bộ ghép/chia công suất nằm đối xứng nhau, mỗi bộ gồm mười sáu đầu vào và một đầu ra.

2. Ăng ten mảng phân cực kép dải rộng sử dụng kỹ thuật tiếp điện trực giao theo điểm 1, trong đó mạng tiếp điện mạch dải có các đường tín hiệu được kết nối tới cấu trúc tiếp điện trực giao; chiều dài của các đường mạch dải từ hai cổng thứ nhất và thứ hai tới cấu trúc tiếp điện trực giao là khác nhau, giúp cho các phần tử ăng ten đơn có hệ số pha khác nhau nhưng đồng biên độ; dựa trên hệ số pha đã tối ưu trên mỗi phần tử, ăng ten mảng với mạng tiếp điện này có thể tạo ra búp sóng dạng cô-séc bình phương.

3. Ăng ten mảng phân cực kép dải rộng sử dụng kỹ thuật tiếp điện trực giao theo điểm 1, sử dụng lớp đồng in ở phía mặt trên của mạng tiếp điện mạch dải làm mặt phản xạ cho toàn bộ các phần tử đơn, giúp giảm thể tích, kích thước và suy hao.

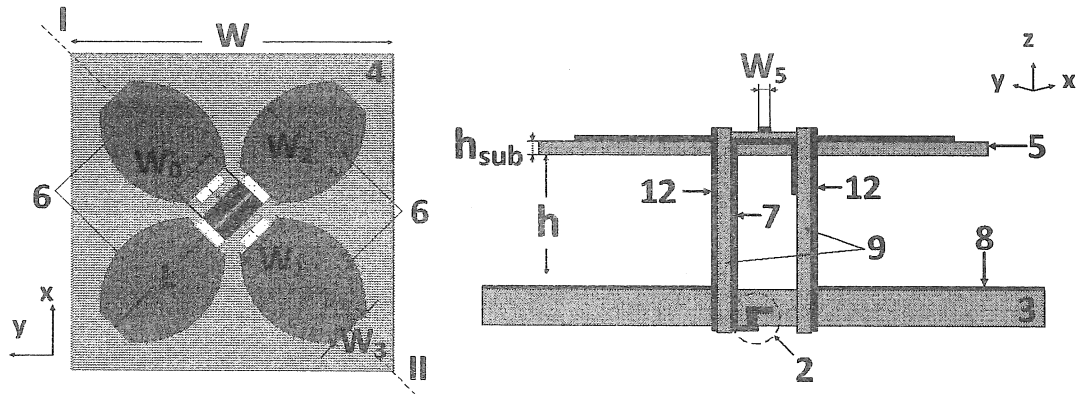


(a)

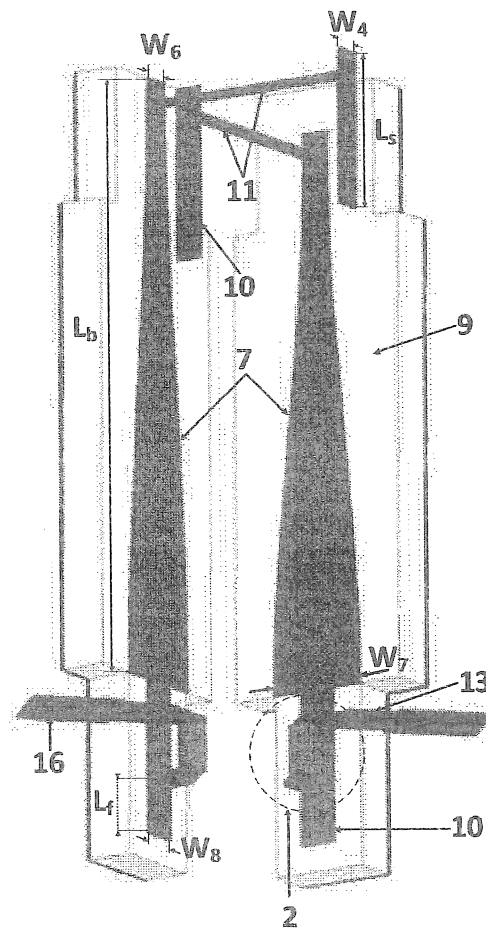


(b)

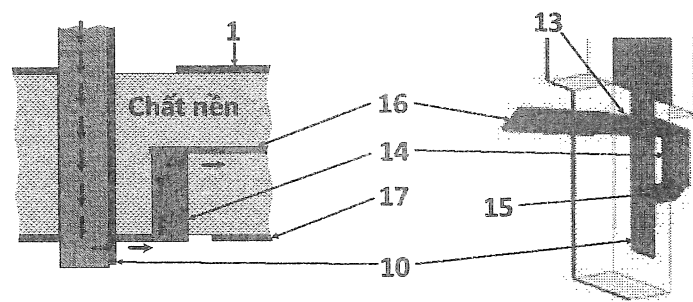
Hình 1



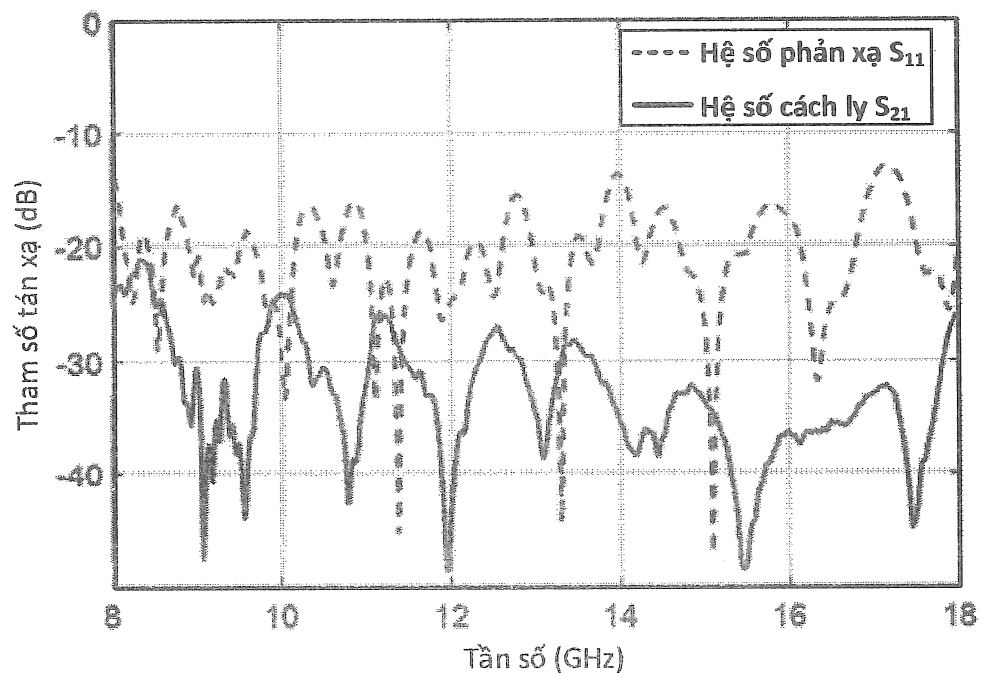
Hình 2



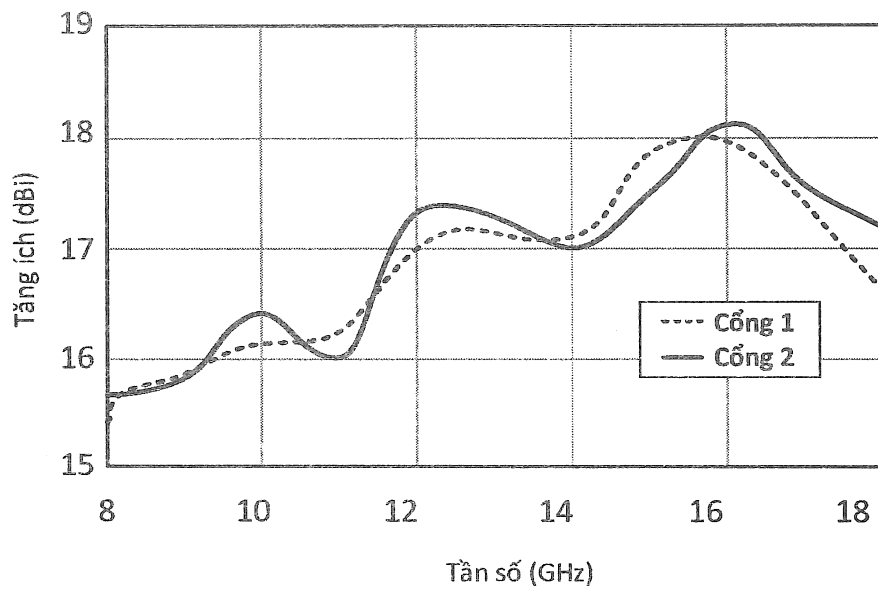
Hình 3



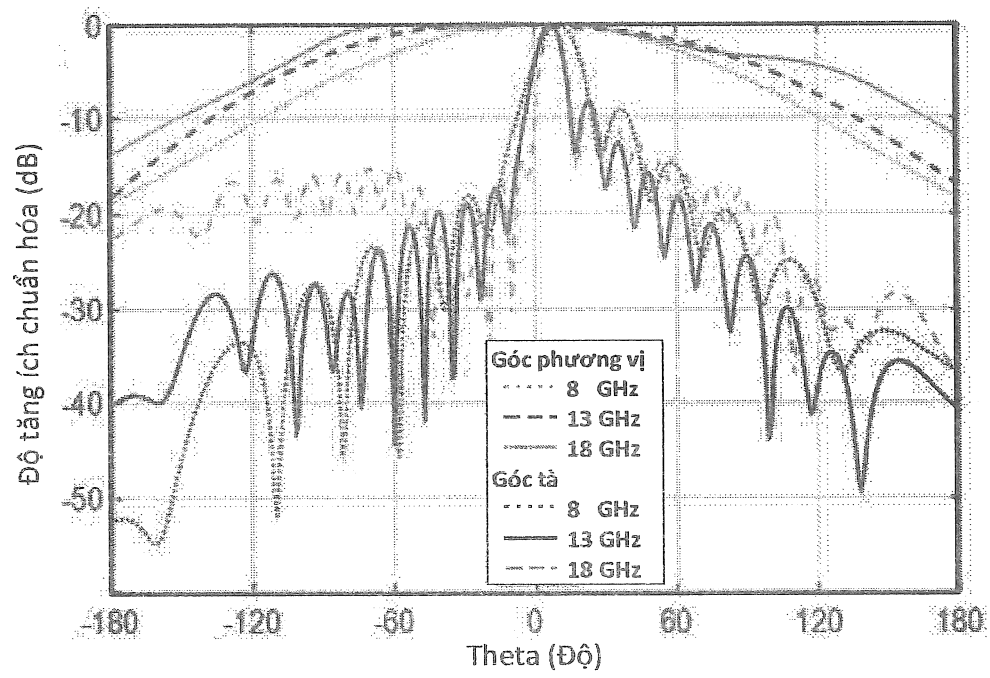
Hình 4



Hình 5



Hình 6



Hình 7