



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

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

(11)



1-0053704

(51)^{2023.01} H01Q 13/00

(13) B

(21) 1-2024-00544

(22) 23/01/2024

(45) 25/11/2025 452

(43) 25/04/2024 433

(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.

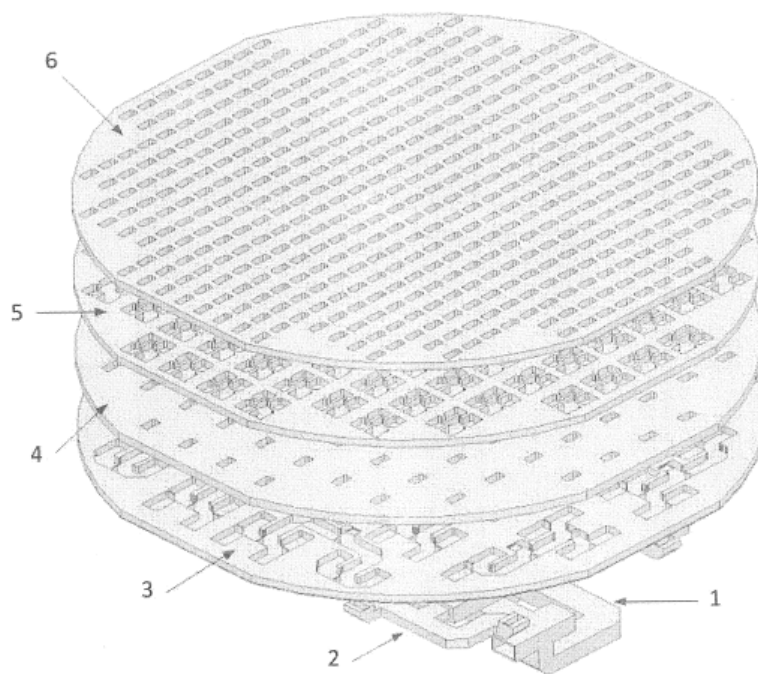
(72) LÊ NHƯ THÁI (VN); NGUYỄN HOÀI SƠN (VN); LÊ THỊ HẰNG (VN).

(74) Công ty TNHH NACILAW (NACILAW)

(54) HỆ THỐNG ĂNG-TEN ĐƯỜNG TRUYỀN ĐƠN XUNG TRÊN HAI KÊNH
BẢNG TẦN KÀ VỚI MỨC BÚP SÓNG PHỤ THẤP

(21) 1-2024-00544

(57) Sáng chế đề cập đến hệ thống ăng-ten đường truyền mảng khe hoạt động ở chế độ đơn xung trên hai kênh với kích thước nhỏ gọn (đường kính: 160mm; chiều cao: 25mm) và làm việc ở băng tần Ka. Hệ thống ăng-ten đường truyền đơn xung cấu tạo từ bộ tổ hợp đơn xung; bộ chia công suất không đồng đều và mảng gồm 448 phần tử ăng-ten khe phát xạ. Kết quả nghiên cứu của sáng chế thu được như sau: ăng-ten làm việc ở dải tần số thuộc băng tần Ka; hệ số khuếch đại (Realized gain) ở tần số trung tâm 34,2 dBi; mức búp sóng phụ của kênh tổng trên hai mặt E và H nhỏ hơn -25dB; mức chênh lệch hai đỉnh của búp sóng trên hai kênh hiệu nhỏ (khoảng 0,1dB); mức chênh lệch đỉnh- đáy (peak-null) của hai kênh hiệu lớn hơn 43dB.



Hình 2

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến hệ thống ăng-ten đường truyền của hệ thống ra đa đơn xung sử dụng nhiều trong ứng dụng theo dõi mục tiêu trong không gian làm việc ở băng tần Ka với mức búp sóng phụ thấp. Cụ thể, hệ thống được đề cập trong sáng chế được ứng dụng trong ra đa dân sự cũng như quân sự cho mục đích theo dõi mục tiêu của các thiết bị mặt đất và các thiết bị bay, phù hợp với các thiết bị có kích thước nhỏ.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong số các tài liệu, bài báo, sáng chế đã được công bố, một số công trình có nội dung liên quan đến hệ thống ăng-ten đường truyền đơn xung sử dụng mảng ăng-ten khe. Tuy nhiên những bài báo, sáng chế liên quan có thiết kế và nguyên lý hoạt động khác so với nội dung đăng ký sáng chế hoặc còn một số tồn tại hoặc hạn chế, cụ thể như:

Bài báo DOI: 10.1109/APCAP.2014.6992455 “Thiết kế ăng-ten mảng khe trên ống dẫn sóng với mức búp sóng phụ thấp” tại hội nghị Châu á – Thái bình dương lần thứ ba về ăng-ten và truyền sóng năm 2014, trình bày thiết kế của ăng-ten mảng khe với nguyên lý chia công suất trên ống dẫn sóng sử dụng các khe dẫn xạ và nguyên lý sóng dừng trong ống dẫn sóng. Nguyên lý thiết kế, cấu trúc và kiểu dáng của hệ thống ăng-ten đường truyền hoàn toàn khác với sáng chế được đề cập.

Bài báo DOI 10.1109/TIE.2016.2608769 “Hệ thống ăng-ten mảng đơn xung nhỏ gọn, hiệu suất cao được tích hợp bộ tổ hợp cho ứng dụng cho vô tuyến” đăng trên tạp trí IEEE năm 2016 trình bày thiết kế của hệ thống ăng-ten đường truyền đơn xung sử dụng bộ chia công suất đồng đều đến từng phần tử cho mảng khe biên dạng vuông với kết quả mức búp sóng phụ lớn (-13 dB). Cấu trúc và kiểu dáng của hệ thống ăng-ten đường truyền hoàn toàn khác với sáng chế được đề cập.

Sáng chế KR101461129B1 “Ăng-ten mảng khe kim loại cho thiết bị tìm kiếm sóng mm và phương pháp sản xuất ăng-ten mảng” năm 2013 của Hàn Quốc trình bày thiết kế của ăng-ten mảng khe biên dạng vuông với nguyên lý chia công suất trên ống dẫn sóng sử dụng các khe dẫn xạ và nguyên lý sóng dừng trong ống dẫn sóng có mức búp sóng phụ -10dB. Nguyên lý thiết kế, cấu trúc và kiểu dáng của hệ thống ăng-ten đường truyền hoàn toàn khác với sáng chế được đề cập.

Sáng chế CN115377703B “Mảng ăng-ten đơn xung với nguồn cấp nhiều lớp ở băng tần K” năm 2022 của Trung Quốc mô tả thiết kế ăng-ten mảng khe đơn xung biên dạng tròn trên một kênh sử dụng bộ chia công suất đến từng phần tử dạng ống dẫn sóng dạng khe hở (ridge gap waveguide) với kết quả sóng đứng cao ở tần số khu vực trung tâm (26 GHz) và mức chênh lệch hai đỉnh của kênh hiệu chênh lệch lớn ($> 1\text{dB}$). Nguyên lý thiết kế, cấu trúc và kiểu dáng của hệ thống ăng-ten đường truyền hoàn toàn khác với sáng chế được đề cập.

Để khắc phục những điểm hạn chế nói trên, tác giả đề xuất hệ thống ăng-ten mảng khe đơn xung trên hai kênh sử dụng bộ chia công suất không đồng đều nhiều lớp hoạt động trên băng tần Ka với mức búp sóng phụ thấp, mức chênh lệch của hai đỉnh búp sóng hiệu nhỏ ($\leq 0.2\text{dB}$), không giống với bất kỳ sáng chế nào đã từng được công bố.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là mô tả chi tiết thiết kế hệ thống ăng-ten mảng khe đơn xung trên hai kênh sử dụng bộ chia công suất không đồng đều nhiều lớp hoạt động trên băng tần Ka với mức búp sóng phụ thấp.

Trong đó, băng tần Ka là dải tần số vô tuyến từ 27 – 40GHz với bước sóng vô tuyến từ 1,1cm đến 0,75 cm.

Búp sóng phụ là tất cả các búp sóng trong giản đồ hướng của ăng-ten ngoại trừ búp sóng chính ở hướng bức xạ năng lượng (trong sáng chế là hướng vuông góc với mặt ăng-ten về phía trước).

Để đạt được mục đích trên, tác giả đề xuất thiết kế hệ thống ăng-ten đường truyền sử dụng bộ tổ hợp đơn xung hai kênh (1) để tạo ra một kênh tổng và hai kênh hiệu, sử dụng bộ chia công suất không đồng đều nhiều tầng (2,3,4,5) theo phân bố Taylor phù hợp với biên dạng mảng ăng-ten tròn (6) nhằm giảm mức búp sóng phụ, sử dụng các khe dẫn xạ (4) lên hốc cộng hưởng (5) và phát xạ qua mảng khe ăng-ten phát xạ (6). Hệ thống ăng-ten đường truyền được thiết kế nhỏ gọn với kích thước đường kính 160mm, chiều cao 25mm phù hợp với các vị trí bố trí trong không gian hẹp. Ngoài ra, các bộ phận trong mỗi thành phần cũng được thể hiện chi tiết như sau:

Bộ tổ hợp đơn xung hai kênh (1) bao gồm: bốn bộ T-magic (7), bốn cổng (12) được nối với bốn bộ chia công suất (2), một cổng tổng (8), hai cổng hiệu (9,10) và một cổng nối tải (11).

Bộ chia công suất không đồng đều nhiều tầng (2,3,4,5) bao gồm: bốn bộ chia công suất không đồng đều ba cổng đầu ra (2) ở vị trí tầng thứ nhất sử dụng bộ chuyển đổi kích thước ống dẫn sóng dạng bậc thang (13), T-junction trên mặt H (14) và ba cổng đầu ra (15); tầng hai của bộ chia công suất mỗi một phần tư của bộ chia công suất sử dụng các T-junction trên mặt H (14) với ba cổng đầu vào (15) từ tầng thứ nhất (2) và hai tám cổng đầu ra (16); tầng thứ ba của bộ chia công suất (4) bao gồm các khe dẫn xạ (17) từ các cổng đầu ra (16) của tầng thứ hai (3) lên các hốc cộng hưởng chia bốn (18) của tầng thứ tư (5).

Mảng ăng-ten khe (6) bao gồm 448 khe phát xạ (19) được bố trí tương ứng theo 448 cổng đầu ra trên tầng thứ tư (5) của bộ chia công suất.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1 là hình vẽ mô tả tổng quan hệ thống ăng-ten đường truyền;

Hình 2 là hình vẽ mô tả phân rã cấu tạo chi tiết của hệ thống ăng-ten đường truyền nhìn từ phía trước;

Hình 3 là hình vẽ mô tả phân rã cấu tạo chi tiết của hệ thống ăng-ten đường truyền nhìn từ phía sau;

Hình 4 là hình vẽ mô tả cấu tạo của bộ tổ hợp đơn xung hai kênh ở vị trí tầng thứ nhất của hệ thống ăng-ten đường truyền;

Hình 5 là hình vẽ mô tả cấu tạo một phần của bộ chia công suất không đồng đều ở vị trí tầng thứ hai của hệ thống ăng-ten đường truyền;

Hình 6 là hình vẽ mô tả cấu tạo một phần của bộ chia công suất không đồng đều ở vị trí tầng thứ ba của hệ thống ăng-ten đường truyền;

Hình 7 là hình vẽ mô tả cấu tạo các khe dẫn xạ của bộ chia công suất không đồng đều ở vị trí tầng thứ tư của hệ thống ăng-ten đường truyền;

Hình 8 là hình vẽ mô tả cấu tạo các hốc cộng hưởng chia bốn của bộ chia công suất không đồng đều ở vị trí tầng thứ năm của hệ thống ăng-ten đường truyền;

Hình 9 là hình vẽ mô tả mảng ăng-ten biên dạng tròn 448 khe phát xạ;

Hình 10 là hình vẽ mô tả cấu trúc từ tầng thứ ba đến tầng thứ sáu của mảng ăng-ten kích thước 2x2 phần tử của hệ thống ăng-ten đường truyền;

Hình 11 là hình vẽ mô tả cấu trúc chi tiết của bộ T-junction trên mặt H;

Hình 12 là hình vẽ mô tả cấu trúc của bộ chuyển đổi kích thước ống dẫn sóng dạng bậc thang;

Hình 13 là hình vẽ mô tả cấu trúc của bộ T-magic trên hai mặt E và H;

Hình 14 là mô tả kết quả mô phỏng hệ số sóng đứng của hệ thống ăng-ten đường truyền;

Hình 15 là mô tả kết quả giản đồ hướng ba chiều (3D) của kênh tổng;

Hình 16 là mô tả kết quả giản đồ hướng ba chiều (3D) của kênh hiệu trên mặt H;

Hình 17 là mô tả kết quả giản đồ hướng ba chiều (3D) của kênh hiệu trên mặt E;

Hình 18 là mô tả kết quả giản đồ hướng 1D của kênh tổng trên mặt H;

Hình 19 là mô tả kết quả giản đồ hướng 1D của kênh tổng trên mặt E;

Hình 20 là mô tả kết quả giản đồ hướng 1D của kênh hiệu trên mặt H;

Hình 21 là mô tả kết quả giản đồ hướng 1D của kênh hiệu trên mặt E.

Mô tả chi tiết sáng chế

Hình 1 mô tả tổng quan hệ thống ăng-ten đường truyền ở dạng tổng thể hệ thống, Hình 2 mô tả và liệt kê thành phần dưới dạng phân rã của hệ thống ăng-ten đường truyền nhìn từ phía trước, Hình 3 mô tả và liệt kê thành phần dưới dạng phân rã của hệ thống ăng-ten đường truyền nhìn từ phía sau.

Tham chiếu theo Hình 1, Hình 2, và Hình 3 nhận thấy hệ thống ăng-ten đường truyền đơn xung cấu thành từ ba phần chính: bộ tổ hợp; bộ chia công suất không đồng đều và mảng phân tử ăng-ten khe.

Hình 4 mô tả cấu trúc chi tiết của bộ tổ hợp đơn xung hai kênh 1 sử dụng bốn bộ T-magic trên mặt E và H 7 được mô tả cấu tạo chi tiết ở Hình 13 với thành phần phối hợp trở kháng 22 và ống dẫn sóng chuẩn WR28 kim loại kín hình chữ nhật có kích thước (7,112x3,556mm). Bốn bộ T-magic trên mặt E và H 7 được kết nối như Hình 4 sẽ thu được tất cả là tám cổng tín hiệu gồm: bốn cổng tín hiệu đầu vào 12 được kết nối với bốn mảng thành phần của mảng ăng-ten khe; một cổng tổng 8 (tổng bốn tín hiệu từ bốn mảng ăng-ten thành phần); ba cổng hiệu 9,10,11 (Hiệu của tổng mỗi hai mảng ăng-ten thành phần trên mặt E, H và mặt chéo góc 45 độ);

Hình 5, Hình 6, Hình 7, Hình 8 mô tả bốn tầng của bộ chia công suất không đồng đều theo phân bố Taylor (SLL=20dB,n=4) với cấu trúc của bộ chia công suất phù hợp với mảng phân tử ăng-ten biên dạng tròn. Do thiết kế ăng-ten ưu tiên nhỏ gọn để hạn chế không gian bố trí nên bộ chia công suất sử dụng ống dẫn sóng kín kim loại hình chữ nhật kích thước (5x2mm). Trong đó:

Hình 5 mô tả cấu trúc của tầng một bộ chia công suất không đồng đều gồm bốn bộ chia công suất 2 giống nhau (Hình 3) có một cổng đầu vào 12 và ba cổng đầu ra 15 sử dụng các T-junction trên mặt H 14 được mô tả trên Hình 11 với vách ngăn 20 để điều chỉnh công suất mong muốn và cửa sổ 21 để phối hợp trở kháng. Cổng vào của các bộ chia công suất ba cổng ở tầng thứ nhất có sử dụng thêm bộ chuyển đổi kích thước ống dẫn sóng dạng bậc thang 13 được mô tả chi tiết trên Hình 12.

Hình 6 mô tả tầng thứ hai của bộ chia công suất không đồng đều sử dụng các T-junction trên mặt H tương tự như tầng thứ nhất tuy nhiên số lượng lần chia là nhiều hơn từ đó thu được 112 cổng đầu ra trên tầng thứ hai của bộ chia công suất.

Tầng thứ nhất và tầng thứ hai của bộ chia công suất được kết nối bằng cách sử dụng ống dẫn sóng 15 dạng rẽ góc 90 độ .

Hình 7 mô tả tầng thứ ba của bộ chia công suất không đồng đều bao gồm 112 khe dẫn xạ 17 sử dụng để kết nối tầng thứ hai và tầng thứ tư của bộ chia công suất.

Hình 8 mô tả tầng thứ tư của bộ chia công suất không đồng đều bao gồm 112 bộ hốc cộng hưởng chia bốn 18. Tại đây tín hiệu sau khi được dẫn xạ từ tầng thứ hai thông qua các khe dẫn xạ 17 trên tầng thứ ba sẽ được chia thành bốn tại hốc cộng hưởng chia bốn 18.

Hình 9 mô tả mảng gồm 448 phần tử ăng-ten khe phát xạ được bố trí theo biên dạng tròn tương ứng với các cổng đầu ra của các hốc cộng hưởng chia bốn 18.

Hình 10 mô tả mảng ăng-ten kích thước 2x2 phần tử nằm trong hệ thống ăng-ten đường truyền. Mảng ăng-ten kích thước 2x2 phần tử được cấu trúc từ tầng thứ hai của bộ chia công suất không đồng đều đến mảng phần tử bức xạ 19 với kích thước 2x2 phần tử.

Kết hợp các thành phần ta thu được hệ thống ăng-ten đường truyền có kích thước rất nhỏ gọn với đường kính 160mm và chiều cao 25mm.

Các thành phần và chi tiết cấu thành nên hệ thống ăng-ten đường truyền đang sử dụng vật liệu thiết kế là nhôm với một số tính năng điển hình của nhôm như: có độ bền cao, dẫn điện tốt và nhẹ, phù hợp để bố trí trên các thiết bị bay có yêu cầu cao trong việc giảm khối lượng của hệ thống ăng-ten.

Tiến hành nghiên cứu và mô phỏng tổng thể hệ thống ăng-ten đường truyền chế độ đơn xung thu được các kết quả quan trọng như sau:

Hình 14 biểu diễn kết quả hệ số sóng đứng theo tần số với tần số trung tâm quy ước là f_0 . Theo kết quả ta có thể đánh giá rằng trong dải tần số $0,98f_0 - 1,03f_0$ hệ số sóng

đứng $VSWR \leq 1,5$ của tất cả các kênh tổng và hiệu của hệ thống ăng-ten đường truyền. Đặc biệt ở khu vực xung quanh tần số trung tâm f_0 hệ số sóng đứng đạt $VSWR \leq 1,1$.

Hình 15, Hình 16 và Hình 17 lần lượt biểu diễn giản đồ hướng ba chiều (3D) của kênh tổng và hai kênh hiệu trên mặt H, E của tần số trung tâm f_0 .

Hình 18 và Hình 19 lần lượt biểu diễn giản đồ hướng 1D kênh tổng trên mặt H và E của tần số trung tâm f_0 . Kết quả thu được với hệ số khuếch đại khoảng 34,2dBi và mức búp sóng phụ khoảng -26dB.

Hình 20 và 21 lần lượt biểu diễn giản đồ hướng 1D của hai kênh hiệu trên mặt H và E của tần số trung tâm f_0 . Kết quả thu được với mức chênh lệch hai đỉnh của các búp sóng hiệu rất nhỏ khoảng 0,1dB và mức chênh lệch đỉnh-null lớn hơn 43dB.

Yêu cầu bảo hộ

1. Hệ thống ăng-ten đường truyền đơn xung trên hai kênh băng tần Ka với mức búp sóng phụ thấp gồm: bộ tổ hợp; bộ chia công suất không đồng đều và mảng phân tử ăng-ten khe; trong đó:

bộ tổ hợp đơn xung hai kênh sử dụng bốn bộ T-magic trên mặt E và H với thành phần phối hợp trở kháng và ống dẫn sóng chuẩn WR28 kim loại kín hình chữ nhật có kích thước (7,112x3,556mm); kết hợp bốn bộ T-magic trên mặt E và H sẽ thu được tất cả là tám cổng tín hiệu gồm: bốn cổng tín hiệu đầu vào được kết nối với bốn mảng thành phần của mảng ăng-ten khe; một cổng tổng (tổng bốn tín hiệu từ bốn mảng ăng-ten thành phần); ba cổng hiệu (hiệu của tổng mỗi hai mảng ăng-ten thành phần trên mặt E, H và mặt chéo góc 45 độ);

bộ chia công suất không đồng đều theo phân bố taylor ($SLL=20dB, n=4$) với cấu trúc của bộ chia công suất phù hợp với mảng phân tử ăng-ten biên dạng tròn gồm có bốn tầng; do thiết kế ăng-ten ưu tiên nhỏ gọn để hạn chế không gian bố trí nên bộ chia công suất sử dụng ống dẫn sóng kín kim loại hình chữ nhật kích thước (5x2mm); trong đó:

tầng một bộ chia công suất không đồng đều gồm bốn bộ chia công suất giống nhau có một cổng đầu vào và ba cổng đầu ra sử dụng các T-junction trên mặt H với vách ngăn để điều chỉnh công suất mong muốn và cửa sổ để phối hợp trở kháng; cổng vào của các bộ chia công suất ba cổng ở tầng thứ nhất có sử dụng thêm bộ chuyển đổi kích thước ống dẫn sóng dạng bậc thang;

tầng thứ hai của bộ chia công suất không đồng đều sử dụng các T-junction trên mặt H tương tự như tầng thứ nhất tuy nhiên số lượng lần chia là nhiều hơn từ đó thu được 112 cổng đầu ra trên tầng thứ hai của bộ chia công suất;

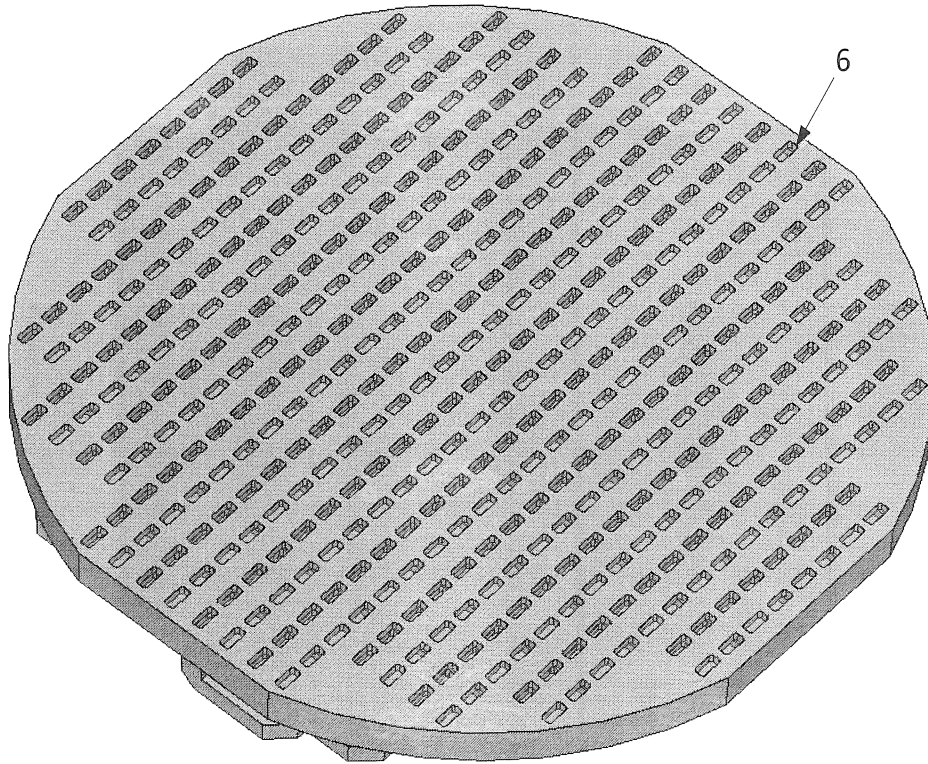
tầng thứ ba của bộ chia công suất không đồng đều bao gồm 112 khe dẫn xạ sử dụng để kết nối tầng thứ hai và tầng thứ tư của bộ chia công suất;

tầng thứ tư của bộ chia công suất không đồng đều bao gồm 112 bộ hốc cộng hưởng chia bốn; tại đây tín hiệu sau khi được dẫn xạ từ tầng thứ hai thông qua các khe dẫn xạ trên tầng thứ ba sẽ được chia thành bốn tại hốc cộng hưởng chia bốn;

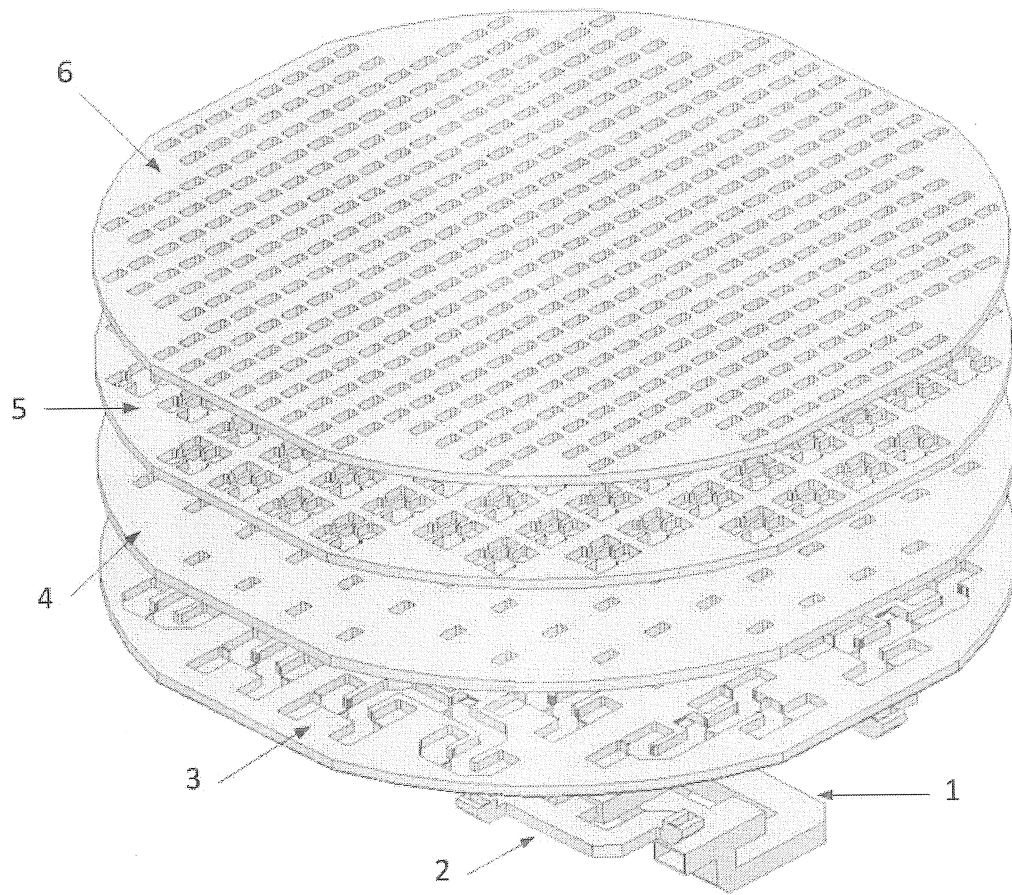
mảng phần tử ăng-ten khe gồm 448 phần tử ăng-ten khe phát xạ được bố trí theo biên dạng tròn tương ứng với các cổng đầu ra của các hốc cộng hưởng chia bốn; mảng ăng-ten kích thước 2×2 phần tử nằm trong hệ thống ăng-ten đường truyền; mảng ăng-ten kích thước 2×2 phần tử được cấu trúc từ tầng thứ hai của bộ chia công suất không đồng đều đến mảng phần tử bức xạ với kích thước 2×2 phần tử.

2. Hệ thống ăng-ten đường truyền đơn xung trên hai kênh băng tần Ka với mức búp sóng phụ thấp theo điểm 1, trong đó:

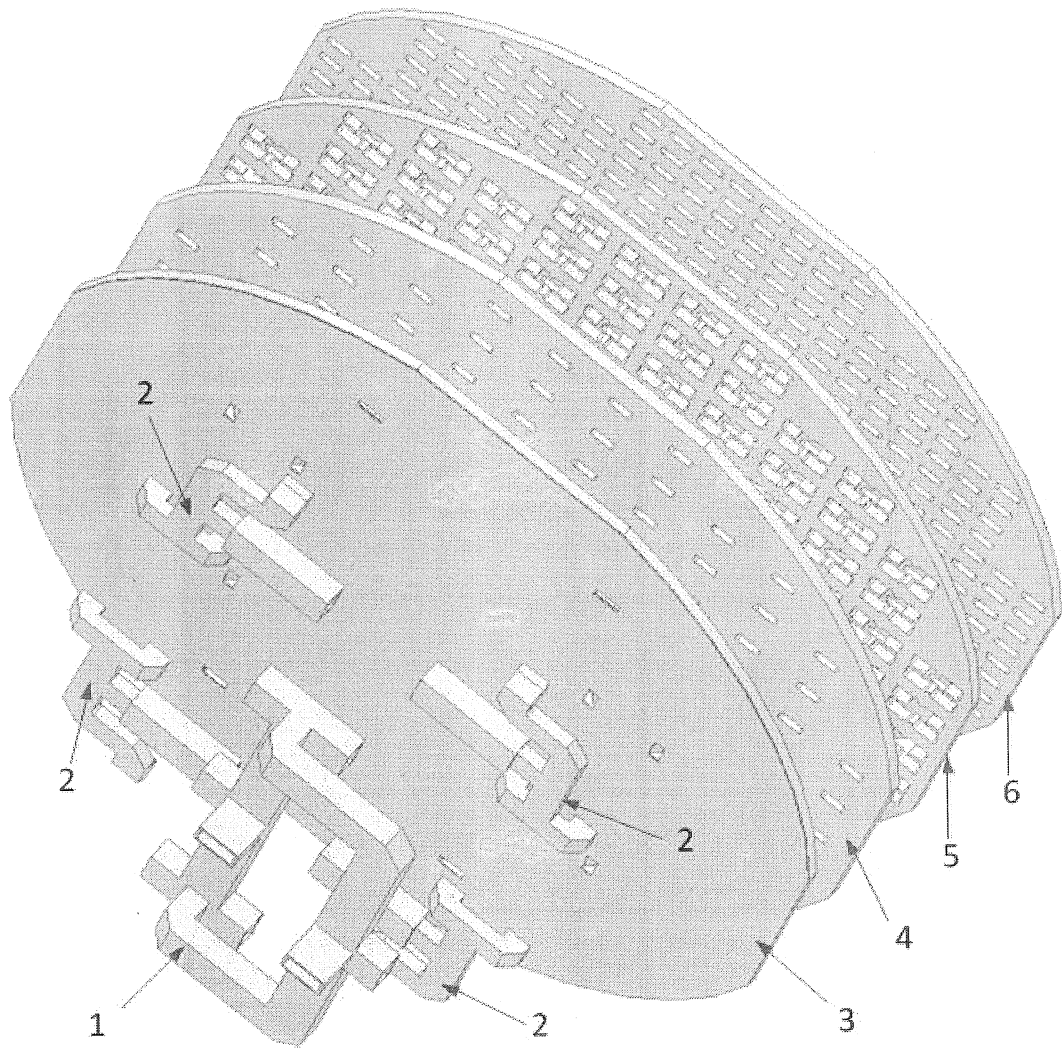
tầng thứ nhất và tầng thứ hai của bộ chia công suất không đồng đều được kết nối bằng cách sử dụng ống dẫn sóng dạng rẽ góc 90° .



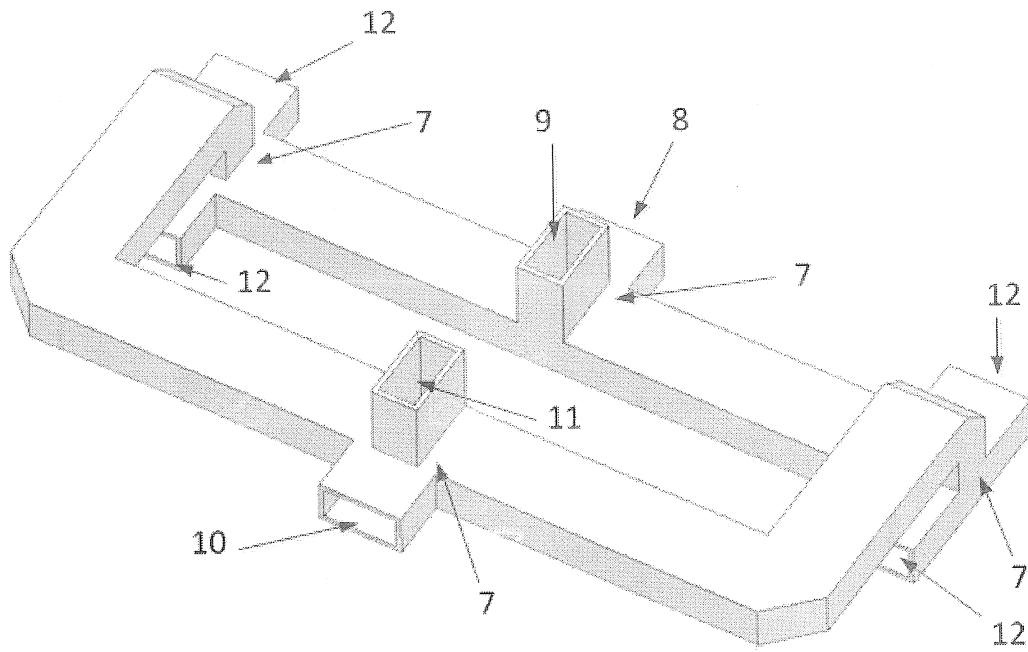
Hình 1



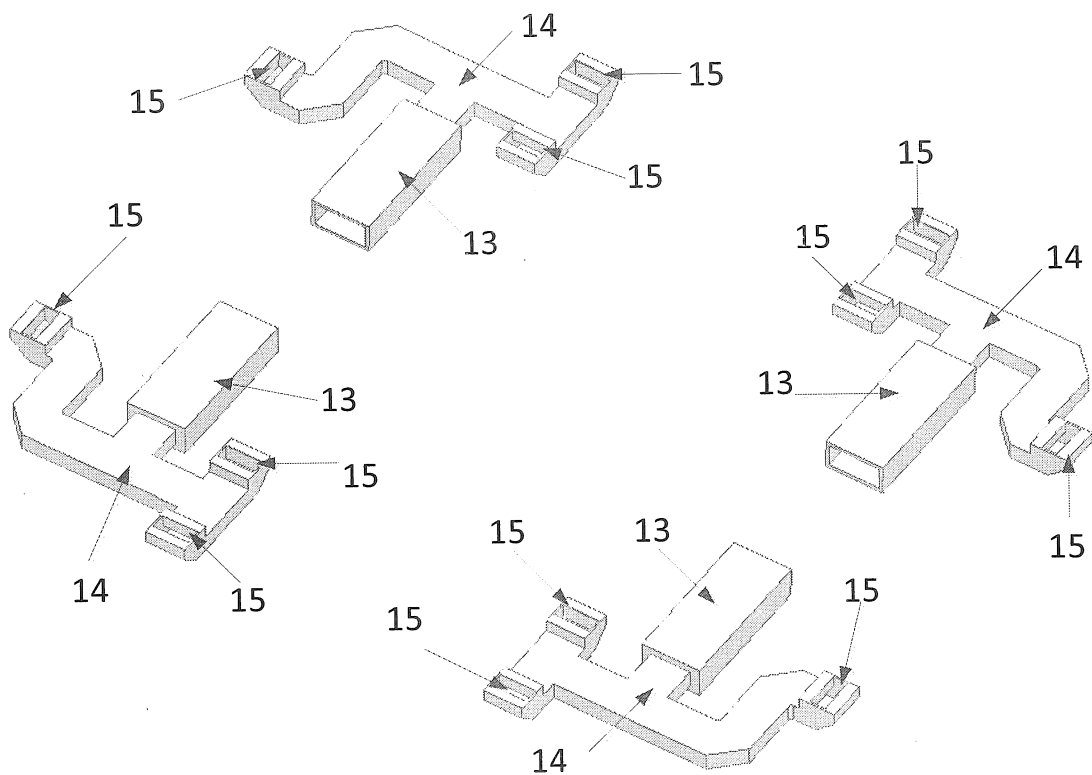
Hình 2



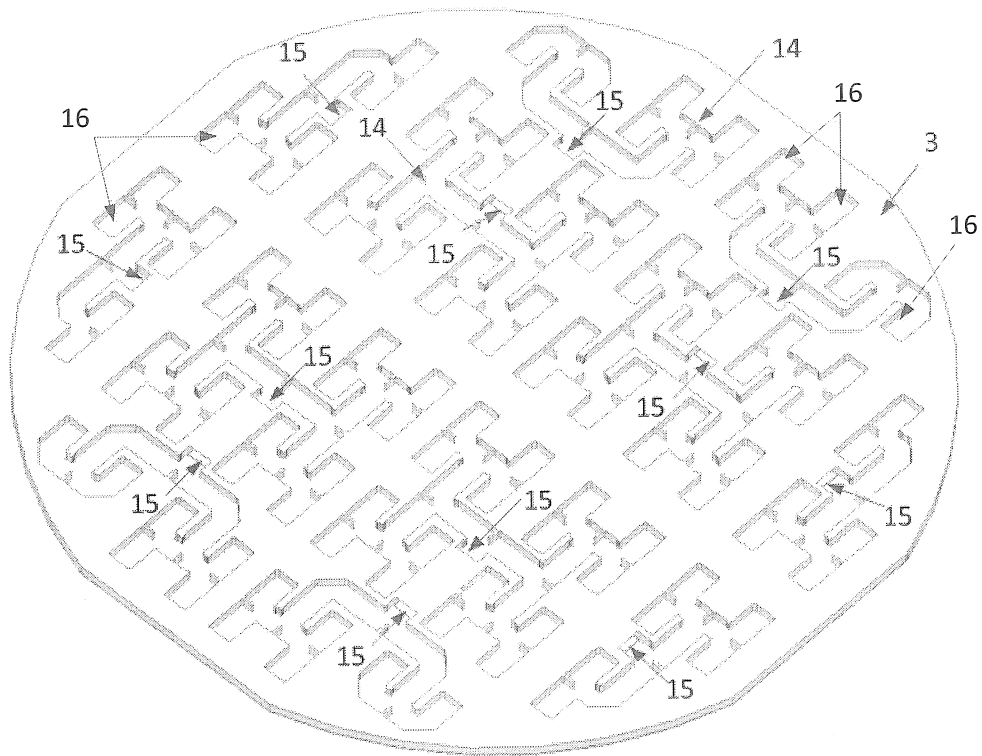
Hình 3



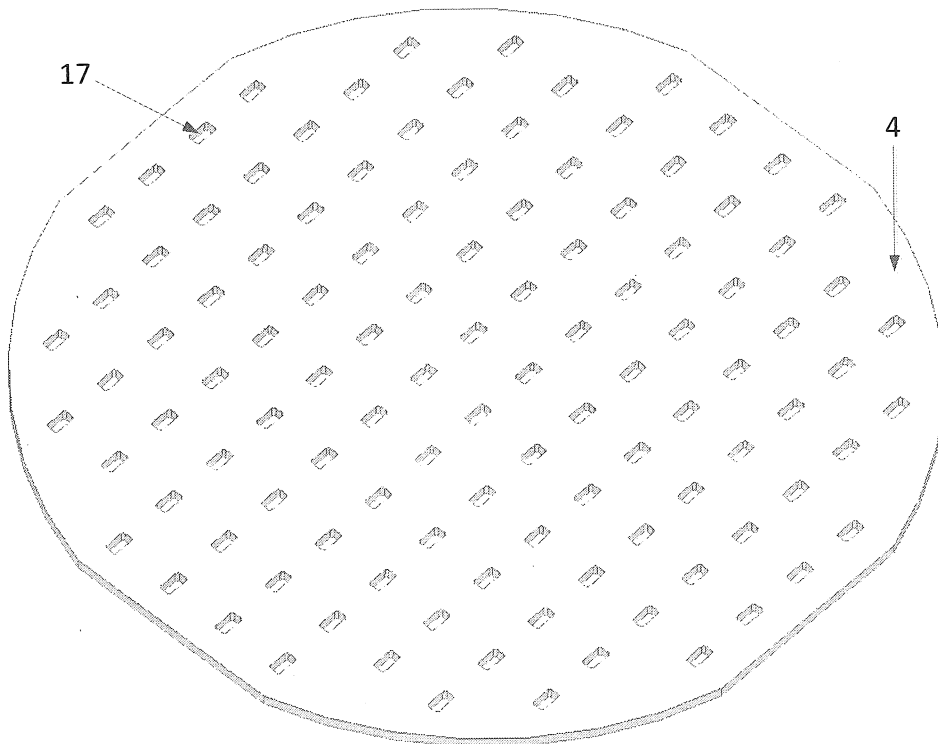
Hình 4



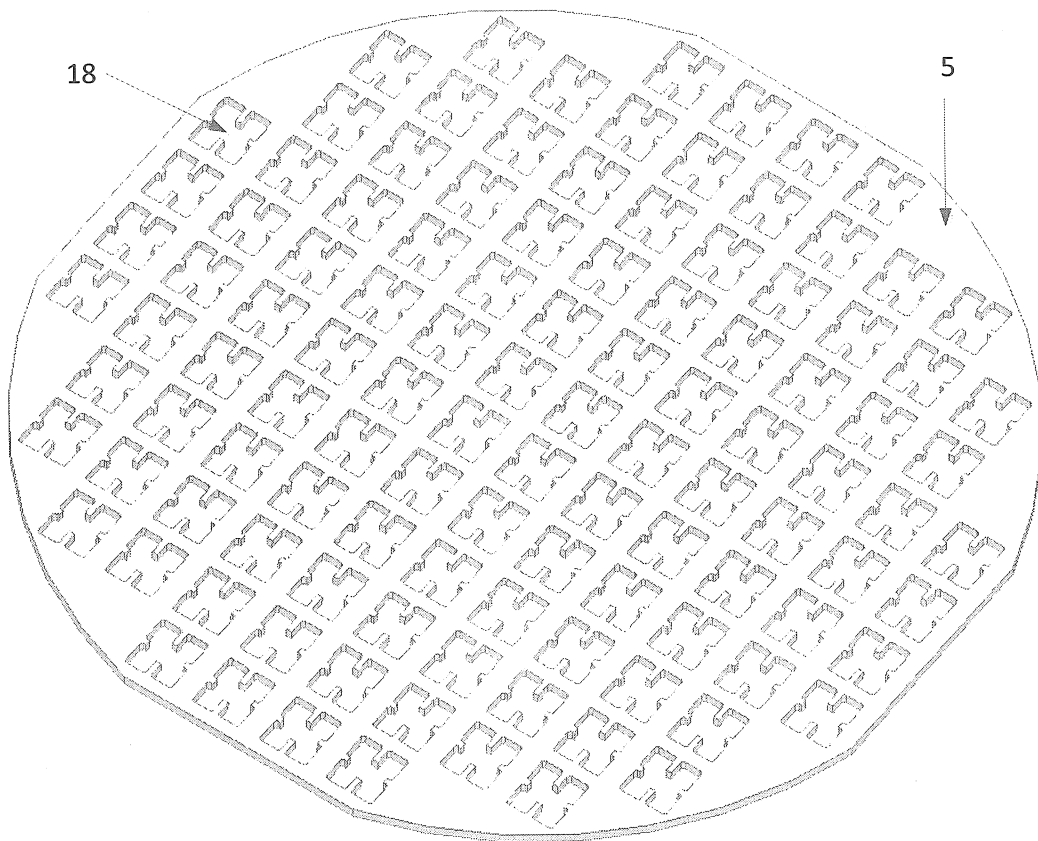
Hình 5



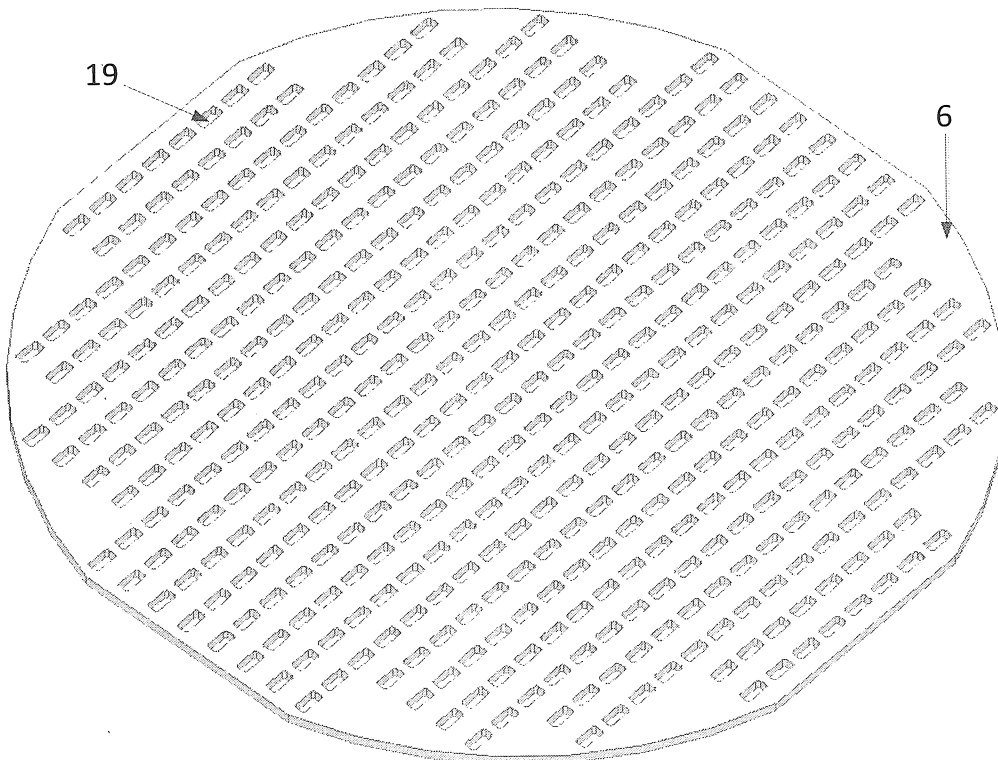
Hình 6



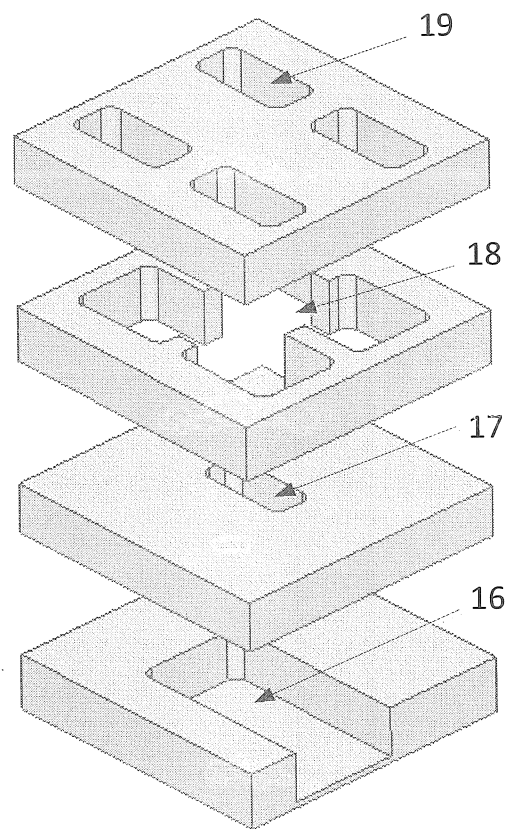
Hình 7



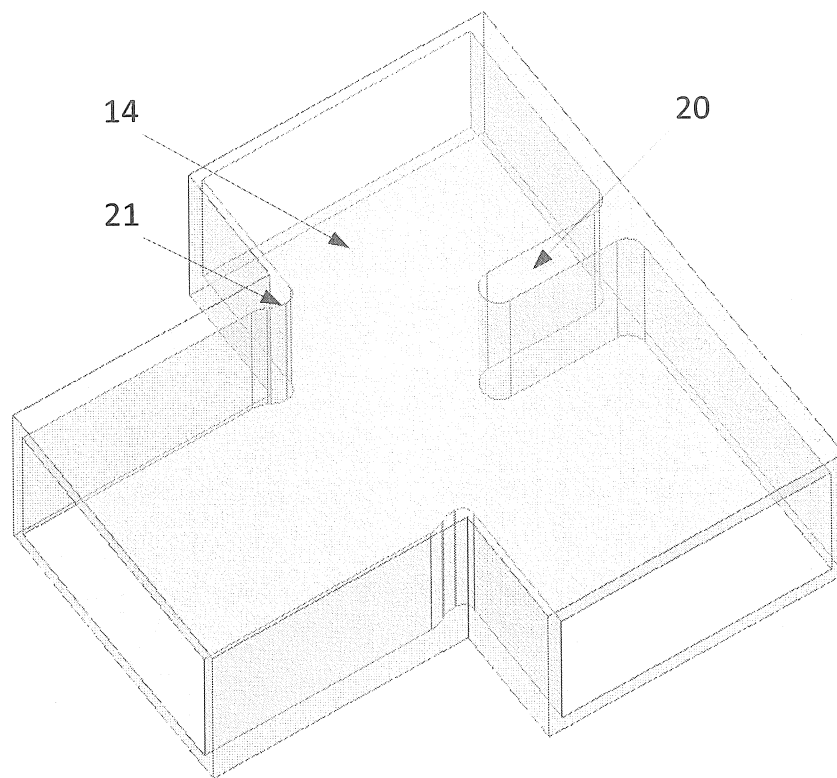
Hình 8



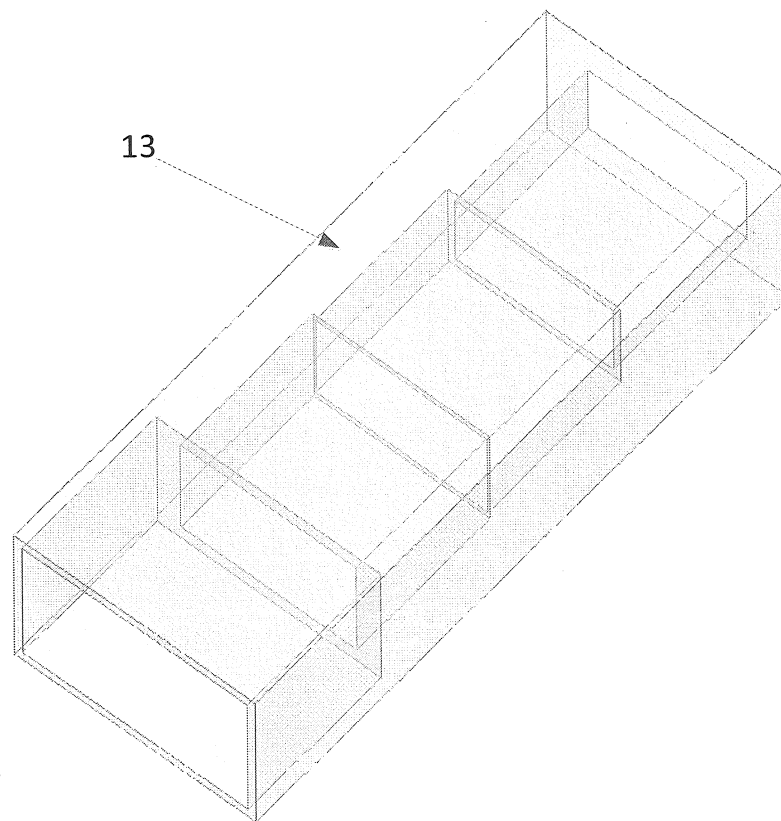
Hình 9



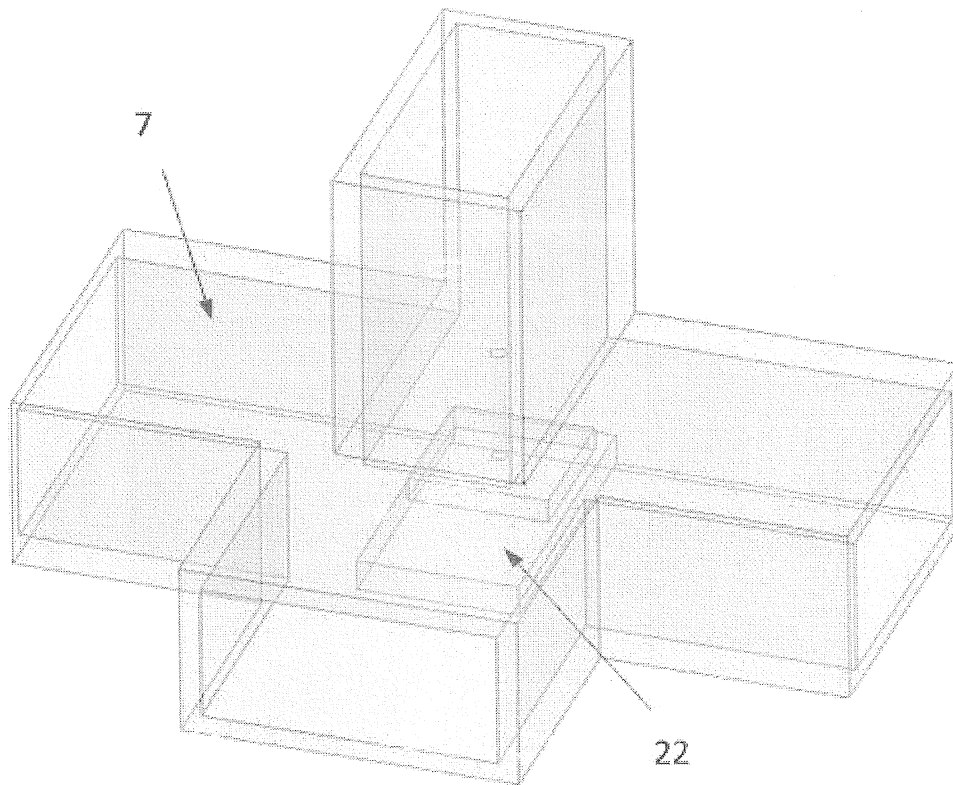
Hình 10



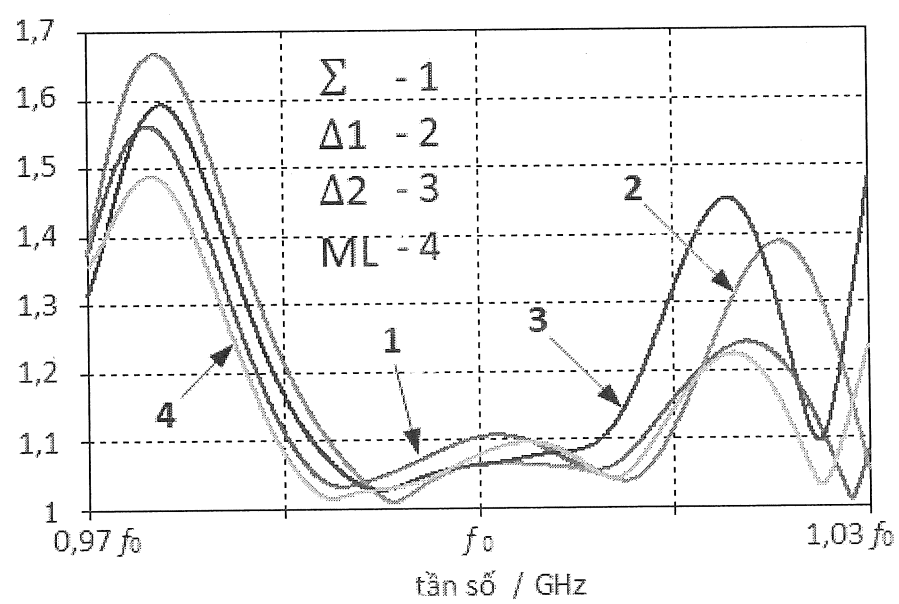
Hình 11



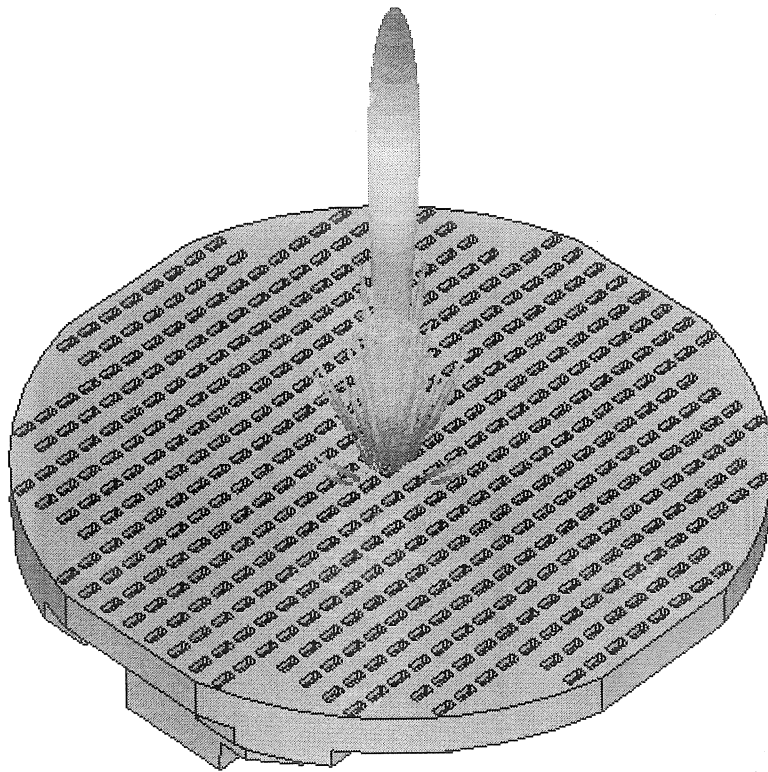
Hình 12



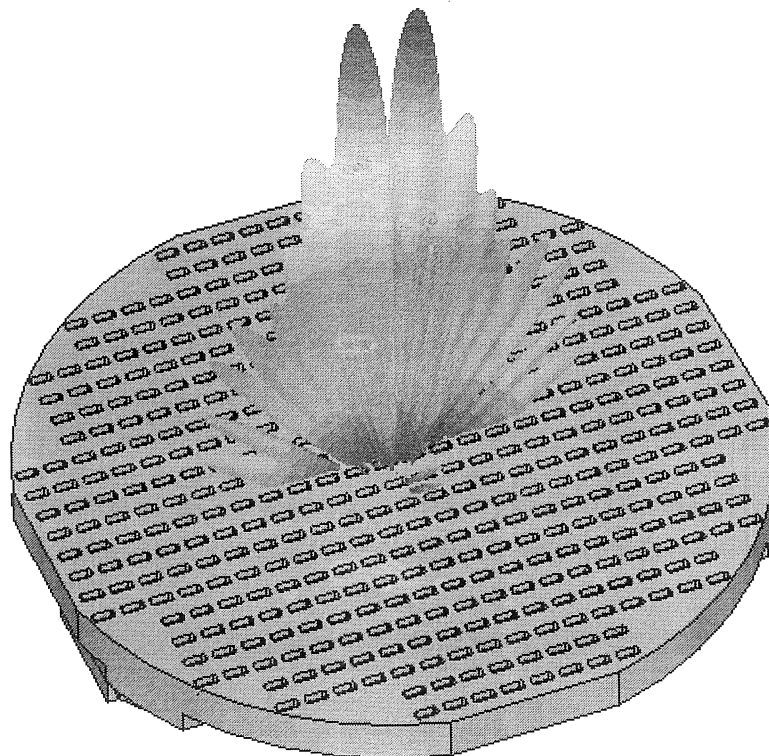
Hình 13



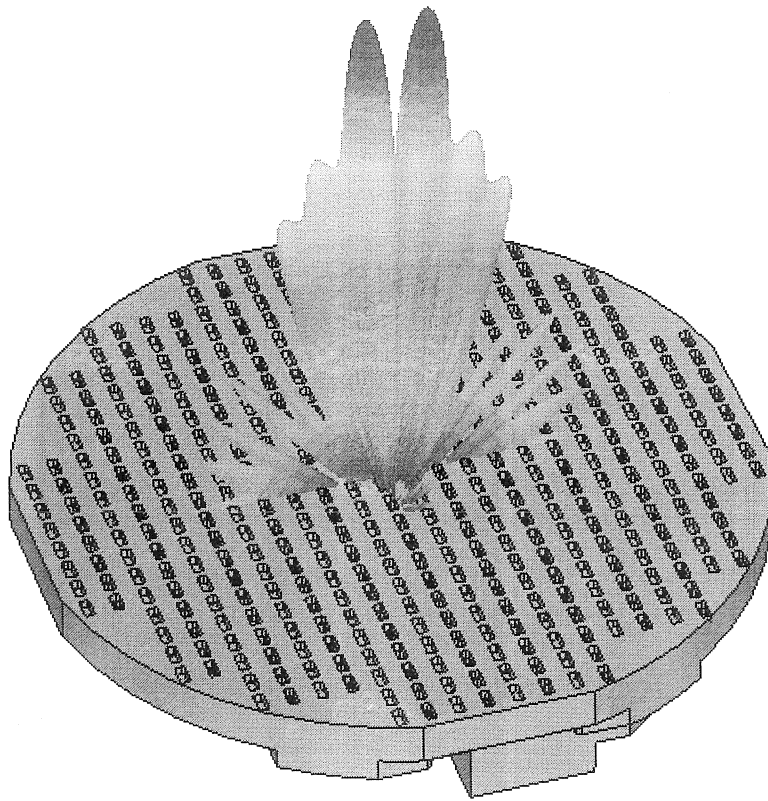
Hình 14



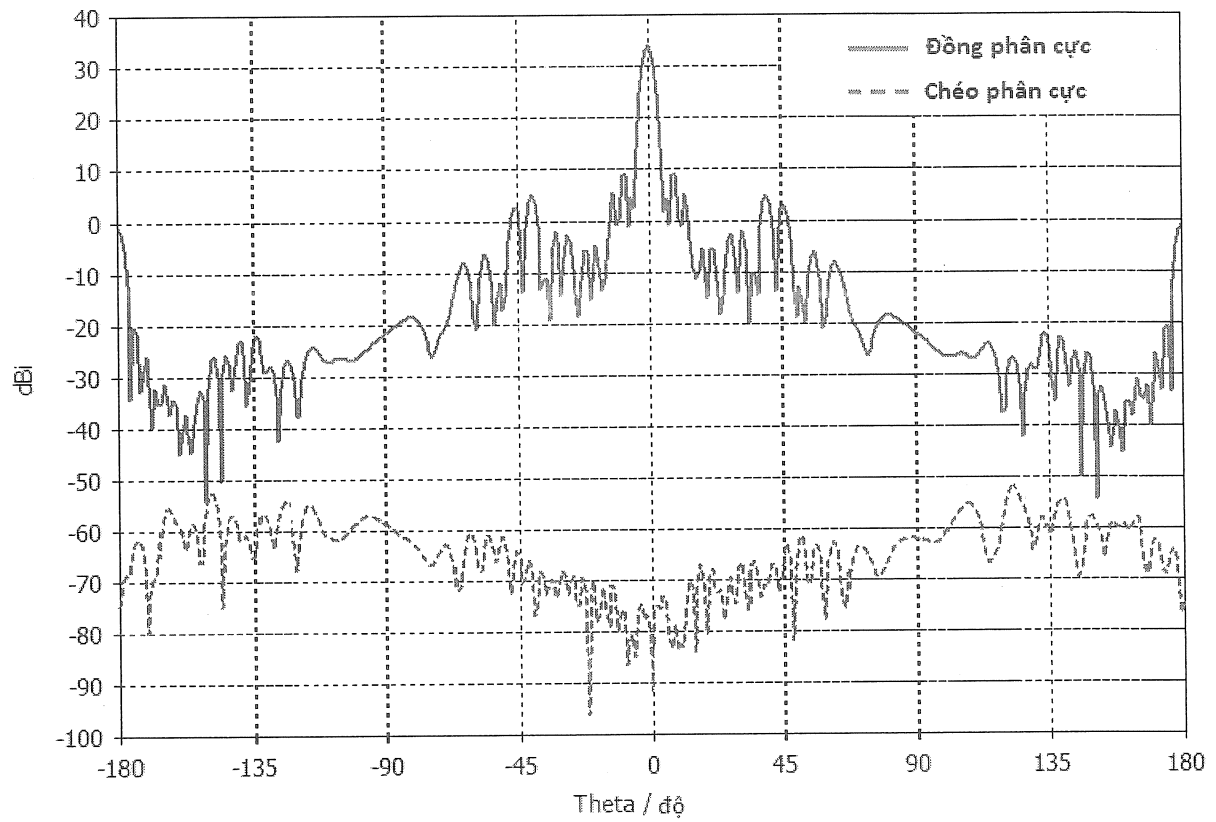
Hình 15



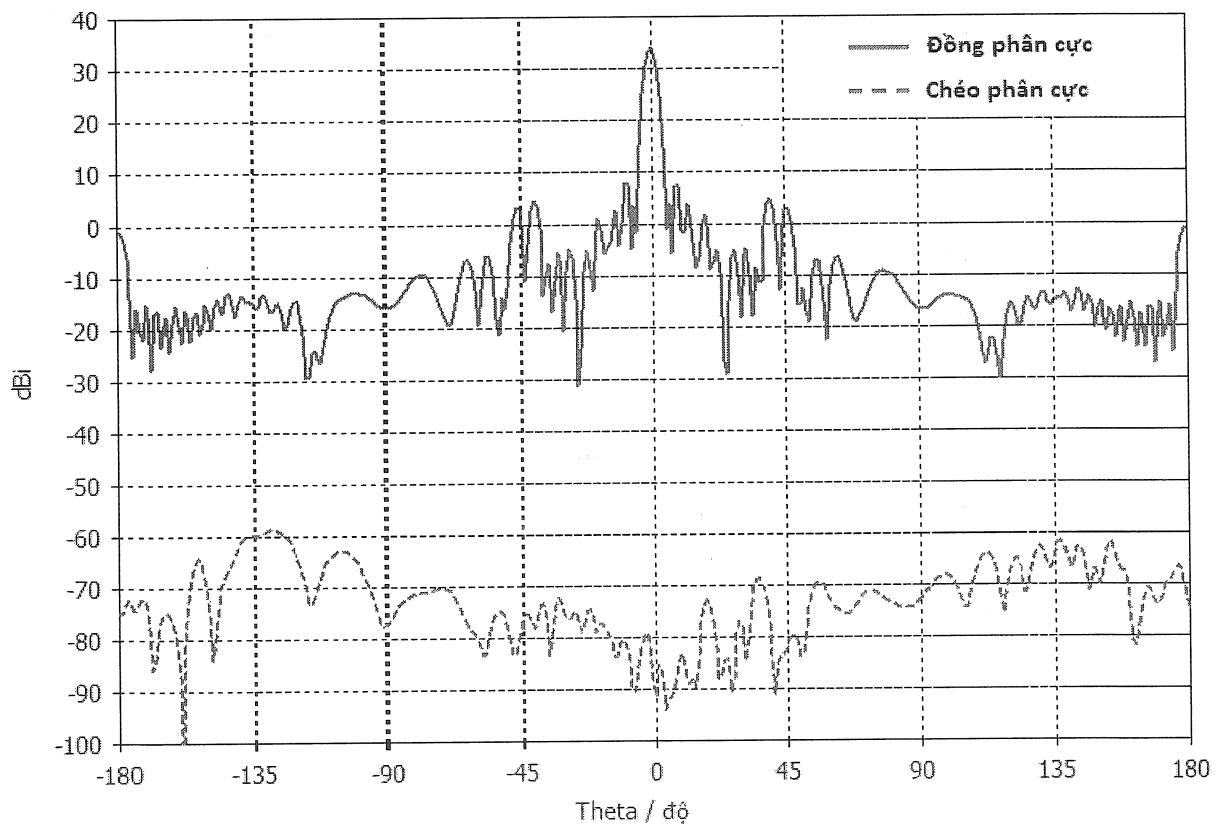
Hình 16



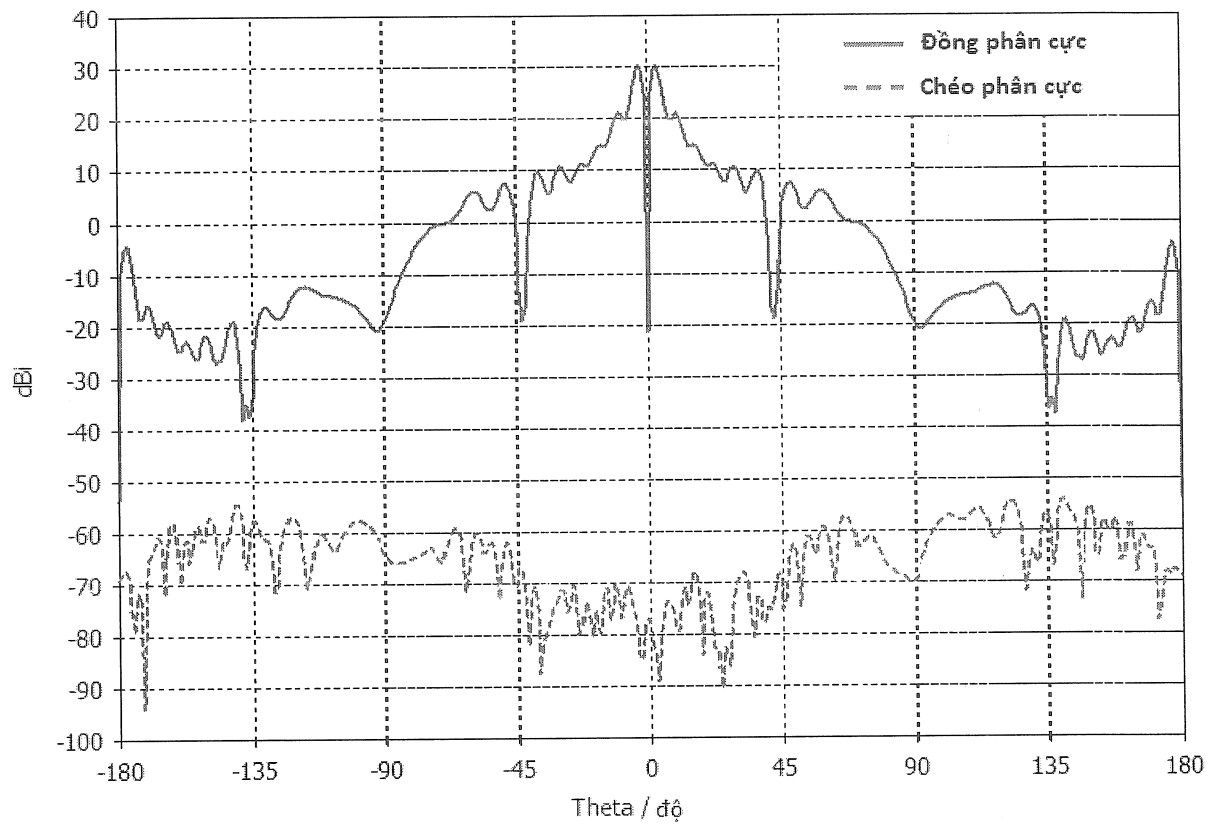
Hình 17



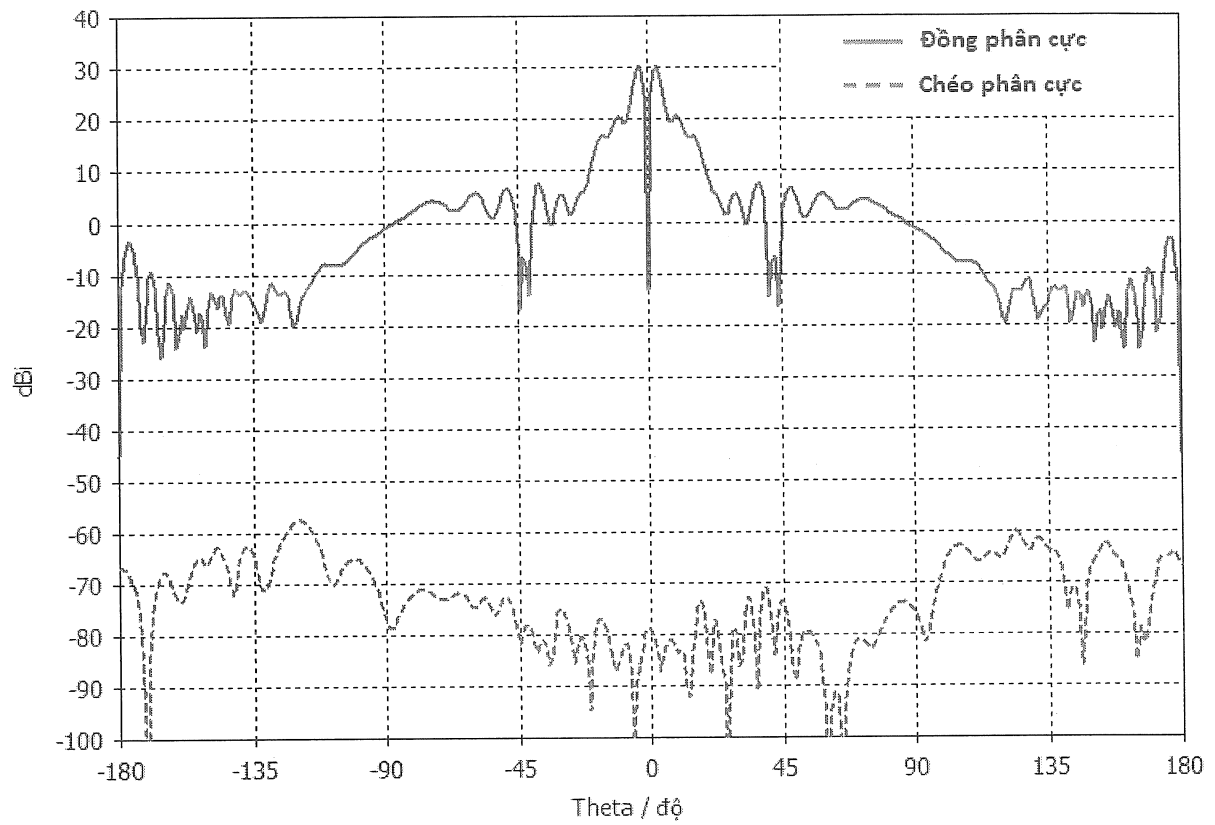
Hình 18



Hình 19



Hình 20



Hình 21