



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년09월06일  
(11) 등록번호 10-2019434  
(24) 등록일자 2019년09월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H01Q 21/06 (2018.01) H01Q 15/00 (2018.01)  
H01Q 3/26 (2006.01) H01Q 9/28 (2018.01)  
(52) CPC특허분류  
H01Q 21/067 (2013.01)  
H01Q 15/00 (2018.05)  
(21) 출원번호 10-2018-0106663  
(22) 출원일자 2018년09월06일  
심사청구일자 2018년09월06일  
(56) 선행기술조사문헌  
JP2013038577 A\*  
KR100598649 B1\*  
KR1020120027327 A\*  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
경상대학교 산학협력단  
경상남도 진주시 진주대로 501 (가좌동)  
(72) 발명자  
이왕상  
경상남도 진주시 새평거로 75, 413동 1401호(평거동, 평거휴먼시아4단지)  
서동근  
경상남도 진주시 상봉대롱길 14, 2동 504호(상봉동, 삼영아파트)  
(74) 대리인  
특허법인(유한)아이시스

전체 청구항 수 : 총 16 항

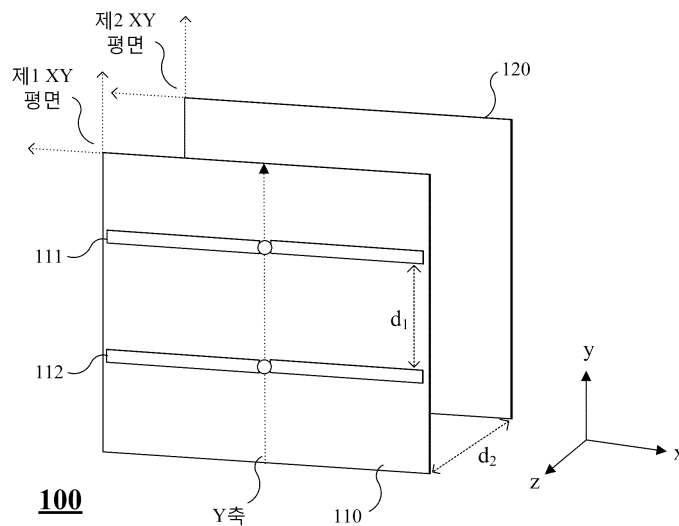
심사관 : 변종길

(54) 발명의 명칭 광범위 양각을 갖는 Y축 수평 배열 안테나 장치

(57) 요약

광범위 양각을 갖는 Y축 수평 배열 안테나 장치는 제1 빔을 방사하는 제1 안테나, 상기 제1 안테나가 배치되는 제1 XY 평면에서 상기 제1 안테나로부터 Y축 방향으로 반파장 이내 간격으로 선형 배치되며, 제2 빔을 방사하는 제2 안테나, 상기 제1 XY 평면으로부터 1/4파장 보다 큰 간격을 갖는 제2 XY 평면에 배치되는 반사기 및 상기 제1 안테나와 상기 제2 안테나에 전달되는 신호 사이의 위상차이가 없는 제1 모드, 상기 제1 안테나와 상기 제2 안테나에 전달되는 신호 사이의 위상차이가 90도이고 상기 제2 안테나에 전달되는 신호에 위상차가 발생하는 제2 모드 및 상기 제1 안테나와 상기 제2 안테나에 전달되는 신호 사이의 위상차이가 90도이고 상기 제1 안테나에 전달되는 신호에 위상차가 발생하는 제3 모드를 제공하는 급전 장치를 포함한다.

대표도 - 도3



(52) CPC특허분류

H01Q 3/26 (2018.05)

H01Q 9/285 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1415156769

부처명 산업통상자원부

연구관리전문기관 한국산업기술평가관리원

연구사업명 지진, 재난재해 대비 전력계통의 안전성 확보를 위한 핵심기술 고급트랙

연구과제명 지진, 재난재해 대비 전력계통의 안전성 확보를 위한 핵심기술 고급트랙

기 여 율 1/2

주관기관 한국에너지기술평가원

연구기간 2018.01.01 ~ 2018.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711065511

부처명 과학기술정보통신부

연구관리전문기관 정보통신기술진흥센터

연구사업명 방송통신산업기술개발

연구과제명 (IITP-Ez)넓은 양각을 지원하는 차량용 소형 배열 안테나 시스템 연구

기 여 율 1/2

주관기관 한국과학기술원

연구기간 2018.01.01 ~ 2018.12.31

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

제1 빔을 방사하는 제1 안테나;

상기 제1 안테나가 배치되는 제1 XY 평면에서 상기 제1 안테나로부터 Y축 방향으로 반파장 이내 간격으로 선형 배치되며, 제2 빔을 방사하는 제2 안테나;

상기 제1 XY 평면으로부터 1/4 파장보다 큰 간격을 갖는 제2 XY 평면에 배치되는 반사기; 및

상기 제1 안테나와 상기 제2 안테나에 전달되는 신호 사이의 위상차이가 없는 제1 모드, 상기 제1 안테나와 상기 제2 안테나에 전달되는 신호 사이의 위상차이가 90도이고 상기 제2 안테나에 전달되는 신호에 위상차가 발생하는 제2 모드 및 상기 제1 안테나와 상기 제2 안테나에 전달되는 신호 사이의 위상차이가 90도이고 상기 제1 안테나에 전달되는 신호에 위상차가 발생하는 제3 모드를 제공하는 급전 장치를 포함하되,

상기 급전 장치는 상기 제1 모드, 상기 제2 모드 및 상기 제3 모드가 반복적으로 수행되도록 제어하여, 상기 제1 모드에 따른 브로드 사이드 빔 및 상기 제2 모드와 상기 제3 모드에 따른 앤드-파이어 빔이 조합된 다중 빔을 형성하는 광범위 양각을 갖는 Y축 수평 배열 안테나 장치.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 모드에서 상기 제1 안테나와 상기 제2 안테나는 브로드 사이드 배열(broadside array) 상태인 광범위 양각을 갖는 Y축 수평 배열 안테나 장치.

#### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제2 모드에서 상기 제1 안테나와 상기 제2 안테나는 제1 앤드-파이어 배열(end-fire array) 상태이고, 상기 제3 모드에서 상기 제1 안테나와 상기 제2 안테나는 제2 앤드-파이어 배열 상태인 광범위 양각을 갖는 Y축 수평 배열 안테나 장치.

#### 청구항 4

삭제

#### 청구항 5

제1항에 있어서,

상기 반사기는 적어도 2개의 다이폴 안테나 구조를 포함하는 광범위 양각을 갖는 Y축 수평 배열 안테나 장치.

#### 청구항 6

제1항에 있어서,

상기 제1 안테나 및 상기 제2 안테나는 다이폴 안테나이고, 상기 제1 XY 평면에서 X 축에 수평하게 상기 Y축을 따라 선형 배열되는 광범위 양각을 갖는 Y축 수평 배열 안테나 장치.

#### 청구항 7

제1항에 있어서,

상기 급전 장치는

신호 공급원의 신호를 입력받아 제1 출력 단자, 제2 출력 단자 및 제3 출력 단자 중 어느 하나로 출력하는 제1

스위치;

상기 제2 출력 단자의 신호를 입력받아 제1 분배 신호 및 제2 분배 신호로 분배하는 반 전력 분배기;

상기 제1 출력 단자의 신호 및 상기 제1 분배 신호 중 어느 하나를 입력받아 출력하는 제2 스위치;

상기 제3 출력 단자의 신호 및 상기 제2 분배 신호 중 어느 하나를 입력받아 출력하는 제3 스위치; 및

상기 제2 스위치에서 출력되는 신호 및 상기 제3 스위치에서 출력되는 신호를 입력받아 90도 위상차를 갖는 2개의 출력 신호를 각각 상기 제1 안테나 및 상기 제2 안테나에 전달하는 하이브리드 커플러를 포함하는 광범위 양각을 갖는 Y축 수평 배열 안테나 장치.

#### 청구항 8

제1 XY 평면에서 Y축 방향 따라 반파장 이내 간격으로 선형 배치되는 제1 안테나 및 제2 안테나를 포함하는 제1 배열 안테나;

상기 제1 배열 안테나로부터 Z축 방향으로 1/4 파장보다 큰 이격 거리에서 상기 제1 XY 평면에 평행하게 배치되는 제1 반사기;

제1 XY 평면에서 X축 방향 따라 반파장 이내 간격으로 선형 배치되는 제3 안테나 및 제4 안테나를 포함하는 제2 배열 안테나;

상기 제2 배열 안테나로부터 Z축 방향으로 1/4 파장보다 큰 이격 거리에서 상기 제1 XY 평면에 평행하게 배치되는 제2 반사기;

시간의 흐름에 따라 상기 제1 안테나와 상기 제2 안테나에 전달되는 신호 사이의 위상차이가 0도인 구간과 90도인 구간이 반복되게 제어하는 제1 급전 장치; 및

시간의 흐름에 따라 상기 제3 안테나와 상기 제4 안테나에 전달되는 신호 사이의 위상차이가 0도인 구간과 90도인 구간이 반복되게 제어하는 제2 급전 장치를 포함하는 광범위 양각을 갖는 Y축 수평 배열 안테나 장치.

#### 청구항 9

제8항에 있어서,

상기 제1 안테나와 상기 제2 안테나에 전달되는 신호의 위상 차이가 0도인 경우 상기 제1 안테나 및 상기 제2 안테나는 브로드 사이드 배열(broadside array) 상태이고,

상기 제1 안테나와 상기 제2 안테나에 전달되는 신호의 위상 차이가 90도인 경우 상기 제1 안테나 및 상기 제2 안테나는 엔드-파이어 배열(end-fire array) 상태인 광범위 양각을 갖는 Y축 수평 배열 안테나 장치.

#### 청구항 10

제8항에 있어서,

상기 제3 안테나와 상기 제4 안테나에 전달되는 신호의 위상 차이가 0도인 경우 상기 제3 안테나 및 상기 제4 안테나는 브로드 사이드 배열(broadside array) 상태이고,

상기 제3 안테나와 상기 제4 안테나에 전달되는 신호의 위상 차이가 90도인 경우 상기 제3 안테나 및 상기 제4 안테나는 엔드-파이어 배열(end-fire array) 상태인 광범위 양각을 갖는 Y축 수평 배열 안테나 장치.

#### 청구항 11

제8항에 있어서,

상기 제1 안테나, 상기 제2 안테나, 상기 제3 안테나 및 상기 제4 안테나가 방사하는 빔들이 브로드 사이드 빔과 엔드-파이어 빔이 조합된 다중 빔을 형성하는 광범위 양각을 갖는 Y축 수평 배열 안테나 장치.

#### 청구항 12

제8항에 있어서,

상기 제1 반사기 및 제2 반사기 중 적어도 하나는 적어도 2개의 다이폴 안테나 구조를 포함하는 광범위 양각을

갖는 Y축 수평 배열 안테나 장치.

### 청구항 13

제8항에 있어서,

상기 제1 급전 장치는

신호 공급원의 신호를 입력받아 제1 출력 단자, 제2 출력 단자 및 제3 출력 단자 중 어느 하나로 출력하는 제1 스위치;

상기 제2 출력 단자의 신호를 입력받아 제1 분배 신호 및 제2 분배 신호로 분배하는 반 전력 분배기;

상기 제1 출력 단자의 신호 및 상기 제1 분배 신호 중 어느 하나를 입력받아 출력하는 제2 스위치;

상기 제3 출력 단자의 신호 및 상기 제2 분배 신호 중 어느 하나를 입력받아 출력하는 제3 스위치; 및

상기 제2 스위치에서 출력되는 신호 및 상기 제3 스위치에서 출력되는 신호를 입력받아 90도 위상차를 갖는 2개의 출력 신호를 각각 상기 제1 안테나 및 상기 제2 안테나에 전달하는 하이브리드 커플러를 포함하는 광범위 양각을 갖는 Y축 수평 배열 안테나 장치.

### 청구항 14

제8항에 있어서,

상기 제2 급전 장치는

신호 공급원의 신호를 입력받아 제1 출력 단자, 제2 출력 단자 및 제3 출력 단자 중 어느 하나로 출력하는 제1 스위치;

상기 제2 출력 단자의 신호를 입력받아 제1 분배 신호 및 제2 분배 신호로 분배하는 반 전력 분배기;

상기 제1 출력 단자의 신호 및 상기 제1 분배 신호 중 어느 하나를 입력받아 출력하는 제2 스위치;

상기 제3 출력 단자의 신호 및 상기 제2 분배 신호 중 어느 하나를 입력받아 출력하는 제3 스위치; 및

상기 제2 스위치에서 출력되는 신호 및 상기 제3 스위치에서 출력되는 신호를 입력받아 90도 위상차를 갖는 2개의 출력 신호를 각각 상기 제3 안테나 및 상기 제4 안테나에 전달하는 하이브리드 커플러를 포함하는 광범위 양각을 갖는 Y축 수평 배열 안테나 장치.

### 청구항 15

제1 빔을 방사하는 제1 안테나;

상기 제1 안테나가 배치되는 제1 XY 평면에서 상기 제1 안테나로부터 Y축 방향으로 반파장 이내 간격으로 선형 배치되며, 제2 빔을 방사하는 제2 안테나;

상기 제1 XY 평면으로부터 1/4 파장보다 큰 간격을 갖는 제2 XY 평면에 배치되는 도파기; 및

상기 제1 안테나와 상기 제2 안테나에 전달되는 신호 사이의 위상차이가 없는 제1 모드, 상기 제1 안테나와 상기 제2 안테나에 전달되는 신호 사이의 위상차이가 90도이고 상기 제2 안테나에 전달되는 신호에 위상차가 발생하는 제2 모드 및 상기 제1 안테나와 상기 제2 안테나에 전달되는 신호 사이의 위상차이가 90도이고 상기 제1 안테나에 전달되는 신호에 위상차가 발생하는 제3 모드를 제공하는 급전 장치를 포함하되,

상기 도파기는 상기 제1 안테나 및 상기 제2 안테나의 전면에 배치되고, 상기 급전 장치는 상기 제1 모드, 상기 제2 모드 및 상기 제3 모드가 반복적으로 수행되도록 제어하여, 상기 제1 모드에 따른 브로드 사이드 빔 및 상기 제2 모드와 상기 제3 모드에 따른 앤드-파이어 빔이 조합된 다중 빔을 형성하는 광범위 양각을 갖는 Y축 수평 배열 안테나 장치.

### 청구항 16

제15항에 있어서,

상기 제1 모드에서 상기 제1 안테나와 상기 제2 안테나는 브로드 사이드 배열(broadside array) 상태이고, 상기

제2 모드에서 상기 제1 안테나와 상기 제2 안테나는 제1 앤드-파이어 배열(end-fire array) 상태이고, 상기 제3 모드에서 상기 제1 안테나와 상기 제2 안테나는 제2 앤드-파이어 배열 상태인 광범위 양각을 갖는 Y축 수평 배열 안테나 장치.

## 청구항 17

제15항에 있어서,

상기 급전 장치는

신호 공급원의 신호를 입력받아 제1 출력 단자, 제2 출력 단자 및 제3 출력 단자 중 어느 하나로 출력하는 제1 스위치;

상기 제2 출력 단자의 신호를 입력받아 제1 분배 신호 및 제2 분배 신호로 분배하는 반 전력 분배기;

상기 제1 출력 단자의 신호 및 상기 제1 분배 신호 중 어느 하나를 입력받아 출력하는 제2 스위치;

상기 제3 출력 단자의 신호 및 상기 제2 분배 신호 중 어느 하나를 입력받아 출력하는 제3 스위치; 및

상기 제2 스위치에서 출력되는 신호 및 상기 제3 스위치에서 출력되는 신호를 입력받아 90도 위상차를 갖는 2개의 출력 신호를 각각 상기 제1 안테나 및 상기 제2 안테나에 전달하는 하이브리드 커플러를 포함하는 광범위 양각을 갖는 Y축 수평 배열 안테나 장치.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 이하 설명하는 기술은 광범위 양각을 갖는 배열 안테나에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002] 무선 통신 환경 발전과 변화에 따라 다양한 안테나가 연구되었다. 통신 서비스 범위 관련하여 종래 연구는 주로 넓은 방위각을 갖는 안테나에 초점이 있었다. 한편 최근 안테나 기술 동향 내지 시장 환경은 방위각뿐만 아니라 넓은 양각(elevation)을 갖는 안테나를 필요로 한다. 예컨대, 5G 통신을 위한 3D 빔포밍 기술은 넓은 양각을 갖는 안테나가 필요하다. 또 다양한 IoT 기기가 존재하는 동적인 통신 환경은 서로 높이(고도)가 다른 객체 사이의 원활한 통신을 위하여 넓은 양각을 갖는 안테나가 필요하다.

## 선행기술문헌

### 특허문헌

[0003] (특허문헌 0001) 미국등록특허 US 9,595,767호

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0004] 종래 안테나는 넓은 양각에서는 이득이 감소하는 구조를 갖는다. 따라서 넓은 양각 범위에서 이득이 높은 안테나가 요구되고 있다. 이하 설명하는 기술은 브로드 사이드 배열(broadside array)과 앤드-파이어 배열(end-fire array)의 조합된 특징을 갖는 안테나 장치를 제공하고자 한다.

### 과제의 해결 수단

[0005] 광범위 양각을 갖는 Y축 수평 배열 안테나 장치는 제1 빔을 방사하는 제1 안테나, 상기 제1 안테나가 배치되는 제1 XY 평면에서 상기 제1 안테나로부터 Y축 방향으로 반파장 이내 간격으로 선형 배치되며, 제2 빔을 방사하는 제2 안테나, 상기 제1 XY 평면으로부터 1/4 파장보다 큰 간격을 갖는 제2 XY 평면에 배치되는 반사기 및 상기 제1 안테나와 상기 제2 안테나에 전달되는 신호 사이의 위상차이가 없는 제1 모드, 상기 제1 안테나와 상기 제2 안테나에 전달되는 신호 사이의 위상차이가 90도이고 상기 제2 안테나에 전달되는 신호에 위상차가 발생하는 제

2 모드 및 상기 제1 안테나와 상기 제2 안테나에 전달되는 신호 사이의 위상차이가 90도이고 상기 제1 안테나에 전달되는 신호에 위상차가 발생하는 제3 모드를 제공하는 급전 장치를 포함한다. 상기 급전 장치는 상기 제1 모드, 상기 제2 모드 및 상기 제3 모드가 반복적으로 수행되도록 제어한다.

[0006] 다른 측면에서 광범위 양각을 갖는 Y축 수평 배열 안테나 장치는 제1 XY 평면에서 Y축 방향 따라 반파장 이내 간격으로 선형 배치되는 제1 안테나 및 제2 안테나를 포함하는 제1 배열 안테나, 상기 제1 배열 안테나로부터 Z축 방향으로 1/4 파장보다 큰 이격 거리에서 상기 제1 XY 평면에 평행하게 배치되는 제1 반사기, 제1 XY 평면에서 X축 방향 따라 반파장 이내 간격으로 선형 배치되는 제3 안테나 및 제3 안테나를 포함하는 제2 배열 안테나, 상기 제2 배열 안테나로부터 Z축 방향으로 1/4 파장보다 큰 이격 거리에서 상기 제1 XY 평면에 평행하게 배치되는 제2 반사기, 시간의 흐름에 따라 상기 제1 안테나와 상기 제2 안테나에 전달되는 신호 사이의 위상차이가 0도인 구간과 90도인 구간이 반복되게 제어하는 제1 급전 장치 및

[0007] 시간의 흐름에 따라 상기 제3 안테나와 상기 제4 안테나에 전달되는 신호 사이의 위상차이가 0도인 구간과 90도인 구간이 반복되게 제어하는 제2 급전 장치를 포함한다.

### 발명의 효과

[0009] 이하 설명하는 기술은 복수의 선형 배열 안테나에 공급되는 신호 위상을 동적으로 조절하여 브로드 사이드 빙과 앤드-파이어 빔이 조합된 넓은 양각을 갖는 빔을 형성한다. 이하 설명하는 기술은 수평 방향(Y 축 방향)으로 배열되는 안테나를 사용하여 안테나를 내장하는 장치의 설계가 용이하다.

### 도면의 간단한 설명

- [0010] 도 1은 무선 통신을 수행하는 IoT 환경에 대한 예이다.
- 도 2는 N개 선형 배열 안테나에 대한 브로드 사이드 배열과 앤드-파이어 배열에 대한 예이다.
- 도 3은 Y 축 수평 배열 안테나 장치에 대한 예이다.
- 도 4는 Y 축 수평 배열 안테나 장치에 대한 다른 예이다.
- 도 5는 Y 축 수평 배열 안테나 장치에 대한 또 다른 예이다.
- 도 6은 도 3 내지 도 5의 안테나에 대한 급전 장치 구조의 예이다.
- 도 7은 도 3의 안테나 장치의 방사 패턴에 대한 예이다.
- 도 8은 도 4의 안테나 장치의 방사 패턴에 대한 예이다.
- 도 9는 도 5의 안테나 장치의 방사 패턴에 대한 예이다.
- 도 10은 Y 축 수평 배열 안테나 장치에 대한 또 다른 예이다.
- 도 11은 도 10의 안테나에 대한 급전 장치 구조의 예이다.
- 도 12는 도 10의 안테나 방사 패턴에 대한 예이다.
- 도 13은 도 10의 안테나 장치가 형성하는 방사 패턴의 조합된 형태를 도시한 예이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0011] 이하 설명하는 기술은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시례를 가질 수 있는 바, 특정 실시례들을 도면에 예시하고 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 이하 설명하는 기술을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 이하 설명하는 기술의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[0012] 제1, 제2, A, B 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 해당 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되지는 않으며, 단지 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 이하 설명하는 기술의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다. 및/또는 이라는 용어는 복수의 관련된 기재된 항목들의 조합 또는 복수의 관련된 기재된 항목들 중의 어느 항목을 포함한다.

- [0013] 본 명세서에서 사용되는 용어에서 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 해석되지 않는 한 복수의 표현을 포함하는 것으로 이해되어야 하고, "포함한다" 등의 용어는 특징, 개수, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 의미하는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 개수, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0014] 도면에 대한 상세한 설명을 하기에 앞서, 본 명세서에서의 구성부들에 대한 구분은 각 구성부가 담당하는 주기능 별로 구분한 것에 불과함을 명확히 하고자 한다. 즉, 이하에서 설명할 2개 이상의 구성부가 하나의 구성부로 합쳐지거나 또는 하나의 구성부가 보다 세분화된 기능별로 2개 이상으로 분화되어 구비될 수도 있다. 그리고 이하에서 설명할 구성부 각각은 자신이 담당하는 주기능 이외에도 다른 구성부가 담당하는 기능 중 일부 또는 전부의 기능을 추가적으로 수행할 수도 있으며, 구성부 각각이 담당하는 주기능 중 일부 기능이 다른 구성부에 의해 전담되어 수행될 수도 있음은 물론이다.
- [0015] 또, 방법 또는 동작 방법을 수행함에 있어서, 상기 방법을 이루는 각 과정들은 문맥상 명백하게 특정 순서를 기재하지 않은 이상 명기된 순서와 다르게 일어날 수 있다. 즉, 각 과정들은 명기된 순서와 동일하게 일어날 수도 있고 실질적으로 동시에 수행될 수도 있으며 반대의 순서대로 수행될 수도 있다.
- [0017] 도 1은 무선 통신을 수행하는 IoT 환경에 대한 예이다. 도 1은 무선 통신을 위한 안테나가 사용되는 환경에 대한 예이다. 도 1은 IoT 환경 중 자율주행 차량과 드론에 대한 예를 도시한다. 차량(21)은 다른 차량(22)와 차량 간 통신(V2V: Vehicle to Vehicle)을 수행한다. 나아가 차량은 도로주변에 설치된 인프라와 통신할 수 있다. 차량(21)은 건물 위에 배치된 인프라(10)와 통신(V2I: Vehicle to Infra)한다. 인프라(10)는 주변 정보를 수집하는 AP와 같은 장치일 수 있다. 차량(22)은 공중에 있는 위성(5)과 통신을 한다. 한편 드론도 유사한 통신 환경을 갖는다. 드론(31)은 다른 드론(32)와 통신할 수 있다(U2U: UAV to UAV). 또 드론(31)은 위성(50)과 통신을 할 수도 있다. 이와 같이 차량이나 드론과 같은 객체는 수평면에 있지 않고, 높이(고도) 차이가 큰 객체와 통신을 할 수 있다. 다만 현재 안테나는 제한된 양각 범위에서만 이득이 높다는 문제가 있다.
- [0018] 최근 국제전기통신연합(ITU, International Telecommunication Union) 산하의 세계 전파통신회의(WRC, World Radio Conference)는 전세계적으로 무인항공기 지상제어 전용으로 5030~5150MHz 대역을 분배하였다. 지상의 무인 항공기 제어 목적으로 5030~5150MHz 대역을 할당하여 수 km까지 통신이 가능하도록 환경을 조성하였다. 이와 설명하는 배열 안테나도 5000MHz 대역 서비스가 가능하다.
- [0019] 이하 설명하는 기술은 배열 안테나에 관한 것이다. 이하 설명하는 기술은 다중 빔을 생성하는 배열 안테나에 관한 것이다. 이하 설명하는 기술은 넓은 양각 범위를 지원하는 배열 안테나에 관한 것이다. 배열 안테나에 대하여 먼저 간략하게 설명한다.
- [0020] 단일 안테나 소자는 다양한 방사 패턴을 갖지 못한다. 개발자는 특정한 지향성(방사 패턴)을 갖는 안테나를 개발하고자 할 때 배열 안테나를 사용할 수 있다. 배열 안테나는 2개 이상의 안테나 소자를 동시에 사용한 배열을 포함한다.
- [0021] 배열 안테나는 안테나 소자를 일정한 형태로(기하학적으로) 배열하여 일정한 방사 패턴을 생성할 수 있다. 안테나 소자의 배열 형태에 따라 다양한 종류의 안테나가 있다. 예컨대, 선형 배열 안테나(linear array antenna)는 배열 소자 중심이 직선을 따라 배치되는 안테나이다. 선형 배열 안테나에서 안테나 소자 사이의 간격을 일정할 수 있다.
- [0022] 배열 안테나는 배열된 안테나 소자에 공급되는 전류 위상을 제어하여 원하는 방사 패턴을 생성하기도 한다. 배열 안테나는 안테나 소자에 공급되는 급전 신호(전류)의 진폭 및/또는 위상을 전기적으로 제어하여 특정한 방사 패턴을 생성한다. 위상 조정은 위상 변환기(Phase Shifter), 하이브리드 커플러(Hybrid Coupler) 등을 이용할 수 있다. 진폭 조정은 감쇠기(Attenuator)를 이용할 수 있다.
- [0023] 이하 설명하는 배열 안테나는 선형 배열 안테나이다. 이하 배열 안테나를 구성하는 안테나 요소를 다이폴 안테나로 가정하고 설명한다. 다만 배열 안테나는 다이폴 안테나 외에 모노폴 안테나, 루프 안테나, 야기 안테나, 비발디 안테나(Vivaldi antenna), 준-야기 안테나(Quasi-yagi antenna) 등과 같은 다른 유형의 안테나가 사용될 수도 있다.
- [0025] 도 2는 N개 선형 배열 안테나에 대한 브로드 사이드 배열과 앤드-파이어 배열에 대한 예이다. 도 2(A)는 선형 배열 안테나에 대한 예이다. 도 2(A)는 N개의 안테나 소자가 z축 상에 수평 상태로 배열되는 예이다. 도 2(A)는 7개의 다이폴 안테나를 포함하는 선형 배열 안테나이다. 도 2(A)는 안테나 소자 사이의 간격이 반파장 이내라고

전제한다. 예컨대, 연속된 안테나 소자 사이의 간격은  $1/4\lambda$  일 수 있다.

[0026] 도 2(B)는 도 2(A)의 배열 안테나에 대한 브로드 사이드 배열의 예이다. 브로드 사이드 배열은 배열면에 대하여 직각 방향으로 최대 방사가 일어난다. 도 2(B)는  $z$  축에 수직 방향으로 최대 방사가 일어나는 예를 도시한다. 브로드 사이드 배열 경우 안테나 소자는 위상차를 갖지 않는다.

[0027] 도 2(C)는 도 2(A)의 배열 안테나에 대한 앤드-파이어 배열의 예이다. 앤드-파이어 배열은 배열축 방향으로 최대 방사가 일어난다. 도 2(C)는  $z$  축 방향으로 최대 방사가 일어나는 예를 도시한다. 앤드-파이어 배열 경우 안테나 소자는  $90^\circ$  위상차를 갖는다.

## [0029] 제1 실시예

[0030] 도 3은  $Y$  축 수평 배열 안테나 장치(100)에 대한 예이다. 도 3은 안테나 구조에 대한 개략적인 예이다. 도 3은 다이폴 안테나를 사용한 선형 배열 안테나에 대한 예이다. 배열 안테나 장치(100)는 배열 안테나(110)와 반사기(120)를 포함한다. 도 3에서  $x$ ,  $y$  및  $z$ 는 3차원 공간의 방향을 의미한다.

[0031] 배열 안테나(110)는 제1 다이폴 안테나(111) 및 제2 다이폴 안테나(112)를 포함한다. 제1 다이폴 안테나(111) 및 제2 다이폴 안테나(112)는 성능 요구에 따라 일정한 대역의 신호를 송수신한다. 예컨대, 제1 다이폴 안테나(111) 및 제2 다이폴 안테나(112)는 5GHz 대역 신호를 처리할 수 있다. 배열 안테나(110)는  $XY$  평면에 배치되는 제1 다이폴 안테나(111) 및 제2 다이폴 안테나(112)를 포함한다. 설명의 편의를 위하여 제1 다이폴 안테나(111) 및 제2 다이폴 안테나(112)가 배치되는 평면을 제1  $XY$  평면이라고 명명한다. 예컨대, 배열 안테나(110)는  $XY$  평면에 평행한 기관상에 제1 다이폴 안테나(111) 및 제2 다이폴 안테나(112)를 배치할 수 있다.

[0032] 제1 다이폴 안테나(111) 및 제2 다이폴 안테나(112)는  $Y$ 축을 따라 선형으로 배열된다. 제1 다이폴 안테나(111) 및 제2 다이폴 안테나(112)의 중심이  $Y$  축을 따라 배열된다. 단위 안테나가  $Y$ 축을 따라 배열되는 형태를  $Y$  축 수평 배열이라고 명명한다. 제1 다이폴 안테나(111) 및 제2 다이폴 안테나(112) 각각은 길이방향이  $X$ 축과 수평( $Y$  축에 수직)이다. 제1 다이폴 안테나(111) 및 제2 다이폴 안테나(112) 사이의 거리  $d_1$ 는 반파장 이내( $d_1 \leq \lambda/2$ )이다. 제1 다이폴 안테나(111) 및 제2 다이폴 안테나(112)의 길이는 안테나 장치의 크기, 목표하는 안테나 장치의 성능 등에 따라 달라질 수 있다.

[0033] 도 3은 두 개의 다이폴 소자를 사용하는 예를 도시하였는데, 경우에 따라서 보다 많은 소자를 사용할 수도 있다. 다만  $N$  개의 소자를 사용하는 경우에도 각 안테나 소자는  $Y$ 축을 따라 선형 배열되는 형태이다.

[0034] 반사기(120)는 안테나가 형성하는 주된 빔의 반대 방향에 배치된다. 배열 안테나(110)와 반사기(120) 사이의 거리  $d_2$ 는  $1/4(4분의1)$  파장보다 크다( $d_2 > \lambda/4$ ). 반사기(120)도  $XY$  평면에 배치될 수 있다. 반사기(120)가 배치되는 평면을 제2  $XY$  평면이라고 명명한다. 반사기(120)는 후엽(back lobe) 이득을 줄인다. 나아가 반사기(120)는 안테나의 빔이 넓은 양각을 갖게 한다. 반사기(120)는 통상적인 안테나 장치에 사용되는 다양한 형태 내지 재질로 구성될 수 있다. 예컨대, 반사기(120)는 금속, 세라믹 또는 PCB 재질로 구성될 수 있다.

[0035] 배열 안테나(110)는 브로드 사이드 빔과 앤드-파이어 빔을 모두 생성할 수 있다. 배열 안테나(110)는 브로드 사이드 빔과 앤드-파이어 빔을 조합하여 양각이 넓은 빔 패턴을 제공한다. 이를 위하여 제1 다이폴 안테나(111) 및 제2 다이폴 안테나(112)에 제공되는 신호(전력)에 위상 조절이 필요하다.

## [0037] 제2 실시예

[0038] 도 4는  $Y$  축 수평 배열 안테나 장치(100)에 대한 다른 예이다. 도 4는 안테나 구조에 대한 개략적인 예이다. 도 4는 다이폴 안테나를 사용한 선형 배열 안테나에 대한 예이다. 배열 안테나 장치(100)는 배열 안테나(110)와 반사기(120)를 포함한다. 도 4에서  $x$ ,  $y$  및  $z$ 는 3차원 공간의 방향을 의미한다. 도 4의 안테나 장치(100)는 반사기(120)의 구조가 도 3의 안테나 장치(100)와 다르다.

[0039] 배열 안테나(110)는 제1 다이폴 안테나(111) 및 제2 다이폴 안테나(112)를 포함한다. 제1 다이폴 안테나(111) 및 제2 다이폴 안테나(112)는 성능 요구에 따라 일정한 대역의 신호를 송수신한다. 예컨대, 제1 다이폴 안테나(111) 및 제2 다이폴 안테나(112)는 5GHz 대역 신호를 처리할 수 있다. 배열 안테나(110)는  $XY$  평면에 배치되는 제1 다이폴 안테나(111) 및 제2 다이폴 안테나(112)를 포함한다. 설명의 편의를 위하여 제1 다이폴 안테나(111) 및 제2 다이폴 안테나(112)가 배치되는 평면을 제1  $XY$  평면이라고 명명한다. 예컨대, 배열 안테나(110)는  $XY$  평면에 평행한 기관상에 제1 다이폴 안테나(111) 및 제2 다이폴 안테나(112)를 배치할 수 있다.

[0040] 제1 다이폴 안테나(111) 및 제2 다이폴 안테나(112)는  $Y$ 축을 따라 선형으로 배열된다. 제1 다이폴 안테나(111)

및 제2 다이폴 안테나(112)의 중심이 Y 축을 따라 배열된다. 제1 다이폴 안테나(111) 및 제2 다이폴 안테나(112)가 Y 축 수평 배열 형태를 갖는다. 제1 다이폴 안테나(111) 및 제2 다이폴 안테나(112) 사이의 거리  $d_1$ 는 반파장 이내( $d_1 \leq \lambda/2$ )이다. 제1 다이폴 안테나(111) 및 제2 다이폴 안테나(112)의 길이는 안테나 장치의 크기, 목표하는 안테나 장치의 성능 등에 따라 달라질 수 있다.

[0041] 도 4는 두 개의 다이폴 소자를 사용하는 예를 도시하였는데, 경우에 따라서 보다 많은 소자를 사용할 수도 있다. 다만 N 개의 소자를 사용하는 경우에도 각 안테나 소자는 Y축을 따라 선행 배열되는 형태이다.

[0042] 반사기(120)는 배열 안테나(110)가 형성하는 주된 빔의 반대 방향(배열 안테나(110)의 후면)에 배치된다. 배열 안테나(110)와 반사기(120) 사이의 거리  $d_2$ 는 1/4 파장보다 크다( $d_2 > \lambda/4$ ). 반사기(120)도 XY 평면에 배치될 수 있다. 반사기(120)가 배치되는 평면을 제2 XY 평면이라고 명명한다. 반사기(120)는 후엽(back lobe) 이득을 줄인다. 나아가 반사기(220)는 안테나의 빔이 넓은 양각을 갖게 한다. 반사기(120)는 통상적인 안테나 장치에 사용되는 다양한 형태 내지 재질로 구성될 수 있다. 반사기(220)는 2개의 다이폴 구조(121 및 122)를 포함한다. 즉, 반사기(120)는 배열 안테나(110)와 유사한 구조를 갖는다. 2개의 다이폴 구조(121 및 122) 사이의 거리  $d_3$ 는 반파장 이내( $d_3 \leq \lambda/2$ )이다. 2개의 다이폴 구조(121 및 122)는 각각 Y 축에서 제1 다이폴 안테나(111) 및 제2 다이폴 안테나(112)와 동일한 높이에 배치될 수 있다. 경우에 따라서 2개의 다이폴 구조(121 및 122)는 제1 다이폴 안테나(111) 및 제2 다이폴 안테나(112)와 다른 형태, 다른 규격 또는 다른 배치 위치를 가질 수도 있다.

[0043] 배열 안테나(110)는 브로드 사이드 빔과 엔드-파이어 빔을 모두 생성할 수 있다. 배열 안테나(110)는 브로드 사이드 빔과 엔드-파이어 빔을 조합하여 양각이 넓은 빔 패턴을 제공한다. 이를 위하여 제1 다이폴 안테나(111) 및 제2 다이폴 안테나(112)에 제공되는 신호(전력)에 위상 조절이 필요하다.

### [0045] 제3 실시예

[0046] 도 5는 Y 축 수평 배열 안테나 장치(200)에 대한 또 다른 예이다. 도 5는 안테나 구조에 대한 개략적인 예이다. 도 5은 다이폴 안테나를 사용한 선행 배열 안테나에 대한 예이다. 배열 안테나 장치(200)는 배열 안테나(210)와 도파기(220)를 포함한다. 도 4에서 x, y 및 z는 3차원 공간의 방향을 의미한다.

[0047] 배열 안테나(210)는 제1 다이폴 안테나(211) 및 제2 다이폴 안테나(212)를 포함한다. 제1 다이폴 안테나(211) 및 제2 다이폴 안테나(212)는 성능 요구에 따라 일정한 대역의 신호를 송수신한다. 예컨대, 제1 다이폴 안테나(211) 및 제2 다이폴 안테나(212)는 5GHz 대역 신호를 처리할 수 있다. 배열 안테나(210)는 XY 평면에 배치되는 제1 다이폴 안테나(211) 및 제2 다이폴 안테나(212)를 포함한다. 설명의 편의를 위하여 제1 다이폴 안테나(211) 및 제2 다이폴 안테나(212)가 배치되는 평면을 제1 XY 평면이라고 명명한다. 예컨대, 배열 안테나(210)는 XY 평면에 평행한 기관상에 제1 다이폴 안테나(211) 및 제2 다이폴 안테나(212)를 배치할 수 있다.

[0048] 제1 다이폴 안테나(211) 및 제2 다이폴 안테나(212)는 Y축을 따라 선행으로 배열된다. 제1 다이폴 안테나(211) 및 제2 다이폴 안테나(212)의 중심이 Y 축을 따라 배열된다. 제1 다이폴 안테나(211) 및 제2 다이폴 안테나(212)가 Y 축 수평 배열 형태를 갖는다. 제1 다이폴 안테나(211) 및 제2 다이폴 안테나(212) 사이의 거리  $d_1$ 는 반파장 이내( $d_1 \leq \lambda/2$ )이다. 제1 다이폴 안테나(211) 및 제2 다이폴 안테나(212)의 길이는 안테나 장치의 크기, 목표하는 안테나 장치의 성능 등에 따라 달라질 수 있다.

[0049] 도 4는 두 개의 다이폴 소자를 사용하는 예를 도시하였는데, 경우에 따라서 보다 많은 소자를 사용할 수도 있다. 다만 N 개의 소자를 사용하는 경우에도 각 안테나 소자는 Y축을 따라 선행 배열되는 형태이다.

[0050] 도파기(220)는 배열 안테나(210)가 형성하는 주된 빔의 진행 방향(배열 안테나(210)의 전면)에 배치된다. 배열 안테나(210)와 도파기(220) 사이의 거리  $d_2$ 는 1/4 파장보다 크다( $d_2 > \lambda/4$ ). 도파기(220)도 XY 평면에 배치될 수 있다. 도파기(220)가 배치되는 평면을 제2 XY 평면이라고 명명한다. 도파기(220)는 안테나의 빔이 넓은 양각을 갖게 한다. 도파기(220)는 통상적인 안테나 장치에 사용되는 다양한 형태 내지 재질로 구성될 수 있다. 도파기(220)는 2개의 다이폴 구조(221 및 222)를 포함할 수 있다. 2개의 다이폴 구조(221 및 222) 사이의 거리  $d_3$ 는 반파장 이내( $d_3 \leq \lambda/2$ )이다. 2개의 다이폴 구조(221 및 222)는 각각 Y 축에서 제1 다이폴 안테나(211) 및 제2 다이폴 안테나(212)와 동일한 높이에 배치될 수 있다. 경우에 따라서 2개의 다이폴 구조(221 및 222)는 제1 다이폴 안테나(211) 및 제2 다이폴 안테나(212)와 다른 형태, 다른 규격 또는 다른 배치 위치를 가질 수도 있다.

- [0051] 배열 안테나(210)는 브로드 사이드 빔과 앤드-파이어 빔을 모두 생성할 수 있다. 배열 안테나(210)는 브로드 사이드 빔과 앤드-파이어 빔을 조합하여 양각이 넓은 빔 패턴을 제공한다. 이를 위하여 제1 다이폴 안테나(211) 및 제2 다이폴 안테나(212)에 제공되는 신호(전력)에 위상 조절이 필요하다.
- [0053] 도 6은 도 3 내지 도 5의 안테나에 대한 급전 장치(300) 구조의 예이다. 급전 장치(300)는 전술한 배열 안테나(110, 210)의 단위 안테나에 전력 신호를 제공하는 장치이다. 배열 안테나(110, 210)에 대하여 동일한 구조의 급전 장치(300)가 사용될 수 있다.
- [0054] 급전 장치(300)는 제1 스위치(310), 반 전력 분배기(320), 제2 스위치(330), 제3 스위치(340) 및 하이브리드 커플러(350)를 포함한다. 도 5는 전력 공급원 내지 신호 공급원은 생략하였다. 급전 장치(300)는 제1 다이폴 안테나(111, 211) 및 제2 다이폴 안테나(112, 212)에 공급되는 신호가 서로  $0^\circ$  또는  $90^\circ$  위상차를 갖도록 제어한다.
- [0055] 제1 스위치(310)는 전력 공급원 내지 신호 공급원에서 전달되는 신호( $RF_{IN}$ )를 입력받는다. 제1 스위치(310)는 입력 신호를 3개의 출력 단자(P1, P2 및 P3) 중 어느 하나로 전달한다. 예컨대, 제1 스위치(310)는 SP3T(Single Pole Three Throw) 스위치일 수 있다.
- [0056] 반 전력 분배기(two-way power divider, 320)는 공급되는 전력(신호)을 반으로 분배한다. 반 전력 분배기(320)는 제1 스위치(310)의 출력 단자 P2의 신호를 입력받아 두 개의 출력 신호로 분배한다.
- [0057] 제2 스위치(330) 및 제3 스위치(340)는 각각 2개의 입력 단자 중 어느 하나에서 입력되는 신호를 출력 단자로 전달한다. 예컨대, 제2 스위치(330) 및 제3 스위치(340)는 SPDT(Single Pole Double Throw) 스위치일 수 있다. 제2 스위치(330)는 입력 단자 P4 및 P5를 갖는다. P4는 제1 스위치의 출력 단자 P1에서 전달되는 신호를 입력받는다. P5는 반 전력 분배기(320)의 출력 신호 2개 중 어느 하나를 입력받는다. 제3 스위치(340)는 입력 단자 P6 및 P7을 갖는다. P6은 반 전력 분배기(320)의 출력 신호 2개 중 나머지 하나를 입력받는다. P7은 제1 스위치의 출력 단자 P3에서 전달되는 신호를 입력받는다.
- [0058] 하이브리드 커플러(350)는  $90^\circ$  하이브리드 커플러이다. 하이브리드 커플러는 다양한 형태의 구조를 가질 수 있다. 예컨대, 하이브리드 커플러는 브랜치 라인 커플러(Branch-Line Coupler)일 수 있다. 하이브리드 커플러(350)는 하나의 입력 신호를 2개로 분기하고, 분기된 2개의 신호가 서로 위상차가  $90^\circ$ 가 되게 한다. 한편 하이브리드 커플러(350)가 2개의 신호를 입력받는 경우, 2개의 출력 신호 사이의 위상차는  $0^\circ$ (위상차 없음)이다.
- [0060] 스위치의 연결상태가 아래 표 1과 같을 때 제1 다이폴 안테나(111) 및 제2 다이폴 안테나(112)에 전달되는 신호 또는 제1 다이폴 안테나(211) 및 제2 다이폴 안테나(212)에 전달되는 신호의 위상이  $0^\circ$  (동일) 하거나  $90^\circ$  위상차를 갖는다. 스위치 연결 상태에 따라 3가지 빔 패턴을 가질 수 있다. 3가지 빔 패턴을 각각 빔 패턴 1, 빔 패턴 2 및 빔 패턴 3이라고 표시한다.

표 1

| 빔 패턴 종류 | 제1 다이폴 안테나 위상 | 제2 다이폴 안테나 위상 | 제1스위치 연결 상태 | 제2스위치/제3스위치 연결 상태 |
|---------|---------------|---------------|-------------|-------------------|
| 빔 패턴 1  | $0^\circ$     | $0^\circ$     | P2          | P5/P6             |
| 빔 패턴 2  | $0^\circ$     | $90^\circ$    | P1          | P4/NA             |
| 빔 패턴 3  | $90^\circ$    | $0^\circ$     | P3          | NA/P7             |

- [0063] 스위치 연결 상태에 따라 3가지 빔 패턴이 형성될 수 있다. 급전 장치(300)가 배열 안테나에 전달되는 신호를 제어하여 3가지 빔 패턴 중 어느 하나를 출력한다. 설명의 편의를 위하여 급전 장치(300)가 빔 패턴 1을 생성하는 동작 상태를 제1 모드라고 하고, 빔 패턴 2를 생성하는 동작 상태를 제2 모드라고 하고, 빔 패턴 3을 생성하는 동작 상태를 제3 모드라고 명명한다.
- [0064] 제1 모드에서 제1 스위치(310)가 P2에 신호를 전달하고, 제2 스위치(330)가 P5의 신호를 입력받고, 제3 스위치(340)가 P6 신호를 입력받는다. 반 전력 분배기(320)는 P2에서 입력되는 신호를 2개 신호로 분배한다. 하이브리드 커플러(350)는 반 전력 분배기(320)가 분배한 2개의 신호를 각각 P5와 P6을 경유하여 입력받는다. 하이브리드 커플러(350)는 2개의 신호를 입력받고, 서로 위상차가  $0^\circ$ 인 신호를 각각 제1 다이폴 안테나(111 또는 211) 및 제2 다이폴 안테나(112 또는 212)에 전달한다. 이 경우 배열 안테나(110)는 브로드 사이드 배열 상태가 되고, 제1 다이폴 안테나(111 또는 211) 및 제2 다이폴 안테나(112 또는 212)는 브로드 사이드 빔을 방사한다.

즉 빔 패턴 1은 브로드 사이드 빔이다.

[0065] 제2 모드에서 제1 스위치(310)가 P1에 신호를 전달하고, 제2 스위치(330)가 P4의 신호를 입력받는다. 하이브리드 커플러(350)는 P1과 P4를 경유한 하나의 신호를 입력받고, 서로 위상차가 90도인 신호를 출력한다. 상기 표 1에서 NA는 제3 스위치(340)에서 신호가 전달되지 않는 상태를 의미한다. 하이브리드 커플러(350)는 제1 다이폴 안테나(111 또는 211)에는 위상변화가 없는 신호를 전달하고, 제2 다이폴 안테나(112 또는 212)에는 위상차가 90도 생긴 신호를 전달한다. 이 경우 배열 안테나(110)는 앤드-파이어 배열 상태가 되고, 제1 다이폴 안테나(111 또는 211) 및 제2 다이폴 안테나(112 또는 212)는 앤드-파이어 빔을 방사한다. 즉 빔 패턴 2는 앤드-파이어 빔이다. 제2 모드에서 출력되는 앤드-파이어 빔을 제1 앤드-파이어 빔이라고 명명한다.

[0066] 제3 모드에서 제1 스위치(310)가 P3에 신호를 전달하고, 제3 스위치(340)가 P7의 신호를 입력받는다. 하이브리드 커플러(350)는 P3과 P7을 경유한 하나의 신호를 입력받고, 서로 위상차가 90도인 신호를 출력한다. 상기 표 1에서 NA는 제2 스위치(330)에서 신호가 전달되지 않는 상태를 의미한다. 하이브리드 커플러(350)는 제1 다이폴 안테나(111 또는 211)에는 위상차가 90도 생긴 신호를 전달하고, 제2 다이폴 안테나(112 또는 212)에는 위상변화가 없는 신호를 전달한다. 이 경우 배열 안테나(110)는 앤드-파이어 배열 상태가 되고, 제1 다이폴 안테나(111 또는 211) 및 제2 다이폴 안테나(112 또는 212)는 앤드-파이어 빔을 방사한다. 즉 빔 패턴 3은 앤드-파이어 빔이다. 제3 모드에서 출력되는 앤드-파이어 빔을 제2 앤드-파이어 빔이라고 명명한다.

[0067] 급전 장치(300)는 스위치(310, 330 및 340)를 이용하여 제1 다이폴 안테나(111 또는 211) 및 제2 다이폴 안테나(112 또는 212)가 서로 동일한 위상 또는 서로 90° 위상차 있는 신호를 전송한다. 급전 장치(300)는 시간에 따라 제1 모드, 제2 모드 및 제3 모드가 반복적으로 수행되도록 할 수 있다. (1) 예컨대, 급전 장치(300)는 시간 순서에 따라 시간 제1 구간에서 제1 모드로 동작하고, 제2 구간에서 제2 모드로 동작하고, 제3 구간에서 제3 모드로 동작할 수 있다. 급전 장치(300)는 이후에서 제1모드, 제2 모드 및 제3 모드의 동작이 연속적으로 반복되게 제어할 수 있다. (2) 나아가 급전 장치(300)는 시간 구간에 따라 모드의 순서를 달리할 수도 있다. 예컨대, 급전 장치(300)는 제1 구간(제1 모드), 제2 구간(제3 모드), 제3 구간(제2 모드), 제4 구간(제1 모드), 제5 구간(제2 모드), 제6 구간(제3 모드 등과 같이 시간 구간에 따라 서로 다른 모드가 동작하되, 순서는 다양하게 조합할 수도 있다. 또한 각 시간 구간은 동일한 시간 길이 또는 서로 다른 시간 길이를 가질 수도 있다. 이와 같이 급전 장치(300)가 서로 다른 다양한 빔 패턴(브로사이드 빔, 제1 앤드-파이어 빔 및 제2 앤드-파이어 빔)을 반복적으로 생성하여 다양한 빔 패턴이 조합된 형태의 빔을 형성할 수 있다.

[0069] 도 7은 도 3의 안테나 장치의 방사 패턴에 대한 예이다. 도 7(A)는 브로드 사이드 빔에 대한 방사 패턴(빔 패턴 1)의 예이다. 도 7(B)는 제1 앤드-파이어 빔에 대한 방사 패턴(빔 패턴 2)의 예이다. 도 7(C)는 제2 앤드-파이어 빔에 대한 방사 패턴(빔 패턴 3)의 예이다. 도 7(D)는 zy 평면(양각 평면, elevation cut)에서 브로드 사이드 빔과 앤드-파이어 빔이 조합된 전체 빔 패턴을 도시한 예이다. 도 3의 안테나 장치(100)는 배열 안테나의 빔을 조합을 통하여 넓은 양각을 갖는 빔 패턴을 형성할 수 있다. 아래 표 2는 도 3의 안테나 장치(100)가 형성하는 빔에 대한 실험 데이터이다. 200° 이상의 양각을 갖는 빔 패턴을 형성함을 실험으로 확인하였다.

표 2

| 항목                              | 빔 패턴 1 | 빔 패턴 2 | 빔 패턴 3 |
|---------------------------------|--------|--------|--------|
| 양각                              | 100.3  | 101.6  | 101.4  |
| 최대 이득(dBi)                      | 6.23   | 5.82   | 5.82   |
| 이득( $\theta > 90^\circ$ ) (dBi) |        | > 2.7  | > 2.7  |

[0072] 표 2는 도 3의 안테나 장치(100)가 형성한 빔에 대한 양각과 이득에 대한 데이터이다. 표 2에서  $\theta$ 는 빔을 형성하는 각도를 의미한다. 90도가 넘는 각도에서도 유효한 이득이 나오는 것을 확인할 수 있다.

[0074] 도 8은 도 4의 안테나 장치의 방사 패턴에 대한 예이다. 도 8(A)는 브로드 사이드 빔에 대한 방사 패턴(빔 패턴 1)의 예이다. 도 8(B)는 제1 앤드-파이어 빔에 대한 방사 패턴(빔 패턴 2)의 예이다. 도 8(C)는 제2 앤드-파이어 빔에 대한 방사 패턴(빔 패턴 3)의 예이다. 도 8(D)는 zy 평면(양각 평면, elevation cut)에서 브로드 사이드 빔과 앤드-파이어 빔이 조합된 전체 빔 패턴을 도시한 예이다. 도 4의안테나 장치(100)는 배열 안테나의 빔을 조합을 통하여 넓은 양각을 갖는 빔 패턴을 형성할 수 있다. 아래 표 3은 도 4의 안테나 장치(100)가 형성하는 빔에 대한 실험 데이터이다. 200° 이상의 양각을 갖는 빔 패턴을 형성함을 실험으로 확인하였다.

표 3

| 항목                        | 빔 패턴 1 | 빔 패턴 2 | 빔 패턴 3 |
|---------------------------|--------|--------|--------|
| 앙각                        | 126    | 101.8  | 101.8  |
| 최대 이득(dBi)                | 5      | 6.36   | 6.36   |
| 이득( $\theta > 90$ ) (dBi) |        | > 4.2  | > 4.2  |

표 3은 안테나 장치(200)가 형성한 빔에 대한 앙각과 이득에 대한 데이터이다. 표 3에서  $\theta$ 는 빔을 형성하는 각도를 의미한다. 90도가 넘는 각도에서도 유효한 이득이 나오는 것을 확인할 수 있다.

도 9는 도 5의 안테나 방사 패턴에 대한 예이다. 도 9(A)는 브로드 사이드 빔에 대한 방사 패턴(빔 패턴 1)의 예이다. 도 9(B)는 제1 앤드-파이어 빔에 대한 방사 패턴(빔 패턴 2)의 예이다. 도 9(C)는 제2 앤드-파이어 빔에 대한 방사 패턴(빔 패턴 3)의 예이다. 도 9(D)는 zy 평면(앙각 평면, elevation cut)에서 브로드 사이드 빔과 앤드-파이어 빔이 조합된 전체 빔 패턴을 도시한 예이다. 도 5의 안테나 장치(200)는 배열 안테나의 빔을 조합을 통하여 넓은 앙각을 갖는 빔 패턴을 형성할 수 있다. 아래 표 4은 도 5의 안테나 장치(200)가 형성하는 빔에 대한 실험 데이터이다. 200° 이상의 앙각을 갖는 빔 패턴을 형성함을 실험으로 확인하였다.

표 4

| 항목                        | 빔 패턴 1 | 빔 패턴 2 | 빔 패턴 3 |
|---------------------------|--------|--------|--------|
| 앙각                        | 104    | 142    | 142    |
| 최대 이득(dBi)                | 4.3    | 5.73   | 5.73   |
| 이득( $\theta > 90$ ) (dBi) |        | > 4.8  | > 4.8  |

표 4는 도 5의 안테나 장치(200)가 형성한 빔에 대한 앙각과 이득에 대한 데이터이다. 표 3에서  $\theta$ 는 빔을 형성하는 각도를 의미한다. 90도가 넘는 각도에서도 유효한 이득이 나오는 것을 확인할 수 있다.

#### 제4 실시예

도 10은 Y 축 수평 배열 안테나 장치(400)에 대한 또 다른 예이다. 도 10은 안테나 구조에 대한 개략적인 예이다. 안테나 장치(400)는 2개의 배열 안테나와 각 배열 안테나에 대한 반사기를 포함한다. 도 10은 다이폴 안테나를 사용한 선형 배열 안테나에 대한 예이다.

배열 안테나 장치(400)는 제1 배열 안테나(410), 제1 반사기(420), 제2 배열 안테나(430) 및 제2 반사기(440)를 포함한다. 도 10에서 x, y 및 z는 3차원 공간의 방향을 의미한다. 도 10에서 제1 배열 안테나(410)와 제1 반사기(420)는 도 4의 안테나 장치(200)와 유사하다. 도 10은 반사기가 다이폴 구조를 포함하는 형태를 도시하였지만, 안테나 장치(400)의 반사기(420 및 440) 중 적어도 하나는 다이폴을 갖지 않는 구조(도 3의 반사기(120))일 수도 있다.

제1 배열 안테나(410)는 제1 다이폴 안테나(411) 및 제2 다이폴 안테나(412)를 포함한다. 제1 다이폴 안테나(411) 및 제2 다이폴 안테나(412)는 성능 요구에 따라 일정한 대역의 신호를 송수신한다. 예컨대, 제1 다이폴 안테나(411) 및 제2 다이폴 안테나(412)는 5GHz 대역 신호를 처리할 수 있다. 배열 안테나(410)는 XY 평면에 배치되는 제1 다이폴 안테나(411) 및 제2 다이폴 안테나(412)를 포함한다. 설명의 편의를 위하여 제1 다이폴 안테나(411) 및 제2 다이폴 안테나(412)가 배치되는 평면을 제1 XY 평면이라고 표시한다. 예컨대, 배열 안테나(410)는 XY 평면에 평행한 기판상에 제1 다이폴 안테나(411) 및 제2 다이폴 안테나(412)를 배치할 수 있다.

제1 다이폴 안테나(411) 및 제2 다이폴 안테나(412)는 Y축을 따라 선형으로 배열된다. 제1 다이폴 안테나(411) 및 제2 다이폴 안테나(412)의 중심이 Y 축을 따라 배열된다. 제1 다이폴 안테나(411) 및 제2 다이폴 안테나(412)가 Y 축 수평 배열 형태를 갖는다. 제1 다이폴 안테나(411) 및 제2 다이폴 안테나(412) 사이의 거리  $d_1$ 는 반파장 이내( $d_1 \leq \lambda/2$ )이다. 제1 다이폴 안테나(411) 및 제2 다이폴 안테나(412)의 길이는 안테나 장치의 크기, 목표하는 안테나 장치의 성능 등에 따라 달라질 수 있다.

도 10은 두 개의 다이폴 소자를 사용하는 예를 도시하였는데, 경우에 따라서 보다 많은 소자를 사용할 수도 있다. 다만 N 개의 소자를 사용하는 경우에도 각 안테나 소자는 Y축을 따라 선행 배열되는 형태이다.

제1 반사기(420)는 안테나가 형성하는 주된 빔의 반대 방향에 배치된다. 제1 배열 안테나(410)와 제1 반사기

(420) 사이의 거리  $d_2$ 는  $1/4$  파장보다 크다( $d_2 > \lambda/4$ ). 제1 반사기(420)도 XY 평면에 배치될 수 있다. 제1 반사기(220)가 배치되는 평면을 제2 XY 평면이라고 표시한다. 제1 반사기(420)는 후엽(back lobe) 이득을 줄인다. 나아가 제1 반사기(420)는 안테나의 빔이 넓은 양각을 갖게 한다. 제1 반사기(420)는 통상적인 안테나 장치에 사용되는 다양한 형태 내지 재질로 구성될 수 있다. 제1 반사기(420)는 2개의 다이폴 구조(421 및 422)를 포함한다. 2개의 다이폴 구조(421 및 422) 사이의 거리  $d_3$ 는 반파장 이내( $d_3 \leq \lambda/2$ )이다. 2개의 다이폴 구조(421 및 422)는 각각 Y 축에서 제1 다이폴 안테나(411) 및 제2 다이폴 안테나(412)와 동일한 높이에 배치될 수 있다. 경우에 따라서 2개의 다이폴 구조(421 및 422)는 제1 다이폴 안테나(411) 및 제2 다이폴 안테나(412)와 다른 형태, 다른 규격 또는 다른 배치 위치를 가질 수도 있다.

[0091] 안테나 장치(400)은 추가적으로 제2 배열 안테나(430) 및 제2 반사기(440)를 포함한다. 제2 배열 안테나(430)는 제1 배열 안테나(410)와 구조가 다르다.

[0092] 제2 배열 안테나(430)는 제3 다이폴 안테나(431) 및 제4 다이폴 안테나(432)를 포함한다. 제3 다이폴 안테나(431) 및 제4 다이폴 안테나(432)는 성능 요구에 따라 일정한 대역의 신호를 송수신한다. 예컨대, 제3 다이폴 안테나(431) 및 제4 다이폴 안테나(432)는 5GHz 대역 신호를 처리할 수 있다. 배열 안테나(410)는 XY 평면에 배치되는 제3 다이폴 안테나(431) 및 제4 다이폴 안테나(432)를 포함한다. 제3 다이폴 안테나(431) 및 제4 다이폴 안테나(432)가 제1 XY 평면에 배치될 수 있다. 배열 안테나(410)는 XY 평면에 평행한 기판상에 제3 다이폴 안테나(431) 및 제4 다이폴 안테나(432)를 배치할 수 있다.

[0093] 제3 다이폴 안테나(431) 및 제4 다이폴 안테나(432)는 X축을 따라 선형으로 배열된다. 제3 다이폴 안테나(431) 및 제4 다이폴 안테나(432)의 중심이 X 축을 따라 배열된다. 제3 다이폴 안테나(431) 및 제4 다이폴 안테나(432)가 X 축 수평 배열 형태를 갖는다. 제3 다이폴 안테나(431) 및 제4 다이폴 안테나(432) 사이의 거리  $d_4$ 는 반파장 이내( $d_4 \leq \lambda/2$ )이다. 제3 다이폴 안테나(431) 및 제4 다이폴 안테나(432)의 길이는 안테나 장치의 크기, 목표하는 안테나 장치의 성능 등에 따라 달라질 수 있다. 도 8은 두 개의 다이폴 소자를 사용하는 예를 도시하였는데, 경우에 따라서 보다 많은 소자를 사용할 수도 있다. 다만 N 개의 소자를 사용하는 경우에도 각 안테나 소자는 Y축을 따라 선형 배열되는 형태이다.

[0094] 제2 반사기(440)는 안테나가 형성하는 주된 빔의 반대 방향에 배치된다. 제2 배열 안테나(430)와 제2 반사기(440) 사이의 거리  $d_5$ 는  $1/4$  파장보다 크다( $d_5 > \lambda/4$ ). 제2 반사기(440)도 XY 평면에 배치될 수 있다. 제2 반사기(440)는 제2 XY 평면에 배치될 수 있다. 제2 반사기(440)는 후엽(back lobe) 이득을 줄인다. 제2 반사기(440)는 통상적인 안테나 장치에 사용되는 다양한 형태 내지 재질로 구성될 수 있다. 제2 반사기(440)는 2개의 다이폴 구조(441 및 442)를 포함한다. 2개의 다이폴 구조(441 및 442) 사이의 거리  $d_6$ 는 반파장 이내( $d_6 \leq \lambda/2$ )이다. 2개의 다이폴 구조(441 및 442)는 각각 X 축 기준으로 제3 다이폴 안테나(431) 및 제4 다이폴 안테나(432)와 동일한 높이에 배치될 수 있다. 경우에 따라서 2개의 다이폴 구조(441 및 442)는 제3 다이폴 안테나(431) 및 제4 다이폴 안테나(432)와 다른 형태, 다른 규격 또는 다른 배치 위치를 가질 수도 있다.

[0095] 제1 배열 안테나(410) 및 제2 배열 안테나(430)는 각각 브로드 사이드 빔과 앤드-파이어 빔을 모두 생성할 수 있다. 제1 배열 안테나(410) 및 제2 배열 안테나(430)는 브로드 사이드 빔과 앤드-파이어 빔을 조합하여 양각이 넓은 빔 패턴을 제공한다. 이를 위하여 제1 배열 안테나(410)의 다이폴 안테나(411 및 412)와 제2 배열 안테나(430)의 다이폴 안테나(431 및 432) 각각에 제공되는 신호(전력)에 위상 조절이 필요하다.

[0096] 한편 제1 배열 안테나(410)와 제2 배열 안테나(430)는 일정한 간격으로 배치될 수 있다. 제1 배열 안테나(410)의 중심과 제2 배열 안테나(430)의 중심 사이의 거리  $d_7$ 는 중심주파수의 반파장 거리( $d_7 = \lambda/2$ )일 수 있다. 경우에 따라서 제1 배열 안테나(410)와 제2 배열 안테나(430)를 이용하여 형성하고자 하는 빔 패턴 형태에 따라 제1 배열 안테나(410)와 제2 배열 안테나(430)의 간격을 달라질 수 있다.

[0098] 도 11은 도 10의 안테나에 대한 급전 장치 구조의 예이다. 도 11은 전력 공급원 내지 신호 공급원을 생략하였다.

[0099] 도 11(A)는 제1 배열 안테나(410)에 대한 제1 급전 장치(500) 구조의 예이다. 제1 급전 장치(500)는 제1 스위치(510), 반 전력 분배기(520), 제2 스위치(530), 제3 스위치(540) 및 하이브리드 커플러(550)를 포함한다. 제1 급전 장치(500)는 제1 다이폴 안테나(411) 및 제2 다이폴 안테나(412)에 공급되는 신호가 서로  $0^\circ$  또는  $90^\circ$  위상차를 갖도록 제어한다.

[0100] 제1 스위치(510)는 전력 공급원 내지 신호 공급원에서 전달되는 신호(RF<sub>IN1</sub>)를 입력받는다. 제1 스위치(510)는 입력 신호를 3개의 출력 단자(Q1, Q2 및 Q3) 중 어느 하나로 전달한다. 예컨대, 제1 스위치(510)는 SP3T(Single Pole Three Throw) 스위치일 수 있다.

[0101] 반 전력 분배기(two-way power divider, 520)는 공급되는 전력(신호)을 반으로 분배한다. 반 전력 분배기(520)는 제1 스위치(510)의 출력 단자 Q2의 신호를 입력받아 두 개의 출력 신호로 분배한다.

[0102] 제2 스위치(530) 및 제3 스위치(540)는 각각 2개의 입력 단자 중 어느 하나에서 입력되는 신호를 출력 단자로 전달한다. 예컨대, 제2 스위치(530) 및 제3 스위치(540)는 SPDT(Single Pole Double Throw) 스위치일 수 있다. 제2 스위치(530)는 입력 단자 Q4 및 Q5를 갖는다. Q4는 제1 스위치(510)의 출력 단자 Q1에서 전달되는 신호를 입력받는다. Q5는 반 전력 분배기(520)의 출력 신호 2개 중 어느 하나를 입력받는다. 제3 스위치(540)는 입력 단자 Q6 및 Q7을 갖는다. Q6은 반 전력 분배기(520)의 출력 신호 2개 중 나머지 하나를 입력받는다. Q7은 제1 스위치(510)의 출력 단자 Q3에서 전달되는 신호를 입력받는다.

[0103] 하이브리드 커플러(550)는 90도 하이브리드 커플러이다. 하이브리드 커플러는 다양한 형태의 구조를 가질 수 있다. 예컨대, 하이브리드 커플러는 브랜치 라인 커플러(Branch-Line Coupler)일 수 있다. 하이브리드 커플러(550)는 하나의 입력 신호를 2개로 분기하고, 분기된 2개의 신호가 서로 위상차가 90도가 되게 한다. 한편 하이브리드 커플러(550)가 2개의 신호를 입력받는 경우, 2개의 출력 신호 사이의 위상차는 0도(위상차 없음)이다.

[0104] 스위치의 연결상태가 아래 표 5와 같을 때 제1 다이폴 안테나(411) 및 제2 다이폴 안테나(412)에 전달되는 신호의 위상이 0° (동일) 하거나 90° 위상차를 갖는다. 스위치 연결 상태에 따라 3가지 빔 패턴을 가질 수 있다. 3가지 빔 패턴을 각각 빔 패턴 1, 빔 패턴 2 및 빔 패턴 3이라고 표시한다.

표 5

| 빔 패턴 종류 | 제1 다이폴 안테나 위상 | 제2 다이폴 안테나 위상 | 제1스위치 연결 상태 | 제2스위치/제3스위치 연결 상태 |
|---------|---------------|---------------|-------------|-------------------|
| 빔 패턴 1  | 0°            | 0°            | Q2          | Q5/Q6             |
| 빔 패턴 2  | 0°            | 90°           | Q1          | Q4/NA             |
| 빔 패턴 3  | 90°           | 0°            | Q3          | NA/Q7             |

[0108] 스위치 연결 상태에 따라 3가지 빔 패턴이 형성될 수 있다. 제1 급전 장치(500)가 배열 안테나에 전달되는 신호를 제어하여 3가지 빔 패턴 중 어느 하나를 출력한다. 설명의 편의를 위하여 제1 급전 장치(500)가 빔 패턴 1을 생성하는 동작 상태를 제1 모드라고 하고, 빔 패턴 2를 생성하는 동작 상태를 제2 모드라고 하고, 빔 패턴 3을 생성하는 동작 상태를 제3 모드라고 명명한다. 제1 모드에서 제1 스위치(510)가 Q2에 신호를 전달하고, 제2 스위치(530)가 Q5의 신호를 입력받고, 제3 스위치(540)가 Q6 신호를 입력받는다. 반 전력 분배기(520)는 Q2에서 입력되는 신호를 2개 신호로 분배한다. 하이브리드 커플러(550)는 반 전력 분배기(520)가 분배한 2개의 신호를 각각 Q5와 Q6을 경유하여 입력받는다. 하이브리드 커플러(550)는 2개의 신호를 입력받고, 서로 위상차가 0도인 신호를 각각 제1 다이폴 안테나(411) 및 제2 다이폴 안테나(412)에 전달한다. 이 경우 배열 안테나(110)는 브로드 사이드 배열 상태가 되고, 제1 다이폴 안테나(111 또는 211) 및 제2 다이폴 안테나(112 또는 212)는 브로드 사이드 빔을 방사한다. 즉 빔 패턴 1은 브로드 사이드 빔이다. 제1 모드에서 출력되는 브로드 사이드 빔을 제1 브로드 사이드 빔이라고 명명한다.

[0109] 제2 모드에서 제1 스위치(510)가 Q1에 신호를 전달하고, 제2 스위치(530)가 Q4의 신호를 입력받는다. 하이브리드 커플러(550)는 Q1과 Q4를 경유한 하나의 신호를 입력받고, 서로 위상차가 90도인 신호를 출력한다. 상기 표 4에서 NA는 제3 스위치(540)에서 신호가 전달되지 않는 상태를 의미한다. 하이브리드 커플러(550)는 제1 다이폴 안테나(411)에는 위상변화가 없는 신호를 전달하고, 제2 다이폴 안테나(412)에는 위상차가 90도 생긴 신호를 전달한다. 이 경우 제1 배열 안테나(410)는 앤드-파이어 배열 상태가 되고, 제1 다이폴 안테나(411) 및 제2 다이폴 안테나(412)는 앤드-파이어 빔을 방사한다. 즉 빔 패턴 2는 앤드-파이어 빔이다. 제2 모드에서 출력되는 앤드-파이어 빔을 제1 앤드-파이어 빔이라고 명명한다.

[0110] 제3 모드에서 제1 스위치(510)가 Q3에 신호를 전달하고, 제3 스위치(540)가 Q7의 신호를 입력받는다. 하이브리드 커플러(550)는 Q3과 Q7을 경유한 하나의 신호를 입력받고, 서로 위상차가 90도인 신호를 출력한다. 상기 표 1에서 NA는 제2 스위치(530)에서 신호가 전달되지 않는 상태를 의미한다. 하이브리드 커플러(550)는 제1 다이폴 안테나(411)에는 위상차가 90도 생긴 신호를 전달하고, 제2 다이폴 안테나(412)에는 위상변화가 없는 신호를 전

달한다. 이 경우 제1 배열 안테나(410)는 앤드-파이어 배열 상태가 되고, 제1 다이폴 안테나(411) 및 제2 다이폴 안테나(412)는 앤드-파이어 빔을 방사한다. 즉 빔 패턴 3은 앤드-파이어 빔이다. 제3 모드에서 출력되는 앤드-파이어 빔을 제2 앤드-파이어 빔이라고 명명한다.

[0111] 제1 급전 장치(500)는 스위치(510, 530 및 540)를 이용하여 제1 다이폴 안테나(411) 및 제2 다이폴 안테나(412)가 서로 동일한 위상 또는 서로 90° 위상차 있는 신호를 전송한다. 제1 급전 장치(500)는 시간에 따라 제1 모드, 제2 모드 및 제3 모드가 반복적으로 수행되도록 할 수 있다. (1) 예컨대, 제1 급전 장치(500)는 시간 순서에 따라 시간 제1 구간에서 제1 모드로 동작하고, 제2 구간에서 제2 모드로 동작하고, 제3 구간에서 제3 모드로 동작할 수 있다. 제1 급전 장치(500)는 이후에서 제1 모드, 제2 모드 및 제3 모드의 동작이 연속적으로 반복되게 제어할 수 있다. (2) 나아가 제1 급전 장치(500)는 시간 구간에 따라 모드의 순서를 달리할 수도 있다. 예컨대, 제1 급전 장치(500)는 제1 구간(제1 모드), 제2 구간(제3 모드), 제3 구간(제2 모드), 제4 구간(제1 모드), 제5 구간(제2 모드), 제6 구간(제3 모드 등과 같이 시간 구간에 따라 서로 다른 모드가 동작하되, 순서는 다양하게 조합할 수도 있다. 또한 각 시간 구간은 동일한 시간 길이 또는 서로 다른 시간 길이를 가질 수도 있다. 이와 같이 제1 급전 장치(500)가 서로 다른 다양한 빔 패턴(제1 브로사이드 빔, 제1 앤드-파이어 빔 및 제2 앤드-파이어 빔)을 반복적으로 생성하여 다양한 빔 패턴이 조합된 형태의 빔을 형성할 수 있다.

[0113] 도 11(B)는 제2 배열 안테나(430)에 대한 제2 급전 장치(600) 구조의 예이다. 제2 급전 장치(600)는 기본적으로 제1 급전 장치(500)와 유사한 구조를 갖는다.

[0114] 제2 급전 장치(600)는 제1 스위치(610), 반 전력 분배기(620), 제2 스위치(630), 제3 스위치(640) 및 하이브리드 커플러(650)를 포함한다. 제2 급전 장치(600)는 제3 다이폴 안테나(431) 및 제4 다이폴 안테나(432)에 공급되는 신호가 서로 0° 또는 90° 위상차를 갖도록 제어한다.

[0115] 제1 스위치(610)는 전력 공급원 내지 신호 공급원에서 전달되는 신호(RF<sub>IN2</sub>)를 입력받는다. 제1 스위치(610)는 입력 신호를 3개의 출력 단자(R1, R2 및 R3) 중 어느 하나로 전달한다. 예컨대, 제1 스위치(610)는 SP3T(Single Pole Three Throw) 스위치일 수 있다.

[0116] 반 전력 분배기(two-way power divider, 620)는 공급되는 전력(신호)을 반으로 분배한다. 반 전력 분배기(620)는 제1 스위치(610)의 출력 단자 R2의 신호를 입력받아 두 개의 출력 신호로 분배한다.

[0117] 제2 스위치(630) 및 제3 스위치(640)는 각각 2개의 입력 단자 중 어느 하나에서 입력되는 신호를 출력 단자로 전달한다. 예컨대, 제2 스위치(630) 및 제3 스위치(640)는 SPDT(Single Pole Double Throw) 스위치일 수 있다. 제2 스위치(630)는 입력 단자 R4 및 R5를 갖는다. R4는 제1 스위치(610)의 출력 단자 R1에서 전달되는 신호를 입력받는다. R5는 반 전력 분배기(620)의 출력 신호 2개 중 어느 하나를 입력받는다. 제3 스위치(640)는 입력 단자 R6 및 R7을 갖는다. R6은 반 전력 분배기(620)의 출력 신호 2개 중 나머지 하나를 입력받는다. R7은 제1 스위치(610)의 출력 단자 R3에서 전달되는 신호를 입력받는다.

[0118] 하이브리드 커플러(650)는 90도 하이브리드 커플러이다. 하이브리드 커플러는 다양한 형태의 구조를 가질 수 있다. 예컨대, 하이브리드 커플러는 브랜치 라인 커플러(Branch-Line Coupler)일 수 있다. 하이브리드 커플러(650)는 하나의 입력 신호를 2개로 분기하고, 분기된 2개의 신호가 서로 위상차가 90도가 되게 한다. 한편 하이브리드 커플러(650)가 2개의 신호를 입력받는 경우, 2개의 출력 신호 사이의 위상차는 0도(위상차 없음)이다.

[0119] 스위치의 연결상태가 아래 표 6과 같을 때 제3 다이폴 안테나(431) 및 제4 다이폴 안테나(432)에 전달되는 신호의 위상이 0° (동일) 하거나 90° 위상차를 갖는다. 스위치 연결 상태에 따라 3가지 빔 패턴을 가질 수 있다. 3가지 빔 패턴을 각각 빔 패턴 4, 빔 패턴 5 및 빔 패턴 6이라고 표시한다.

표 6

| 빔 패턴 종류 | 제1 다이폴 안테나 위상 | 제2 다이폴 안테나 위상 | 제1스위치 연결 상태 | 제2스위치/제3스위치 연결 상태 |
|---------|---------------|---------------|-------------|-------------------|
| 빔 패턴 4  | 0°            | 0°            | R2          | R5/R6             |
| 빔 패턴 5  | 0°            | 90°           | R1          | R4/NA             |
| 빔 패턴 6  | 90°           | 0°            | R3          | NA/R7             |

[0122] 스위치 연결 상태에 따라 3가지 빔 패턴이 형성될 수 있다. 제2 급전 장치(600)가 배열 안테나에 전달되는 신호를 제어하여 3가지 빔 패턴 중 어느 하나를 출력한다. 설명의 편의를 위하여 제2 급전 장치(600)가 빔 패턴 4를

생성하는 동작 상태를 제4 모드라고 하고, 빔 패턴 5를 생성하는 동작 상태를 제5 모드라고 하고, 빔 패턴 6을 생성하는 동작 상태를 제6 모드라고 명명한다. 제4 모드에서 제1 스위치(610)가 R2에 신호를 전달하고, 제2 스위치(630)가 R5의 신호를 입력받고, 제3 스위치(640)가 R6 신호를 입력받는다. 반 전력 분배기(620)는 R2에서 입력되는 신호를 2개 신호로 분배한다. 하이브리드 커플러(650)는 반 전력 분배기(620)가 분배한 2개의 신호를 각각 R5와 R6을 경유하여 입력받는다. 하이브리드 커플러(650)는 2개의 신호를 입력받고, 서로 위상차가 0도인 신호를 각각 제3 다이폴 안테나(431) 및 제4 다이폴 안테나(432)에 전달한다. 이 경우 제2 배열 안테나(430)는 브로드 사이드 배열 상태가 되고, 제1 다이폴 안테나(431) 및 제2 다이폴 안테나(112 또는 212)는 브로드 사이드 빔을 방사한다. 즉 빔 패턴 4는 브로드 사이드 빔이다. 제4 모드에서 출력되는 브로드 사이드 빔을 제2 브로드 사이드 빔이라고 명명한다.

[0123] 제5 모드에서 제1 스위치(610)가 R1에 신호를 전달하고, 제2 스위치(630)가 R4의 신호를 입력받는다. 하이브리드 커플러(650)는 R1과 R4를 경유한 하나의 신호를 입력받고, 서로 위상차가 90도인 신호를 출력한다. 상기 표 5에서 NA는 제3 스위치(640)에서 신호가 전달되지 않는 상태를 의미한다. 하이브리드 커플러(650)는 제3 다이폴 안테나(431)에는 위상변화가 없는 신호를 전달하고, 제4 다이폴 안테나(432)에는 위상차가 90도 생긴 신호를 전달한다. 이 경우 제2 배열 안테나(430)는 앤드-파이어 배열 상태가 되고, 제3 다이폴 안테나(431) 및 제4 다이폴 안테나(432)는 앤드-파이어 빔을 방사한다. 즉 빔 패턴 5는 앤드-파이어 빔이다. 제5 모드에서 출력되는 앤드-파이어 빔을 제3 앤드-파이어 빔이라고 명명한다.

[0124] 제6 모드에서 제1 스위치(610)가 R3에 신호를 전달하고, 제3 스위치(640)가 R7의 신호를 입력받는다. 하이브리드 커플러(650)는 R3과 R7을 경유한 하나의 신호를 입력받고, 서로 위상차가 90도인 신호를 출력한다. 상기 표 5에서 NA는 제2 스위치(630)에서 신호가 전달되지 않는 상태를 의미한다. 하이브리드 커플러(650)는 제3 다이폴 안테나(431)에는 위상차가 90도 생긴 신호를 전달하고, 제4 다이폴 안테나(432)에는 위상변화가 없는 신호를 전달한다. 이 경우 제2 배열 안테나(430)는 앤드-파이어 배열 상태가 되고, 제3 다이폴 안테나(431) 및 제4 다이폴 안테나(432)는 앤드-파이어 빔을 방사한다. 즉 빔 패턴 6은 앤드-파이어 빔이다. 제6 모드에서 출력되는 앤드-파이어 빔을 제4 앤드-파이어 빔이라고 명명한다.

[0125] 제2 급전 장치(600)는 스위치(610, 630 및 640)를 이용하여 제3 다이폴 안테나(431) 및 제4 다이폴 안테나(432)가 서로 동일한 위상 또는 서로 90° 위상차 있는 신호를 전송한다. 제2 급전 장치(600)는 시간에 따라 제4 모드, 제5 모드 및 제6 모드가 반복적으로 수행되도록 할 수 있다. (1) 예컨대, 제2 급전 장치(600)는 시간 순서에 따라 시간 제1 구간에서 제4 모드로 동작하고, 제2 구간에서 제5 모드로 동작하고, 제3 구간에서 제6 모드로 동작할 수 있다. 제2 급전 장치(600)는 이후에서 제4 모드, 제5 모드 및 제6 모드의 동작이 연속적으로 반복되게 제어할 수 있다. (2) 나아가 제2 급전 장치(600)는 시간 구간에 따라 모드의 순서를 달리할 수도 있다. 예컨대, 제2 급전 장치(600)는 제1 구간(제4 모드), 제2 구간(제6 모드), 제3 구간(제5 모드), 제4 구간(제4 모드), 제5 구간(제5 모드), 제6 구간(제6 모드 등과 같이 시간 구간에 따라 서로 다른 모드가 동작하되, 순서는 다양하게 조합할 수도 있다. 또한 각 시간 구간은 동일한 시간 길이 또는 서로 다른 시간 길이를 가질 수도 있다. 이와 같이 제2 급전 장치(600)가 서로 다른 다양한 빔 패턴(제2 브로사이드 빔, 제3 앤드-파이어 빔 및 제4 앤드-파이어 빔)을 반복적으로 생성하여 다양한 빔 패턴이 조합된 형태의 빔을 형성할 수 있다.

[0126] 제1 급전 장치(500)와 제2 급전 장치(600)는 서로 독립적으로 동작할 수 있다. 나아가 제1 급전 장치(500)와 제2 급전 장치(600)가 일정한 설정에 따라 일정한 패턴의 빔을 생성할 수도 있다. 제1 급전 장치(500)와 제2 급전 장치(600)는 제1 배열 안테나(410) 및 제2 배열 안테나(430)이 동일한 시간 구간에서 동일한 종류의 빔 패턴을 방사하게 할 수 있다. 나아가 제1 급전 장치(500)와 제2 급전 장치(600)는 제1 배열 안테나(410) 및 제2 배열 안테나(430)이 동일한 시간 구간에서 서로 다른 종류의 빔 패턴을 방사하게 할 수도 있다. 제1 급전 장치(500)와 제2 급전 장치(600)에 대한 제어를 통해 다양한 빔 패턴(빔 패턴 1 내지 빔 패턴 6)을 조합하여 특정한 형태의 빔을 생성할 수 있다.

[0128] 도 12는 도 10의 안테나 방사 패턴에 대한 예이다. 도 12(A)는 제1 브로드 사이드 빔에 대한 방사 패턴(빔 패턴 1)의 예이다. 도 12(B)는 제1 앤드-파이어 빔에 대한 방사 패턴(빔 패턴 2)의 예이다. 도 12(C)는 제2 앤드-파이어 빔에 대한 방사 패턴(빔 패턴 3)의 예이다. 도 12(D)는 제2 브로드 사이드 빔에 대한 방사 패턴(빔 패턴 4)의 예이다. 도 12(E)는 제3 앤드-파이어 빔에 대한 방사 패턴(빔 패턴 5)의 예이다. 도 12(F)는 제4 앤드-파이어 빔에 대한 방사 패턴(빔 패턴 6)의 예이다.

[0129] 도 13은 도 10의 안테나 장치가 형성하는 방사 패턴의 조합된 형태를 도시한 예이다. 도 13은 zy 평면(양각 평면, elevation cut)에서 브로드 사이드 빔과 앤드-파이어 빔이 조합된 전체 빔 패턴을 도시한 예이다. 도 13

(A)는 양각을 단면으로 자르는 각도가 90도인 예이고, 도 13(B)는 양각을 단면으로 자르는 각도가 180도인 예이다. 안테나 장치(400)는 각 배열 안테나의 빔을 조합을 통하여 넓은 양각을 갖는 빔 패턴을 형성할 수 있다.

[0130] 아래 표 7은 안테나 장치(400)가 형성하는 빔에 대한 실험 데이터이다.

표 7

| 항목                              | 빔 패턴 1 | 빔 패턴 2 | 빔 패턴 3 |
|---------------------------------|--------|--------|--------|
| 양각                              | 126    | 101.8  | 101.8  |
| 최대 이득(dBi)                      | 5      | 6.36   | 6.36   |
| 이득( $\Theta > 90^\circ$ ) (dBi) |        | > 4.2  | > 4.2  |
| 항목                              | 빔 패턴 4 | 빔 패턴 5 | 빔 패턴 6 |
| 양각                              | 126    | 101.8  | 101.8  |
| 최대 이득(dBi)                      | 5      | 6.36   | 6.36   |
| 이득( $\Theta > 90^\circ$ ) (dBi) |        | > 4.2  | > 4.2  |

[0133] 표 7은 안테나 장치(400)가 형성한 빔에 대한 양각과 이득에 대한 데이터이다. 표 6에서  $\Theta$ 는 빔을 형성하는 각도를 의미한다. 90도가 넘는 각도에서도 유효한 이득이 나오는 것을 확인할 수 있다. 배열 안테나의 빔 조합을 통하여 반구 영역을 포함한  $200^\circ$  이상의 양각을 갖는 빔 패턴을 형성함을 실험으로 확인하였다.

[0135] 또한, 상술한 바와 같은 배열 안테나의 방사 패턴 생성 방법 내지 배열 안테나에 대한 급전 방법은 컴퓨터에서 실행될 수 있는 실행가능한 알고리즘을 포함하는 프로그램(또는 어플리케이션)으로 구현될 수 있다. 상기 프로그램은 비일시적 판독 가능 매체(non-transitory computer readable medium)에 저장되어 제공될 수 있다.

[0136] 비일시적 판독 가능 매체란 레지스터, 캐쉬, 메모리 등과 같이 짧은 순간 동안 데이터를 저장하는 매체가 아니라 반영구적으로 데이터를 저장하며, 기기에 의해 판독(reading)이 가능한 매체를 의미한다. 구체적으로는, 상술한 다양한 어플리케이션 또는 프로그램들은 CD, DVD, 하드 디스크, 블루레이 디스크, USB, 메모리카드, ROM 등과 같은 비일시적 판독 가능 매체에 저장되어 제공될 수 있다.

[0138] 본 실시례 및 본 명세서에 첨부된 도면은 전술한 기술에 포함되는 기술적 사상의 일부를 명확하게 나타내고 있는 것에 불과하며, 전술한 기술의 명세서 및 도면에 포함된 기술적 사상의 범위 내에서 당업자가 용이하게 유추할 수 있는 변형 예와 구체적인 실시례는 모두 전술한 기술의 권리범위에 포함되는 것이 자명하다고 할 것이다.

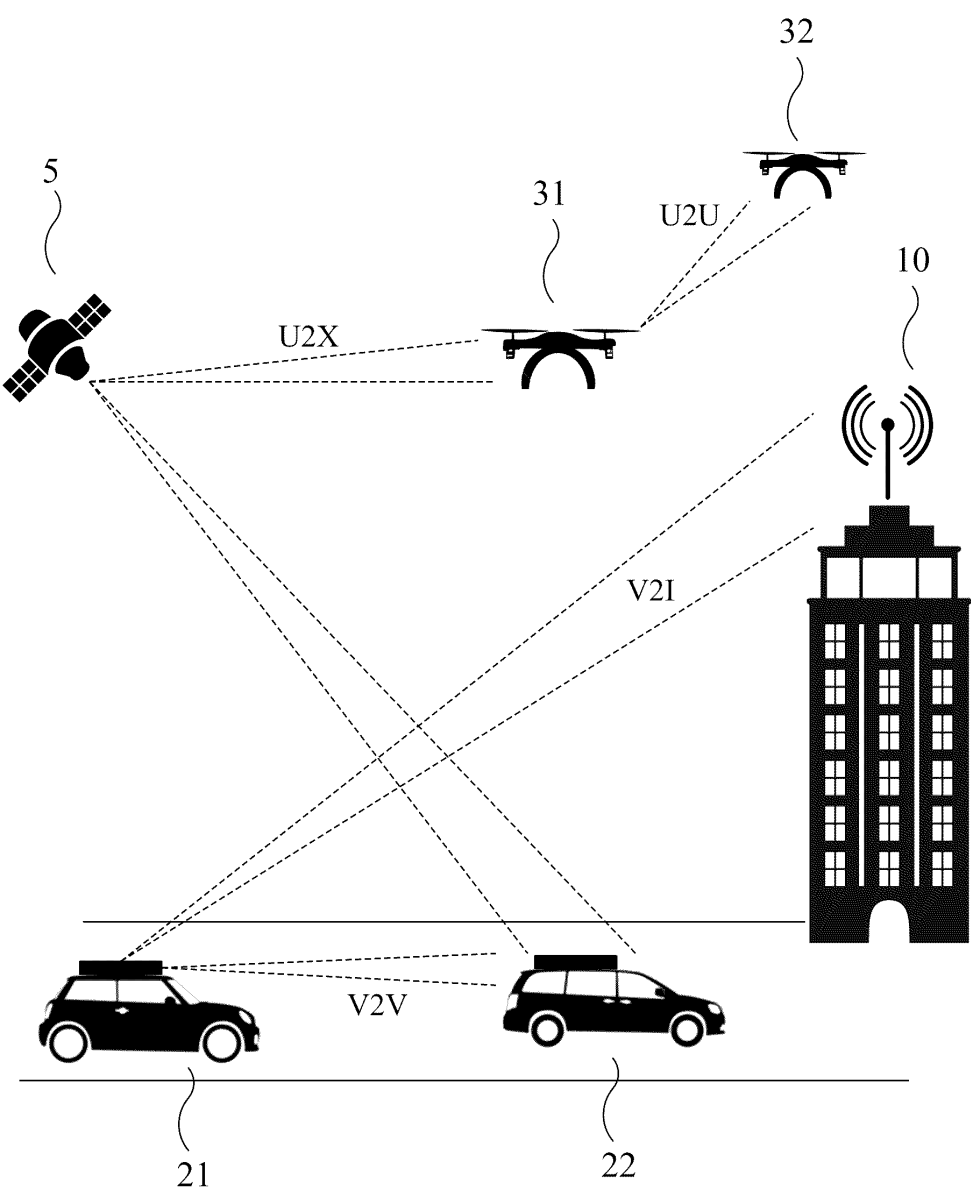
## 부호의 설명

- [0139]
- 5 : 위성
  - 10 : 인프라
  - 21, 22 : 차량
  - 31, 32 : 드론(UAV)
  - 100 : 배열 안테나 장치
  - 110 : 배열 안테나
  - 111 : 제1 다이폴 안테나
  - 112 : 제2 다이폴 안테나
  - 120 : 반사기
  - 121, 122 : 다이폴
  - 200 : 배열 안테나 장치
  - 210 : 배열 안테나
  - 211 : 제1 다이폴 안테나
  - 212 : 제2 다이폴 안테나

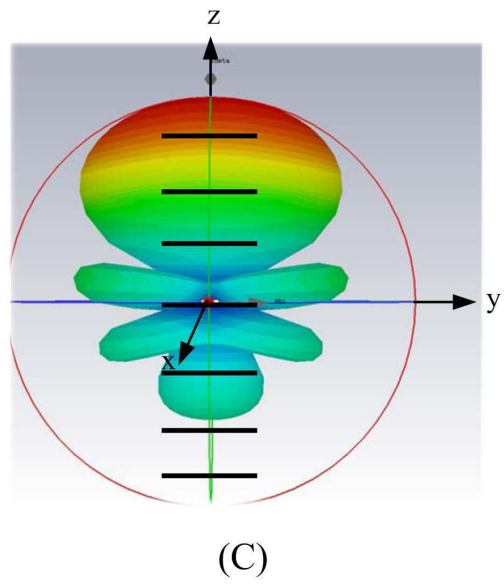
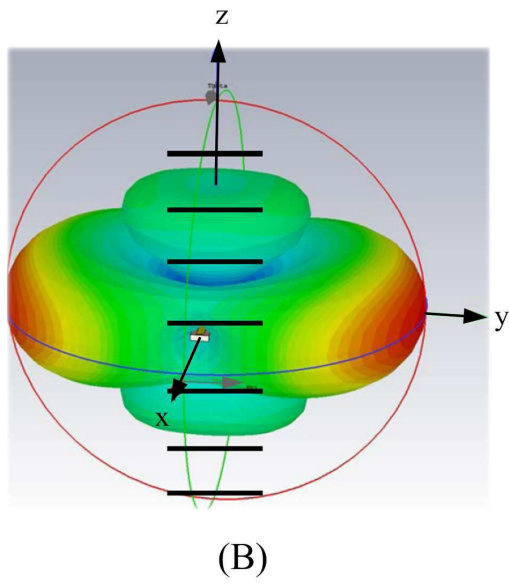
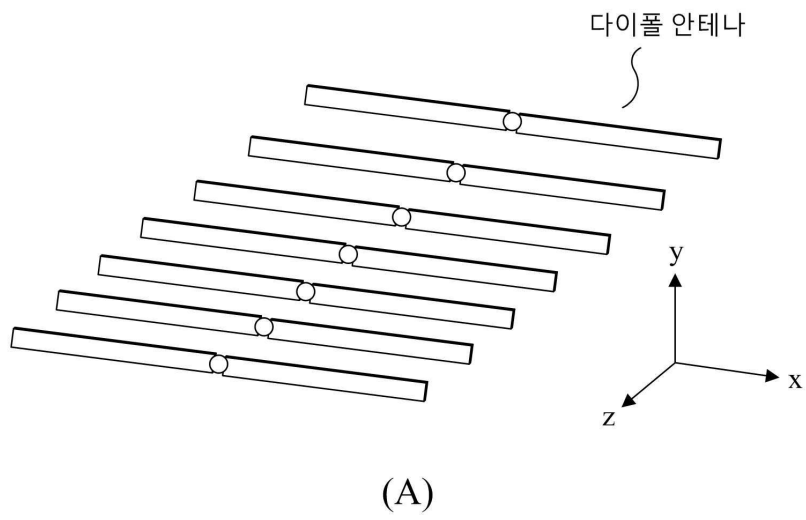
220 : 도파기  
221, 222 : 다이폴  
300 : 급전 장치  
310 : 제1 스위치  
320 : 반 전력 분배기  
330 : 제2 스위치  
340 : 제3 스위치  
350 : 하이브리드 커플러  
400 : 배열 안테나 장치  
410 : 제1 배열 안테나  
411 : 제1 다이폴 안테나  
412 : 제2 다이폴 안테나  
420 : 제1 반사기  
430 : 제2 배열 안테나  
431 : 제3 다이폴 안테나  
432 : 제4 다이폴 안테나  
440 : 제2 반사기  
421, 422, 441, 442 : 다이폴  
500 : 제1 급전 장치  
510 : 제1 스위치  
520 : 반 전력 분배기  
530 : 제2 스위치  
540 : 제3 스위치  
550 : 하이브리드 커플러  
600 : 제1 급전 장치  
610 : 제1 스위치  
620 : 반 전력 분배기  
630 : 제2 스위치  
640 : 제3 스위치  
650 : 하이브리드 커플러

도면

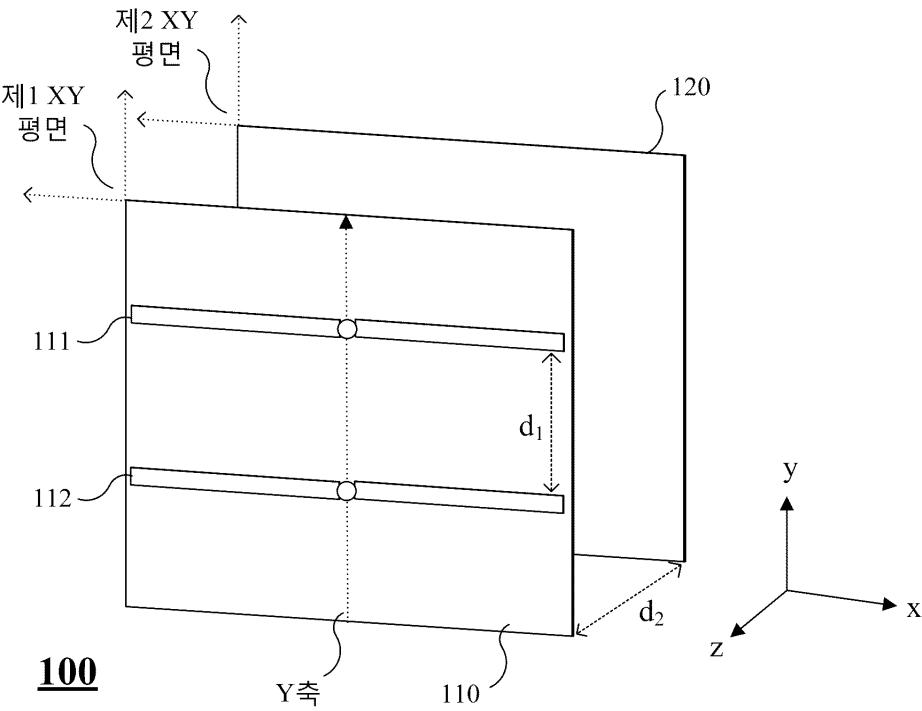
도면1



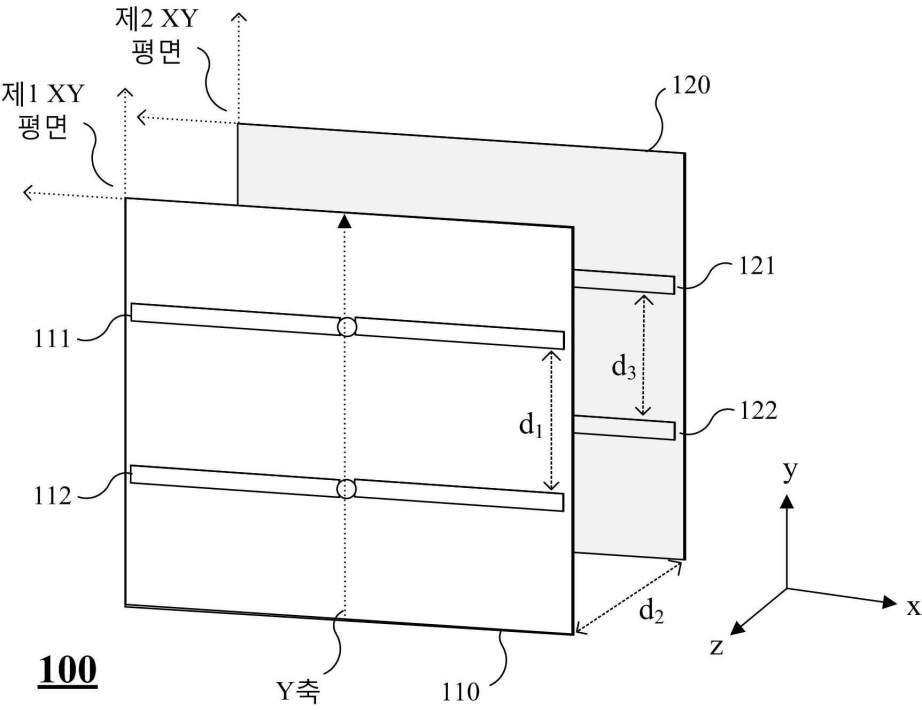
도면2



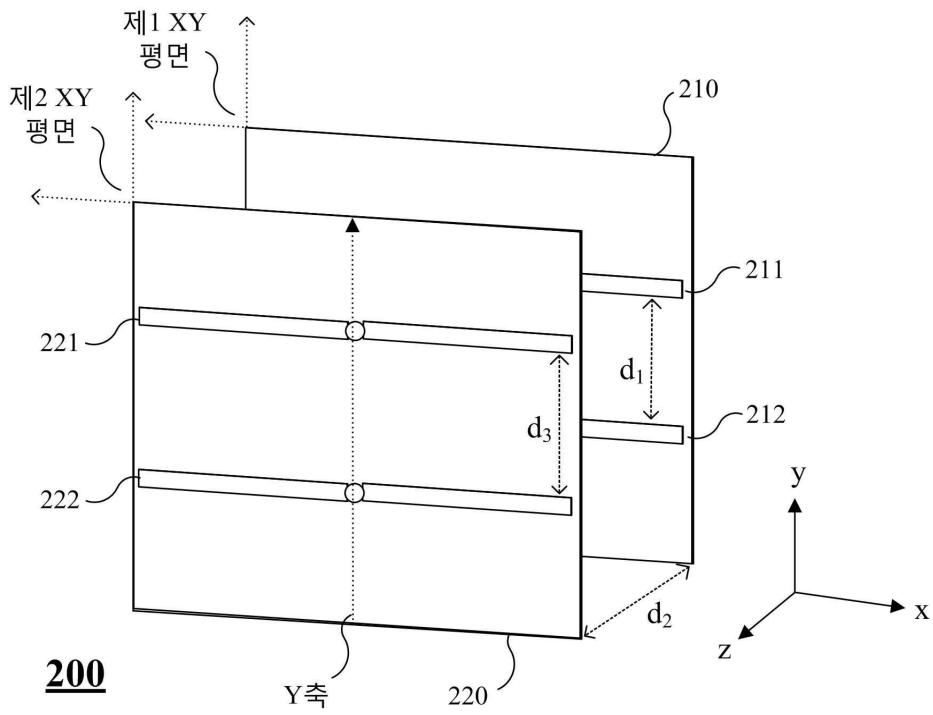
도면3



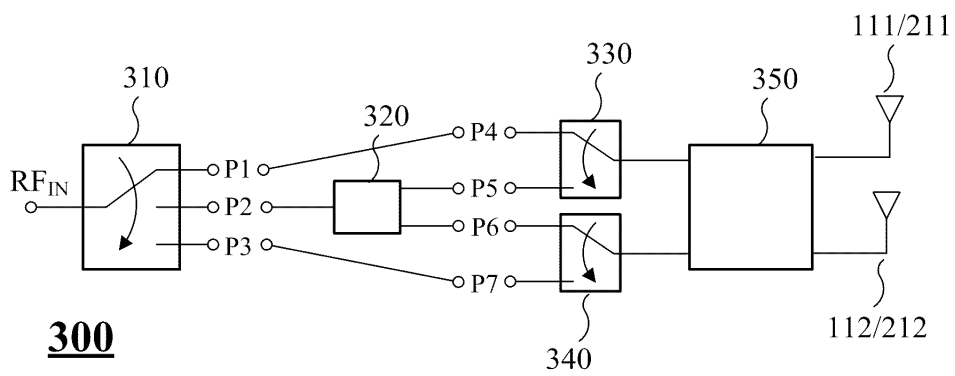
도면4



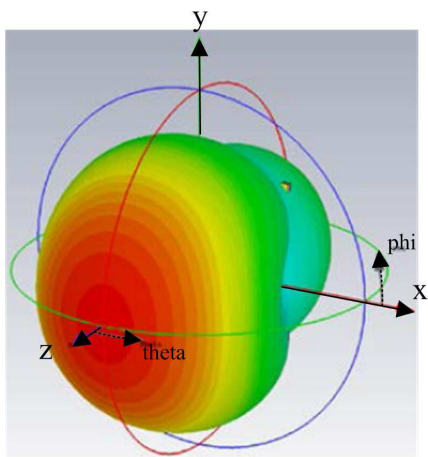
도면5



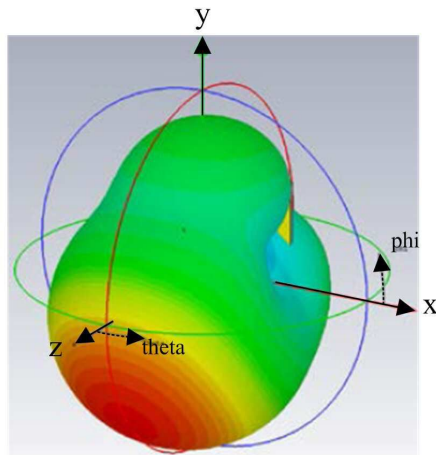
도면6



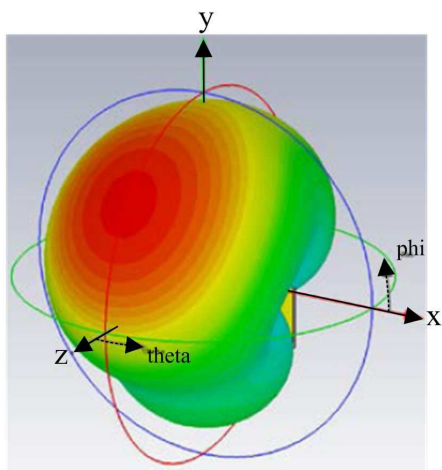
도면7



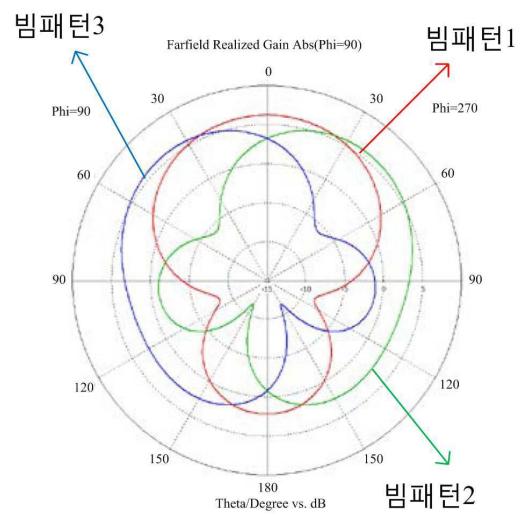
(A)



(B)

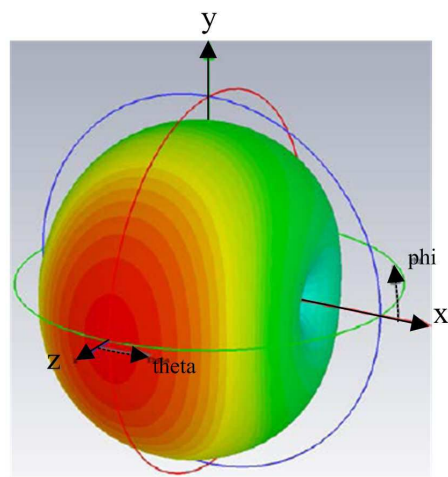


(C)

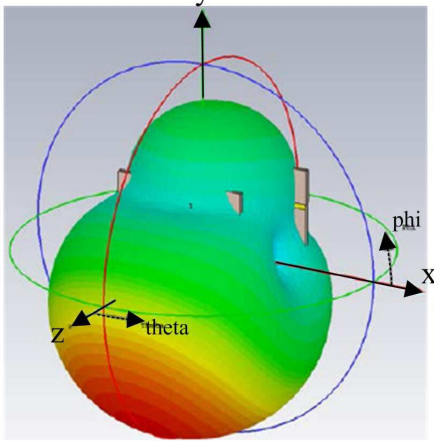


(D)

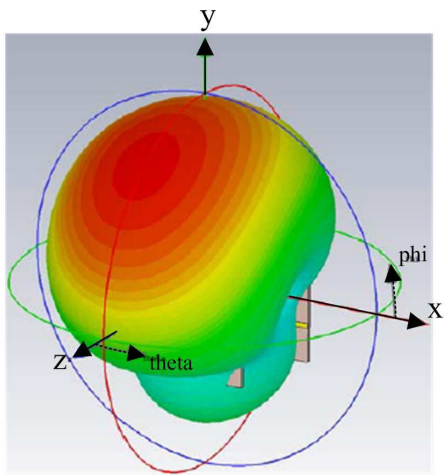
도면8



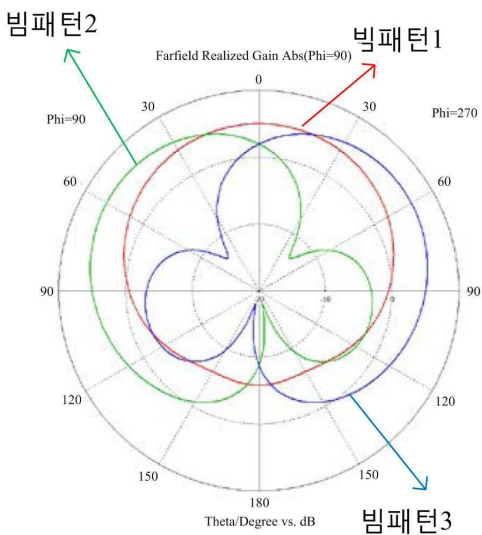
(A)



(B)

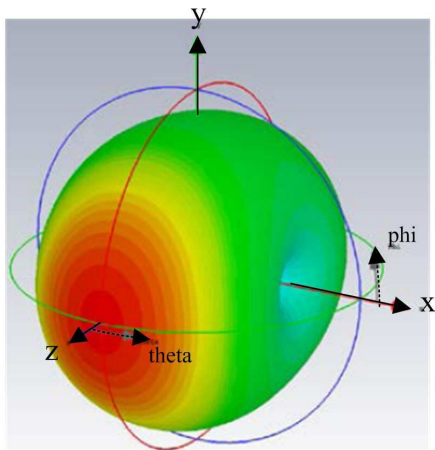


(C)

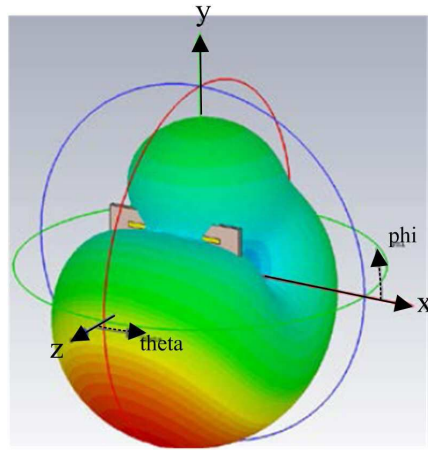


(D)

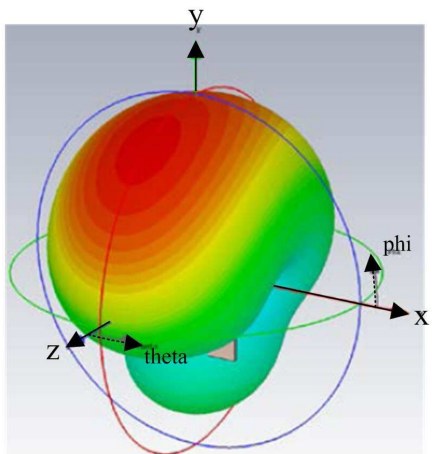
도면9



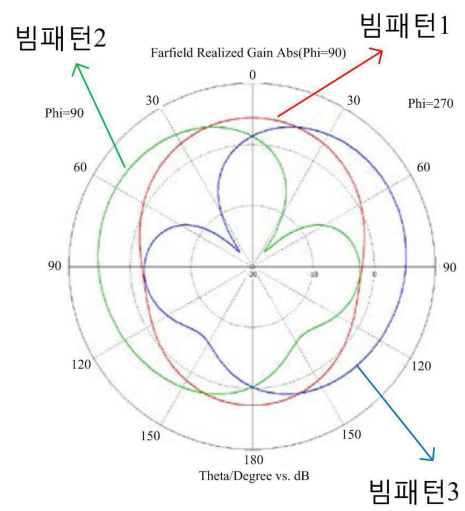
(A)



(B)

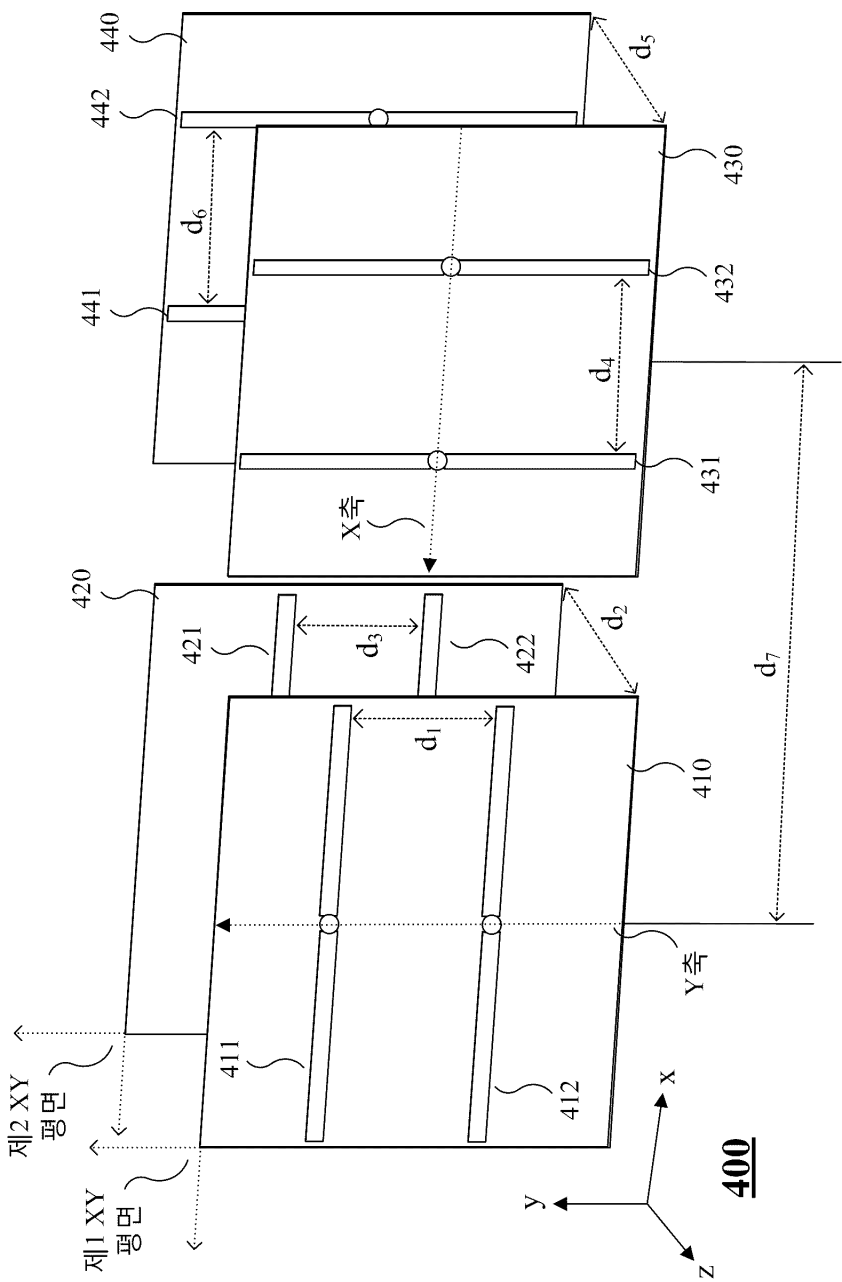


(C)

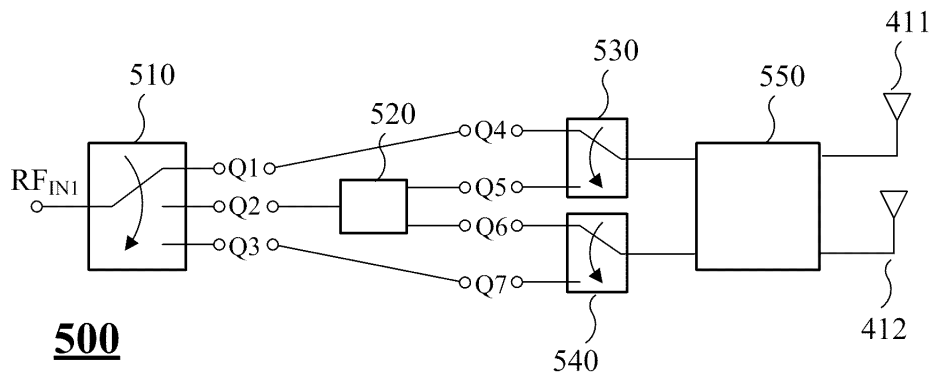


(D)

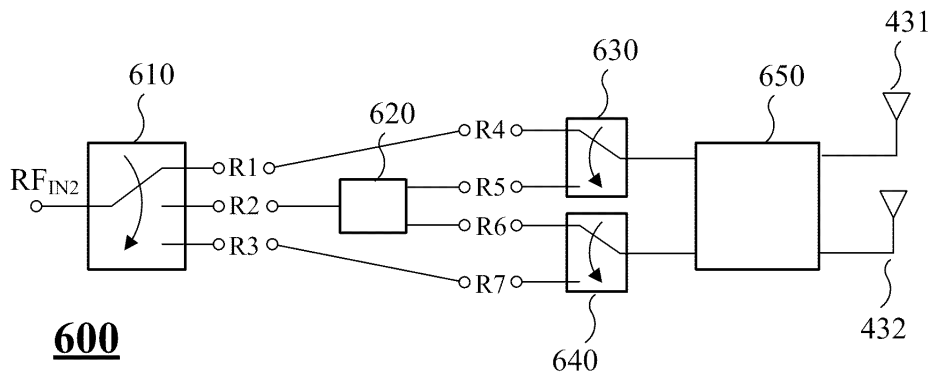
도면10



도면11

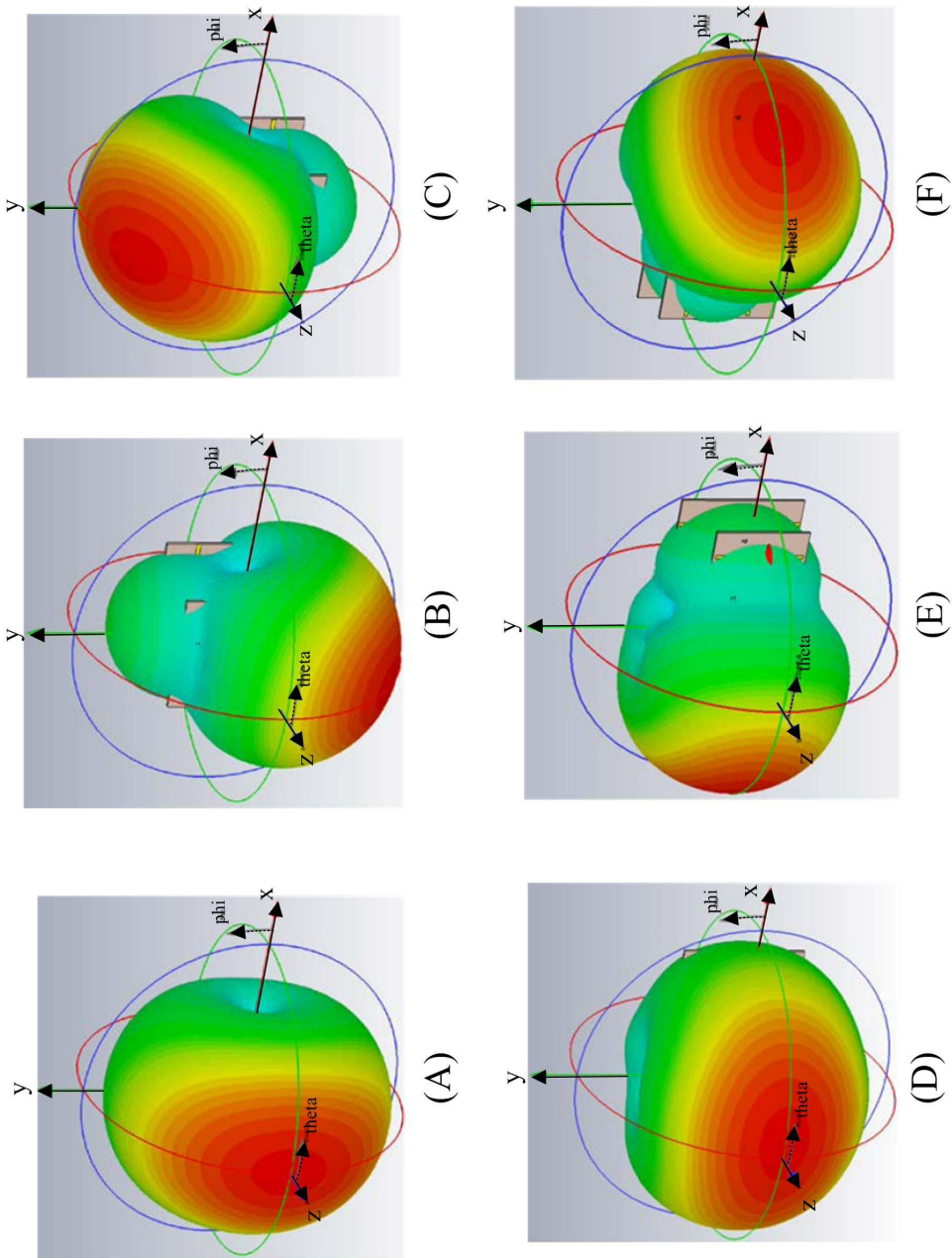


(A)



(B)

도면12



도면13

