



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2018년07월23일  
 (11) 등록번호 10-1880971  
 (24) 등록일자 2018년07월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
 H01Q 3/01 (2018.01) H01Q 9/30 (2006.01)  
 (21) 출원번호 10-2012-0141974  
 (22) 출원일자 2012년12월07일  
 심사청구일자 2017년10월18일  
 (65) 공개번호 10-2014-0073931  
 (43) 공개일자 2014년06월17일  
 (56) 선행기술조사문헌  
 JP2009094696 A  
 (뒷면에 계속)

(73) 특허권자  
 삼성전자주식회사  
 경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)  
 한국과학기술원  
 대전광역시 유성구 대학로 291(구성동)  
 (72) 발명자  
 최원석  
 경기도 성남시 분당구 동판교로 153 봇들마을8단  
 지아파트 802동 1702호  
 박철순  
 대전광역시 유성구 배울2로 114 대덕테크노밸리1  
 1단지아파트 1107동 502호  
 (뒷면에 계속)  
 (74) 대리인  
 권혁록, 이정순

전체 청구항 수 : 총 18 항

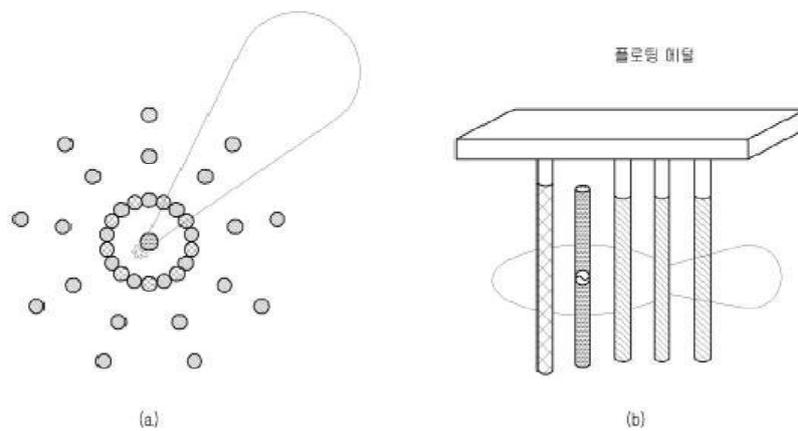
심사관 : 나병윤

(54) 발명의 명칭 **빔형성 방법 및 장치**

**(57) 요약**

본 발명은 무선 통신 시스템에 관한 것으로, 무선 통신 시스템을 위한 안테나 장치에 있어서 상기 안테나 장치는 베이스, 상기 베이스에 일정 배열로 배치되는 다수개의 야기-우다 안테나 모듈, 상기 야기-우다 안테나 모듈의 상부에 대응 설치되어 상기 다수개의 야기-우다 안테나 모듈 중 해당 야기-우다 안테나 모듈에 선택적으로 연결되는 다수개의 플로팅 메탈 모듈, 상기 플로팅 메탈 모듈과 상기 야기-우다 안테나 모듈을 선별적으로 스위칭시키는 스위칭 장치 및 상기 스위칭 장치를 선별적으로 스위칭시키는 것에 의해 상기 야기-우다 안테나 장치가 소망 방향으로 지향성을 갖도록 제어하는 제어부를 포함한다.

**대표도** - 도10



(72) 발명자

**송인상**

대전광역시 유성구 대학로 291 한국과학기술원 KI  
빌딩 C307호

**오인열**

대전광역시 유성구 노은로 71 노은동, 노은스타덤  
아파트 507호

**이중호**

대전광역시 유성구 대학로 291 한국과학기술원 E4  
KI빌딩 3층 C320호

**이채준**

대전광역시 유성구 대학로 291 한국과학기술원 KI  
빌딩 C320호

(56) 선행기술조사문헌

US20110102287 A1

KR1020040045242 A

JP평성06069723 A

S.-C. Zhao et al. RECONFIGURABLE YAGI-UDA  
SUBSTRATE FOR RCS REDUCTION OF PATCH ANTENNA.  
Progress in Electromagnetics Research B. 2009,  
Vol. 11, pages 173-187, ISSN 1937-6472.

**명세서**

**청구범위**

**청구항 1**

무선 통신 시스템에서 안테나 장치에 있어서,

베이스와,

복수 개의 복사기들(radiators), 복수 개의 도파기들(directors) 및 복수 개의 반사기들(reflectors)을 포함하는 안테나 모듈과,

상기 복수 개의 복사기들 중 제1 복사기들, 상기 복수 개의 도파기들 중 제1 도파기들 및 상기 복수 개의 반사기들 중 제1 반사기들을 사용하여 상기 안테나 장치의 빔 방향을 결정하는 제어기와,

복수 개의 스위칭 요소들을 포함하고,

상기 제어기에 의해 결정된 빔 방향에 기반하여, 상기 복수 개의 스위칭 요소들 중 제1 스위칭 요소들 각각은 상기 제1 복사기들을 각각 연결하고, 상기 복수 개의 스위칭 요소들 중 제2 스위칭 요소들 각각은 플로팅 메탈 모듈(floating metal module), 상기 복수 개의 도파기들 중 제2 도파기들 각각 및 상기 복수 개의 반사기들 중 제2 반사기들을 각각 연결하고,

상기 복수 개의 복사기들은 상기 베이스에 방사형(radial shape)으로 설치되는 안테나 장치.

**청구항 2**

제1항에 있어서,

상기 안테나 모듈은,

상기 베이스에서 수직한 방향으로 일정 길이 및 일정 직경을 갖도록 설치되는 복사기와,

상기 복사기의 일측에서 상기 복사기와 평행하게 설치되는 반사기와,

상기 반사기 및 상기 복사기가 이루는 일직선상에서 상기 복사기를 중심으로 상기 반사기와 대향되는 방향에 일정 간격으로 설치되는 적어도 하나의 도파기를 포함하는 안테나 장치.

**청구항 3**

제2항에 있어서,

상기 플로팅 메탈 모듈은 상기 제2 반사기들 및 상기 제2 도파기들의 상부에 각각 설치되는 단위 플로팅 메탈을 포함하는 안테나 장치.

**청구항 4**

제3항에 있어서,

상기 플로팅 메탈 모듈의 상기 단위 플로팅 메탈은 상기 제2 반사기들 및 상기 제2 도파기들이 연결되는 경우, 상기 복수 개의 복사기들의 길이 보다 긴 길이를 갖도록 형성하는 안테나 장치.

**청구항 5**

제3항에 있어서,

상기 단위 플로팅 메탈은 하나의 금속판 상에 함께 설치되는 안테나 장치.

#### 청구항 6

제1항에 있어서,

상기 안테나 모듈은 상기 베이스에서 방사형으로 배치되는 안테나 장치.

#### 청구항 7

제1항에 있어서,

상기 안테나 모듈은 상기 베이스에서 방사형으로 배치되고, 하나의 복사기를 중심으로 하여 공용으로 이용하도록 배치되는 안테나 장치.

#### 청구항 8

제1항에 있어서,

상기 제2 도파기들, 상기 제2 반사기들 및 상기 플로팅 메탈 모듈이 연결되는 경우, 상기 제1 복사기들에 의해 방출되는 복사 신호는 상기 연결의 방향으로서는 유기되지 않는 안테나 장치.

#### 청구항 9

무선 통신 시스템에서 빔을 제어하는 방법에 있어서,

복수 개의 복사기들(radiators) 중 제1 복사기들, 복수 개의 도파기들(directors) 중 제1 도파기들 및 복수 개의 반사기들(reflectors) 중 제1 반사기들을 사용하여 빔의 방향 및 폭을 결정하는 과정과,

상기 복수 개의 반사기들 중 제2 반사기들과 상기 복수 개의 도파기들 중 제2 도파기들을 플로팅 메탈 모듈(floating metal module)에 연결하는 과정과,

상기 제1 복사기들에 신호를 제공하는 과정과,

상기 복수 개의 복사기들은 방사형(radial shape)으로 설치되는 방법.

#### 청구항 10

제 9항에 있어서,

상기 복수 개의 복사기들, 상기 복수 개의 반사기들 및 상기 복수 개의 도파기들은, 안테나 모듈을 포함하는 안테나 장치에 포함되는 방법.

#### 청구항 11

제 10항에 있어서,

상기 안테나 장치는

베이스와,

상기 안테나 장치의 빔 방향을 결정하는 제어기와,

복수 개의 스위칭 요소들을 포함하고,

상기 제어기에 의해 결정된 빔 방향에 기반하여, 상기 복수 개의 스위칭 요소들 중 제1 스위칭 요소들 각각은 상기 제1 복사기들을 각각 연결하고, 상기 복수 개의 스위칭 요소들 중 제2 스위칭 요소들 각각은 상기 플로팅 메탈 모듈, 상기 복수 개의 도파기들 중 제2 도파기들 각각 및 상기 복수 개의 반사기들 중 제2 반사기들을 각각 연결하는 방법,

#### 청구항 12

제11항에 있어서,

상기 안테나 모듈은,

상기 베이스에서 수직한 방향으로 일정 길이 및 일정 직경을 갖도록 설치되는 복사기와,

상기 복사기의 일측에서 상기 복사기와 평행하게 설치되는 상기 반사기와,

상기 반사기 및 상기 복사기가 이루는 일직선상에서 상기 복사기를 중심으로 상기 반사기와 대향되는 방향에 일정 간격으로 설치되는 적어도 하나의 도파기를 포함하는 방법.

#### 청구항 13

제12항에 있어서,

상기 플로팅 메탈 모듈은 상기 반사기 및 상기 도파기의 상부에 각각 설치되는 단위 플로팅 메탈을 포함하는 방법.

#### 청구항 14

제13항에 있어서,

상기 플로팅 메탈 모듈의 상기 단위 플로팅 메탈은 상기 제2 반사기들 및 상기 제2 도파기들이 연결되는 경우, 상기 복수 개의 복사기들의 길이 보다 긴 길이를 갖도록 형성하는 방법.

#### 청구항 15

제13항에 있어서,

상기 단위 플로팅 메탈은 하나의 금속판 상에 함께 설치되는 방법.

#### 청구항 16

제11항에 있어서,

상기 안테나 모듈은 상기 베이스에서 방사형으로 배치되는 방법.

#### 청구항 17

제11항에 있어서,

상기 안테나 모듈은 상기 베이스에서 방사형으로 배치되고, 하나의 복사기를 중심으로 하여 공용으로 이용하도록 배치되는 방법

**청구항 18**

제11항에 있어서,

상기 제2 도파기들, 상기 제2 반사기들 및 상기 플로팅 메탈 모듈이 연결되는 경우, 상기 제1 복사기들에 의해 방출되는 복사 신호는 상기 연결의 방향으로 유기되지 않는 방법.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 무선 통신 시스템에 대한 것으로, 본 발명은 BDMA(Beam Division Multiple Access) 시스템에서, 초고주파를 이용하여 기지국간 통신 및 기지국과 단말간의 통신을 지원하기 위한 방법 및 장치에 대한 것이다.

[0002]

**배경 기술**

[0003] BDMA(Beam Division Multiple Access) 시스템은 기지국과 기지국, 기지국과 단말 사이에 기존의 전방향성(Omni-directional) 빔이 아닌, 방향성(Directional) 빔을 형성하여 공간적인 선택도(Spatial Selectivity)를 제공함으로써 공간적인 다중화 이득을 제공하는 시스템이다.

[0004] 방향성 빔을 활용한 공간적인 선택도에 관해서, 중요한 점 중의 하나는, 최대 안테나 이득 대비 안테나 이득이 절반으로 떨어지는 각도인, 반 전력 빔 폭이며, 이는 배열 안테나의 개수와 밀접한 관계를 갖는다.

[0005] 무선 통신에서 방향성 빔을 활용하는 경우, 송수신기의 위치에 따라서, 안테나의 이득이 달라지게 되며, 이는 통신의 품질(SNR:Signal to Noise Ratio)과 직접적으로 연관된다. 즉, SNR을 만족시켜 통신을 유지시키기 위해서는 공간적으로 송수신기의 위치가 일정한 범위(보통 반 전력 빔 폭)내에 위치해야 한다.

[0006] 따라서, 방향성 빔을 활용하고, 불특정한 위치에 존재하는 다양한 송수신기 간의 통신(기지국에서 단말로, 기지국에서 기지국으로)이 수행되어야 하는 BDMA (Beam Division Multiple Access) 시스템에 있어서는 송수신기가 서로 원하는 방향으로 빔을 형성시킬 수 있는 빔형성 기술이 필요하다.

[0007] 빔의 공간적인 크기 분포를 나타내는 어레이 팩터(AF:Array Factor)는 안테나에 흐르는 신호 지연의 크기와 수신되는 신호의 입사 방향의 함수이다. 따라서, 신호의 지연을 조절함으로써, 빔을 원하는 방향으로 형성할 수 있으며, 이러한 기능을 수행하는 소자가 위상 이동기(Phase Shifter)이다.

[0008] 상기 위상 이동기가 빔의 방향을 결정짓는 소자라면, 빔의 형태(Null, Beamwidth 등)를 결정짓는 요소는 각 안테나에 흐르는 신호의 크기이다. 이와 같은 신호의 크기 조절은 가변 이득 증폭기(VGA:Variable Gain Amplifier)를 통해서 수행한다.

[0009] 예를 들어, 가변 이득 증폭기를 통해서 신호의 크기 분포를 이항 분포(binomial)를 가지게끔 가져감으로써, 안테나의 지향성 수평방향 패턴 중 주빔 이외의 방향으로 방사되는 것(side lobe)이 없는 빔을 형성할 수 있다.

[0010] 하지만, 보통의 경우, 빔형성 시스템에 있어서 가변 이득 증폭기는 이상적이지 않은 위상 이동기의 성능으로 인한 각 안테나마다 흐르는 신호의 크기 차이를 보정하기 위한 역할을 수행한다.

[0011] 따라서, BDMA 시스템에서 공간적인 선택도를 가지며, 고정/이동하는 송수신기 사이에 통신을 유지하기 위해서는 배열 안테나와 위상 이동기, 가변 이득 증폭기를 활용하는 것이 필요하다.

[0012] 전술한 빔 형성 기술을 BDMA 시스템의 목적에 맞도록 적용할 때 발생하는 가장 큰 문제점은 다중 빔을 형성하기 위해서 시스템의 복잡도가 매우 높아지는데 있다.

[0013] BDMA 시스템은 공간적인 선택도를 이용해서 채널의 용량을 증가시키기 위해서 다중 빔을 활용하게 되는데, 다중 빔을 생성 및 운용하기 위해서는 각 빔에 해당하는 배열 안테나를 포함한 빔 형성 시스템이 필요하다.

[0014] 빔형성 시스템은 전술한 바와 같이, 배열 안테나 외에도, 빔의 방향을 조절하기 위한 위상 이동기, 위상 이동기의 이득(혹은 손실) 에러를 보완하기 위한 가변 이득 증폭기, 다수의 신호를 합성/분배하기 위한 전력 합성/분배기가 필요하다. 또한, 신호의 경로 내에 다수의 회로들이 안정적으로 동작하기 위해서, 이를 모니터링하고 보

정하는 회로가 추가적으로 요구된다.

[0015] 이는 결과적으로 시스템의 복잡도를 높이기 되므로, 시스템의 가격을 높이고, 시스템의 오류 확률을 증가시키는 문제를 야기하게 된다. 따라서, BDMA 시스템을 위해서는 보다 단순한 구조로 빔 형성을 가능하게 하는 기술 개발이 필요하다.

[0016]

### 발명의 내용

#### 해결하려는 과제

[0017] 본 발명의 목적은 빔형성 방법 및 장치를 제공함에 있다.

[0018] 본 발명의 다른 목적은 BDMA(Beam Division Multiple Access)시스템에서 공간 선택도(spatial selectivity)를 가지기 위해 사용되는 배열 안테나를 이용한 시스템의 복잡한 구조를 단순화 하기 위한 방법 및 장치를 제공함에 있다.

[0019]

#### 과제의 해결 수단

[0020] 본 발명의 목적들을 달성하기 위한 제 1 견지에 따르면, 무선 통신 시스템을 위한 안테나 장치에 있어서 상기 장치는 베이스,상기 베이스에 일정 배열로 배치되는 다수개의 야기-우다 안테나 모듈, 상기 야기-우다 안테나 모듈의 상부에 대응 설치되어 상기 다수개의 야기-우다 안테나 모듈 중 해당 야기-우다 안테나 모듈에 선택적으로 연결되는 다수개의 플로팅 메탈 모듈, 상기 플로팅 메탈 모듈과 상기 야기-우다 안테나 모듈을 선택적으로 스위칭시키는 스위칭 장치 및 상기 스위칭 장치를 선택적으로 스위칭시키는 것에 의해 상기 야기-우다 안테나 장치가 소망 방향으로 지향성을 갖도록 제어하는 제어부를 포함한다.

[0021] 본 발명의 목적들을 달성하기 위한 제 2 견지에 따르면, 무선 통신 시스템을 위한 빔을 제어하는 방법에 있어서, 상기 방법은 빔 방향 및 빔 폭을 결정하는 과정과 스위치를 이용하여 방사할 빔 방향 및 빔폭에 해당되지 않는 반사기 및 도파기를 플로팅 메탈에 접촉시키는 과정과 복사기에 신호를 공급하는 과정을 포함한다.

#### 발명의 효과

[0022] 본 발명은 시스템 단순화 측면에서, 본 발명은 시스템의 복잡도를 높이는 기본소자들과 부가 회로들을 크게 단순화 시킴으로써, 빔 형성 시스템을 저가격으로 구현할 수 있게 되고, 오류 발생확률을 낮출 수 있는 이점이 있다.

[0023] 본 발명은 전력효율측면에서, 위상 이동기, 가변 이득 증폭기가 없는 구조로서 시스템의 전력효율을 크게 높일 수 있는 이점이 있다.

[0024] 본 발명은 구조적 측면에서, 스위치를 이용하여 여러 방향의 리플렉터와 디렉터를 동작시킴으로써 빔 폭의 조절이 가능하고, 피더를 공유하는 하나의 구조로 360도빔을 생성하는 이점이 있다.

[0025]

#### 도면의 간단한 설명

[0026] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 야기-우다 안테나의 기본 구조를 도시한 제 1 도면이다.

도 2는 본 발명의 실시 예에 따른 야기-우다 안테나를 도시한 제 2 도면이다.

도 3은 본 발명의 실시 예에 따른 야기-우다 안테나를 다수 개로 배치한 도면이다.

도 4는 본 발명의 실시 예에 따른 야기-우다 안테나를 이용한 빔 형성 시스템을 도시한 제 1 도면이다.

도 5는 본 발명의 실시 예에 따른 야기-우다 안테나를 이용한 빔 형성 시스템을 도시한 제 2 도면이다.

도 6은 본 발명의 실시 예에 따른 야기-우다 안테나를 이용한 빔 형성 시스템에서 디렉터의 개수의 이득 사이의

관계를 도시한 그래프이다.

도 7은 본 발명의 실시 예에 따른 각 도선의 중심으로부터 다른 선의 중심까지의 거리이다.

도 8은 본 발명의 실시 예에 따른 스위치를 구비한 본 발명의 빔 형성 시스템을 도시한 도면이다.

도 9는 본 발명의 실시 예에 따른 스위치 및 플로팅 메탈(floating metal)을 구비한 빔 형성 시스템을 도시한 제 1 도면이다.

도 10은 본 발명의 실시 예에 따른 스위치 및 플로팅 메탈(floating metal)을 구비한 빔 형성 시스템을 도시한 제 2 도면이다.

도 11은 본 발명의 실시 예에 따른 피더가 복수 개일 경우의 빔 형성 시스템을 도시한 제 1 도면이다.

도 12는 본 발명의 실시 예에 따른 피더가 복수 개일 경우의 빔 형성 시스템을 도시한 제 2 도면이다.

도 13은 본 발명의 실시 예에 따른 빔 형성 시스템과 기존 시스템의 성능 차이를 도시한 도면이다.

도 14는 본 발명의 실시 예에 따른 BDMA(Beam Division Multiple Access) 시스템을 도시한 도면이다.

도 15는 본 발명의 실시 예에 따른 빔형성 시스템의 블록 구성을 도시한 제 1 도면이다.

도 16은 본 발명의 실시 예에 따른 빔형성 시스템의 블록 구성을 도시한 제 2 도면이다.

도 17은 본 발명의 실시 예에 따른 빔형성 시스템의 동작 과정을 도시한 흐름도이다.

도 18은 본 발명의 실시 예에 따른 모의실험 결과를 도시한 제 1 도면이다.

도 19는 본 발명의 실시 예에 따른 모의실험 결과를 도시한 제 2 도면이다.

도 20은 본 발명의 실시 예에 따른 모의실험 결과를 도시한 제 3 도면이다.

도 21은 본 발명의 실시 예에 따른 모의실험 결과를 도시한 제 4 도면이다.

도 22는 본 발명의 실시 예에 따른 모의실험 결과를 도시한 제 5 도면이다.

도 23은 본 발명의 실시 예에 따른 모의실험 결과를 도시한 제 6 도면이다.

도 24는 본 발명의 실시 예에 따른 모의실험 결과를 도시한 제 7 도면이다.

도 25는 본 발명의 실시 예에 따른 모의실험 결과를 도시한 제 8 도면이다.

도 26은 본 발명의 실시 예에 따른 모의실험 결과를 도시한 제 9 도면이다.

도 27은 본 발명의 실시 예에 따른 모의실험 결과를 도시한 제 10 도면이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0027] 이하 본 발명의 바람직한 실시 예를 첨부된 도면을 기준으로 상세히 설명한다. 그리고, 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지기능 혹은 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단된 경우 그 상세한 설명은 생략한다. 그리고 후술되는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 그 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.

[0028] 이하, 본 발명은 빔형성 방법 및 장치에 대해 설명할 것이다.

[0029]

[0030] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 야기-우다 안테나의 기본 구조를 도시한 제 1 도면이다.

[0031] 상기 도 1a)을 참조하면, 다이폴(di-pole) 안테나가 개시되어 있다. 상기 다이폴 안테나는 공진형 안테나로서 전방향으로 신호가 방사되는 특징이 있다. 상기 다이폴 안테나의 변형된 예로는 모노 폴(mono pole) 안테나, 야기-우다(Yagi-Uda) 안테나를 들 수 있다.

[0032] 상기 도 1b)를 참조하면, 야기-우다 안테나가 개시되어 있다. 상기 야기-우다 안테나는 공진형 안테나로서 지향성을 가지는 특징이 있다. 상기 야기-우다 안테나는 하기 도 2에서 자세히 설명될 것이다.

- [0033]
- [0034]           도 2는 본 발명의 실시 예에 따른 야기-우다 안테나를 도시한 제 2 도면이다.
- [0035] 상기 도 2를 참조하면, 야기-우다 안테나는 3가지 소자로 구성된다. 즉, 신호를 공급하는 피더(Feeding)을 수행하는 피더(Feeder)(220)와 2개의 기생소자 리플렉터(reflector)(210)와 디렉터(director)(230)로 구성된다. 상기 피더(220)는 복사기, 상기 리플렉터(210)은 반사기, 상기 디렉터(230)는 도파기로 칭해질 수 있다.
- [0036] 리플렉터(210)는 피더(220)보다 길이가 길고, 리플렉터(210)는 공진 길이보다 크기 때문에 임피던스는 유도성이 된다. 이와는 반대로 디렉터(230)는 해당 공진 길이보다 작고 임피던스는 용량성이 된다.
- [0037] 이렇게 직선 상에 특정 거리를 유지하면서, 리플렉터(210), 피더(220), 디렉터(230)를 배열하면 디렉터(230) 방향으로 빔이 형성된다. 빔의 패턴과 이득은 디렉터(230)의 수와 소자간의 거리, 즉, 각 소자의 길이 변화에 따라 달라진다.
- [0038]
- [0039]           도 3은 본 발명의 실시 예에 따른 야기-우다 안테나를 다수 개로 배치한 도면이다.
- [0040] 상기 도 3을 참조하면, 3 방향의 야기-우다 안테나에서 피더를 중심에 두고 각 방향의 야기-우다 안테나가 상기 피더를 공유하는 구조이다. 여기서, 각 소자의 간격은  $0.2\lambda$ 이다. 여기서, 3개의 디렉터가 존재하고 피더를 중심으로 반대편에 리플렉터가 존재한다.
- [0041]
- [0042]           도 4는 본 발명의 실시 예에 따른 야기-우다 안테나를 이용한 빔 형성 시스템을 도시한 제 1 도면이다.
- [0043] 상기 도 4를 참조하면, 상기 야기-우다 안테나를 X-Y 평면 상에서 도시한 도면이다. Z축으로는 리플렉터, 피더, 디렉터가 솟아 있는 구조이다. 상기 도 4는 야기-우다 안테나를 360도로배치하여 전 방향으로 빔을 생성할 수 있는 구조이다.
- [0044] 상기 야기-우다 안테나는 베이스에 설치될 수 있다. 상기 베이스는 유전체로 구성되어 있어, 다수의 야기-우다 안테나를 결속할 수 있다.
- [0045]
- [0046]           도 5는 본 발명의 실시 예에 따른 야기-우다 안테나를 이용한 빔 형성 시스템을 도시한 제 2 도면이다.
- [0047] 상기 도 5를 참조하면, 상기 도 4의 야기-우다 안테나를 이용한 빔 형성 시스템에서 하나의 야기-우다 안테나를 표시한 것이다.
- [0048] 전술한 바와 같이, 상기 야기-우다 안테나는 기본적으로 리플렉터, 디렉터, 피더로 구성된다. 상기 소자들은 선형 다이폴 소자들로 이루어져 있으며, 이중 피더는 급전 전송 선로에 의해 직접 에너지를 공급받고, 나머지 소자들은 상호 결합에 의해 전류가 유기되는 기생소자로서 동작을 한다. 그리고 상기 나머지 소자들은 디렉터 사이의 간격과 길이에 의해 성능의 영향을 받는다.
- [0049]           공진 길이보다 조금 짧은 길이를 가지는 피더에서 떨어진 소자들은 디렉터쪽으로 야기된 전계를 강화시켜 주고, 리플렉터는 그와 반대 역할을 수행한다.
- [0050] 즉, 상기 리플렉터는 급전된 소자(피더) 바로 다음의 첫 번째 소자에 의해 행해지는데, 하나 이상의 리플렉터가 배열되어 있더라도 성능에는 큰 영향을 미치지 못한다.
- [0051] 하지만, 디렉터가 증가 된다면 성능을 개선시킬 수 있다. 하지만 디렉터를 계속해서 배열시킨다 하더라도 성능이 계속해서 증가하지 않고 제한된다. 왜냐하면, 유도되는 전류의 크기가 감소하기 때문이다.
- [0052]
- [0053]           도 6은 본 발명의 실시 예에 따른 야기-우다 안테나를 이용한 빔 형성 시스템에서 디렉터의 개수의 이득 사이의 관계를 도시한 그래프이다.
- [0054] 상기 도 6을 참조하면, 디렉터의 개수가 5-6개까지 늘어날 때, 디렉터가 추가될 때 마다 이득이 상당히 증가하지만 그 이상 증가 시킬 경우 이득이 제한되는 것을 알 수 있다.

[0055]

[0056] 본 발명의 실시 예에 따른 야기-우다 안테나에서 리플렉터, 피더, 디렉터의 물리적인 재질은 일반적으로 구리를 사용되나, 그 재질에 제한이 없음은 당연하다 할 것이다.

[0057] 또한, 본 발명의 실시 예에 따른 야기-우다 안테나에서 리플렉터, 피더, 디렉터의 길이, 직경, 간격을 정리하면 하기 표와 같다.

표 1

각 소자들의 직경=0.0085λ 리플렉터와의거리=0.2λ		야기-우다 안테나의 총 거리					
		0.4	0.8	1.20	2.2	3.2	4.2
리플렉터의 길이		0.482	0.482	0.482	0.482	0.482	0.475
디렉터의 길이	D1	0.442	0.428	0.428	0.432	0.428	0.424
	D2		0.424	0.420	0.415	0.420	0.424
	D3		0.428	0.420	0.407	0.407	0.420
	D4			0.428	0.398	0.398	0.407
	D5				0.390	0.394	0.403
	D6				0.390	0.390	0.398
	D7				0.390	0.386	0.394
	D8				0.390	0.386	0.390
	D9				0.398	0.386	0.390
	D10				0.407	0.386	0.390
	D11					0.386	0.390
	D12					0.386	0.390
	D13					0.386	0.390
	D14					0.386	
	D15					0.386	
디렉터 사이의 거리		0.2	0.2	0.25	0.2	0.2	0.308
Gain relative to half-wave dipole, dBd		7.1	9.2	10.2	12.25	13.4	14.2
Front-to-back ratio, dB		8	15	19	23	22	20

[0059]

[0060] 상기 <표 1>을 참고하면, 리플렉터의 길이, 디렉터가 1개부터 15개까지일 경우의 디렉터의 길이가 개시되어 있다. 여기서 피더의 길이는 리플렉터의 길이보다는 짧고 디렉터의 길이 보다는 길다.

[0061]

[0062] 야기-우다 안테나를 수학적으로 설명하면, 자유공간에서 방사하는 전류 원에 의해 생기는 전체 전계에대한 포클링턴(Pocklington) 적분 방정식에 기초하고 있으며 다음 식과 같다.

[0063] <수학식 1>

$$\int_{-i/2}^{+i/2} I(z') \left( \frac{\partial^2}{\partial z'^2} + k^2 \right) \frac{e^{jkR}}{R} dz' = j4\pi\omega \epsilon_0 E_z^i$$

[0064]

[0065] 여기서  $R = \sqrt{(x-x')^2 + (y-y')^2 + (z-z')^2}$  이다.

$$\frac{\partial^2}{\partial z^2} \left( \frac{e^{jkR}}{R} \right) = \frac{\partial^2}{\partial z'^2} \left( \frac{e^{jkR}}{R} \right)$$

[0066]

[0067] 상기 <수학식 1>에서의 관계를 이용하면, 하기 수식과 같다.

[0068] <수학식 2>

[0069] 
$$\int_{-l/2}^{+l/2} I(z') \frac{\partial^2}{\partial z'^2} \left( \frac{e^{-jkR}}{R} \right) dz' + k^2 \int_{-l/2}^{+l/2} I(z') \frac{e^{-jkR}}{R} dz' = j4\pi\omega \epsilon_0 E_z^i$$

[0070] 상기 <수학식 2>서 첫 번째 항을 부분적분을 하여 전개하면, 하기 수식과 같다.

[0071] <수학식 3>

[0072] 
$$u = l(z')$$

[0073] 
$$du = \frac{dl(z')}{dz'} dz'$$

[0074] 
$$dv = \frac{\partial^2}{\partial z'^2} \left( \frac{e^{-jkR}}{R} \right) dz' = \frac{\partial}{\partial z'} \left[ \frac{\partial}{\partial z'} \left( \frac{e^{-jkR}}{R} \right) \right] dz'$$

[0075] 
$$v = \frac{\partial}{\partial z'} \left( \frac{e^{-jkR}}{R} \right)$$

[0076] 
$$\int_{-l/2}^{+l/2} I(z') \frac{\partial^2}{\partial z'^2} \left( \frac{e^{-jkR}}{R} \right) dz' = l(z') \left[ \frac{\partial}{\partial z'} \left( \frac{e^{-jkR}}{R} \right) \right]_{-l/2}^{+l/2} - \int_{-l/2}^{+l/2} \frac{\partial}{\partial z'} \left( \frac{e^{-jkR}}{R} \right) \frac{dl(z')}{dz'} dz'$$

[0077] 각 도선의 끝에서 전류는 0이 되어야 하기 때문에 상기 <수학식 4>는 하기 수식과 같이 된다.

[0078] <수학식 4>

[0079] 
$$\int_{-l/2}^{+l/2} I(z') \frac{\partial^2}{\partial z'^2} \left( \frac{e^{-jkR}}{R} \right) dz' = - \int_{-l/2}^{+l/2} \frac{\partial}{\partial z'} \left( \frac{e^{-jkR}}{R} \right) dz' \frac{dl(z')}{dz'}$$

[0080] 상기 <수학식 4>를 부분 적분하면 다음과 같이 된다.

[0081] <수학식 5>

[0082] 
$$u = \frac{dl(z')}{dz'}$$

[0083] 
$$du = \frac{d^2l(z')}{dz'^2} dz'$$

[0084] 
$$dv = \frac{\partial}{\partial z'} \left( \frac{e^{-jkR}}{R} \right) dz'$$

[0085] 
$$v = \frac{e^{-jkR}}{R}$$

[0086] 
$$\int_{-l/2}^{+l/2} I(z') \frac{\partial^2}{\partial z'^2} \left( \frac{e^{-jkR}}{R} \right) dz' = - \left. \frac{dl(z')}{dz'} \frac{e^{-jkR}}{R} \right|_{-l/2}^{+l/2} + \int_{-l/2}^{+l/2} \frac{d^2l(z')}{dz'^2} \frac{e^{-jkR}}{R} dz'$$

[0087] 상기 <수학식 5>를 조합하면 하기 <수학식 6>과 같다.

[0088] <수학식 6>

[0089] 
$$- \left. \frac{dl(z')}{dz'} \frac{e^{-jkR}}{R} \right|_{-l/2}^{+l/2} + \int_{-l/2}^{+l/2} \left[ k^2 l(z') + \frac{d^2l(z')}{dz'^2} \right] \frac{e^{-jkR}}{R} dz' = j4\pi\omega \epsilon_0 E_z^i$$

[0090]

[0091] 작은 직경의 도선에서 각 소자에서의 전류는 홀수 차수의 이븐(even) 모드에 대한 유한 급수로서 근사화될 수 있고, n번째 소자에서의 전류는 하기 수식과 같은 형태의 푸리에 급수의 확장으로 쓸 수 있다.

[0092] <수학식 7>

[0093] 
$$I_n(z') = \sum_{m=1}^M I_{nm} \cos \left[ (2m-1) \frac{\pi z'}{l_n} \right]$$

[0094] 여기서,  $I_{nm}$  은 소자 n에 대한 모드 m의 복소 전류 계수를 나타내며,  $l_n$  은 n번째 소자의 해당 길이를 나타낸다. 상기 <수학식 7>에 대해 1,2차 미분을 하여 상기 <수학식 7>에 대입하면 하기 수식과 같다.

[0095] <수학식 8>

[0096] 
$$\sum_{m=1}^M I_{nm} \left\{ \frac{(2m-1)\pi}{l_n} \sin \left[ (2m-1) \frac{\pi z_n'}{l_n} \right] \frac{e^{-jkR}}{R} \right\}_{-l/2}^{+l/2} + \left[ k^2 - \frac{(2m-1)^2 \pi^2}{l_n^2} \right] X \int_{-l/2}^{+l/2} \cos \left[ (2m-1) \frac{\pi z_n'}{l_n} \right] \frac{e^{-jkR}}{R} dz_n' \right\} = j4\pi\omega\epsilon_0 E_z'$$

[0097] 여기서, 코사인(cosine)함수는 우함수이므로,  $0 \leq z' \leq l/2$  에서만 적분하면 되므로 상기 수식은 하기 수식과 같다.

[0098] <수학식 9>

[0099] 
$$\sum_{m=1}^M I_{nm} \left\{ (-1)^{m-1} \frac{(2m-1)\pi}{l_n} G_2(x, x', y, y', l_z, \frac{l_n}{2}) + \left[ k^2 - \frac{(2m-1)^2 \pi^2}{l_n^2} \right] X \int_0^{l_n/2} G_2(x, x', y, y', l_z, \frac{l_n}{2}) \cos \left[ \frac{(2m-1)\pi z_n'}{l_n} \right] dz_n' \right\} = j4\pi\omega\epsilon_0 E_z'$$

[0100] 여기서 
$$G_2(x, x', y, y', l_z, \frac{l_n}{2}) = \frac{e^{-jkR}}{R_-} + \frac{e^{-jkR}}{R_+}$$
 이고,  $R_{\pm} = \sqrt{(x-x')^2 + (y-y')^2 + a^2 + (z \pm z')^2}$  이다.

[0101] 여기서, N = 전체 소자수이다. 그리고,  $R_{\pm}$  는 도 7과 같이 각 도선의 중심으로부터 다른 선의 중심까지의 거리이다.

[0102] 적분방정식 각 소자에 대해서 유효하며, 전류 모드의 수 M을 각 소자의 수와 같다고 가정하면, 각 소자는 M부분으로 세분되어야 한다. 여기서, 전류분포가 구해지면, 각 소자에 의해서 생기는 원거리 전계는 각 소자로부터의 기여분을 합하면 구할 수 있다.

[0103] z축에 평행인 n번째 소자의 M모드에 의해 생기는 원거리 전계는 하기 수식과 같다.

[0104] <수학식 10>

[0105] 
$$E_{\theta n} \square - j\omega A_{\theta n}$$

[0106] 
$$A_{\theta n} \square - \frac{\mu e^{-jkR}}{4\pi r} \sin \theta \int_{-l_n/2}^{+l_n/2} I_n e^{-jk(x_n \sin \theta \cos \phi + y_n \sin \theta \sin \phi + z_n \cos \theta)} dz_n' \square - \frac{\mu e^{-jkR}}{4\pi r} \sin \theta \left[ e^{jk(x_n \sin \theta \cos \phi + y_n \sin \theta \sin \phi)} \int_{-l_n/2}^{+l_n/2} I_n e^{-jkz_n' \cos \theta} dz_n' \right]$$

[0107] 여기서,  $x_n, y_n$  은 n번째 소자의 위치를 나타낸다. 따라서 전체 전계는 N개 소자 각각으로부터 기여분을 합산하여 구하며 하기 수식과 같다.

[0108] <수학식 11>

[0109] 
$$E_{\theta} = \sum_{n=1}^N E_{\theta n} = -j\omega A_{\theta n}$$

[0110]

$$A_{\theta n} = \sum_{n=1}^N A_{\theta n} = -\frac{\mu e^{-jk r}}{4\pi r} \sin \theta \sum_{n=1}^N \left\{ e^{jk(x_n \sin \theta \cos \phi + y_n \sin \theta \sin \phi)} X \left[ \int_{-l_n/2}^{+l_n/2} I_n e^{jkz'_n \cos \theta} dz'_n \right] \right\}$$

[0111]

각 도선에 대하여 전류는 하기 수식과 같다.

[0112]

<수학식 12>

[0113]

$$\int_{-l_n/2}^{+l_n/2} I_n e^{jkz'_n \cos \theta} dz'_n = \sum_{m=1}^M I_{nm} \cos \left[ \frac{(2m-1)\pi z'_n}{l_n} \right] e^{jkz'_n \cos \theta}$$

[0114]

$$\int_{-l_n/2}^{+l_n/2} I_n e^{jkz'_n \cos \theta} dz'_n = \sum_{m=1}^M I_{nm} \int_0^{+l_n/2} 2 \cos \left[ \frac{(2m-1)\pi z'_n}{l_n} \right] X \left[ \frac{e^{jkz'_n \cos \theta} + e^{-jkz'_n \cos \theta}}{2} \right] dz'_n$$

[0115]

$$= \sum_{m=1}^M I_{nm} \int_0^{+l_n/2} 2 \cos \left[ \frac{(2m-1)\pi z'_n}{l_n} \right] X \cos(kz'_n \cos \theta) dz'_n$$

[0116]

삼각함수 공식을 이용하면 상기 <수학식 12>를 하기 수식과 같이 나타낼 수 있다.

[0117]

<수학식 13>

[0118]

$$2 \cos(\alpha) \cos(\beta) = \cos(\alpha + \beta) + \cos(\alpha - \beta)$$

[0119]

$$\int_{-l_n/2}^{+l_n/2} I_n e^{jkz'_n \cos \theta} dz'_n = \sum_{m=1}^M I_{nm} \left\{ \int_0^{+l_n/2} 2 \cos \left[ \frac{(2m-1)\pi}{l_n} + k \cos \theta \right] z'_n dz'_n + \int_0^{+l_n/2} 2 \cos \left[ \frac{(2m-1)\pi}{l_n} - k \cos \theta \right] z'_n dz'_n \right\}$$

[0120]

삼각함수 적분공식을 이용하면 상기 <수학식 13>을 하기와 같이 나타낼 수 있다.

[0121]

<수학식 14>

[0122]

$$\int_0^{a/2} 2 \cos[(b \pm c)z] dz = \frac{\alpha}{2} \frac{\sin \left[ (b \pm c) \frac{\alpha}{2} \right]}{(b \pm c) \frac{\alpha}{2}}$$

[0123]

$$\int_{-l_n/2}^{+l_n/2} I_n e^{jkz'_n \cos \theta} dz'_n = \sum_{m=1}^M I_{nm} \left[ \frac{\sin(z^+)}{z^+} + \frac{\sin(z^-)}{z^-} \right] \frac{l_n}{2}$$

[0124]

$$z^+ = \left[ \frac{(2m-1)\pi}{l_n} + k \cos \theta \right] \frac{l_n}{2}$$

[0125]

$$z^- = \left[ \frac{(2m-1)\pi}{l_n} - k \cos \theta \right] \frac{l_n}{2}$$

[0126]

상기 <수학식 14>를 이용하여 전체 전계를 나타내면 하기 수식과 같다.

[0127]

<수학식 15>

[0128]

$$E_{\theta} = \sum_{n=1}^N E_{\theta n} = -j\omega A$$

[0129]

$$A_{\theta} = \sum_{n=1}^N A_{\theta n} = -\frac{\mu e^{-jk r}}{4\pi r} \sin \theta \sum_{n=1}^N \left\{ e^{jk(x_n \sin \theta \cos \phi + y_n \sin \theta \sin \phi)} \bullet \sum_{m=1}^M I_{nm} \left[ \frac{\sin(z^+)}{z^+} + \frac{\sin(z^-)}{z^-} \right] \right\} \frac{l_n}{2}$$

- [0130]
- [0131] 도 8은 본 발명의 실시 예에 따른 스위치를 구비한 본 발명의 빔 형성 시스템을 도시한 도면이다.
- [0132] 상기 도 8을 참조하면, 스위치를 구비한 야기-우다 안테나를 Z-Y평면에서 도시한 도면이다. 상기 야기-우다 안테나는 리플렉터, 피더, 3개의 디렉터, 스위치를 포함하여 구성된다.
- [0133] 본 발명의 실시 예에 따른 빔 형성 시스템은 상기 도 8과 같은 구조가 상기 도 5와 같이 360도로 배치되어 있는 형태로 하나의 피더를 공유하고 여러 방향으로 디렉터와 리플렉터가 존재하는 구조이다.
- [0134] 상기 도 8에서, 야기 우다 안테나는 급전 전송 선로에 의해 피더가 직접 에너지를 공급받는 반면에, 나머지 소자, 즉, 리플렉터와 디렉터는 상호 결합에 의해 전류가 유기되는 기생 소자로서 동작을 한다.
- [0135] 상기 도 5에서, 여러 방향으로 디렉터와 리플렉터가 존재하는데, 도 8에서 빔을 방사하기를 원하는 방향의 디렉터와 리플렉터 이외의 다른 방향의 디렉터와 리플렉터의 영향을 없애기 위해, 원하는 주파수에서 동작하는 디렉터와 리플렉터를 제외한 디렉터와 리플렉터는 스위치를 이용해 길이를 변경한다. 이렇게 길이를 조절함으로써 상기 디렉터와 리플렉터는 다른 주파수에서 동작하는 디렉터와 리플렉터가 된다.
- [0136] 하지만, 길이를 조절하여 다른 주파수에서 동작하는 디렉터와 리플렉터로 변경하더라도 디렉터와 리플렉터에 전류가 유기되어 재 복사가 발생하여 다른 주파수에서 동작하는 디렉터와 리플렉터가 된다. 이는 원하는 동작 주파수에서 동작하는 디렉터와 리플렉터에 영향을 미치게 된다. 따라서 단순히 스위치를 이용하여 길이를 변화시키는 것만으로는 완전히 원하는 방향외의 디렉터와 리플렉터의 영향을 없애는 것은 불가능하다. 이러한 영향을 완전히 없애기 위해 도 9에서 나타낸 것처럼 플로팅 메탈(floating metal)을 이용한다.
- [0137]
- [0138] 도 9는 본 발명의 실시 예에 따른 스위치 및 플로팅 메탈(floating metal)을 구비한 빔 형성 시스템을 도시한 제 1 도면이다.
- [0139] 상기 도 9를 참조하면, 상기 도 8의 야기-우다 안테나에 플로팅 메탈을 추가하여 원하는 주파수에서 동작하는 디렉터와 리플렉터를 제외한 디렉터와 리플렉터는 스위치를 이용해 길이를 변경하여 다른 주파수에서 동작하는 디렉터와 리플렉터로 변경하는 구조를 도시한 것이다.
- [0140] 이러한 구조에서는 변경된 디렉터와 리플렉터에 전류가 유기되어 재복사 과정이 수행되고, 원하는 동작 주파수에서 동작하는 디렉터와 리플렉터에 영향을 미치게 되는 것을 방지하기 위해, 원하는 동작주파수에 맞는 디렉터와 리플렉터 외의 다른 디렉터와 리플렉터에 플로팅 메탈(floating metal)에 접촉시킨다.
- [0141] 기생 소자들(디렉터와 리플렉터)은 피더에 의해서 전류가 유기 되고, 다시 이 전류가 기생소자에 의해서 재복사 되게 된다. 하지만, 기생 소자들을 플로팅 메탈에 연결 함으로써 유기된 전류가 넓은 플로팅 메탈에 균등하게 분배되어 흐름으로써, 그 전류의 크기가 크게 감소하여 플로팅 메탈에 연결된 기생소자들에 의한 재복사 과정이 발생하지 않게 되어, 결국 빔 생성에 영향을 미치지 않게 된다. 즉, 상기 플로팅 메탈은 원하는 방향 이외의 리플렉터와 디렉터에 연결됨으로써 정상적인 리플렉터와 디렉터로 동작하기 않게 하는 역할을 수행한다.
- [0142] 상기 리플렉터와 디렉터에는 플로팅 메탈에 연결할 수 있도록 연결 포인트가 존재한다. 본 발명의 장치의 제어부는 여러 방향으로 배치된 리플렉터와 디렉터 중 원하는 방향의 리플렉터와 디렉터를 제외한 리플렉터와 디렉터를 스위치를 이용해 플로팅 메탈에 연결하여, 원하는 방향의 리플렉터와 디렉터만이 동작되어 빔을 생성하고 빔을 조절할 수 있다. 이에 따라, 본 발명은 시스템에서 원하는 이득과 반전력빔폭 (HPBW: Half Power Beam Width)을 조절 할 수 있다.
- [0143]
- [0144] 도 10은 본 발명의 실시 예에 따른 스위치 및 플로팅 메탈(floating metal)을 구비한 빔 형성 시스템을 도시한 제 2 도면이다.
- [0145] 상기 도 10a, b를 참조하면, 도면에서 빔이 방사되는 방향을 제외한 리플렉터와 디렉터에 플로팅 메탈이 접촉되면, 접촉된 리플렉터와 디렉터 방향으로 빔이 방사되지 않는 것을 도시하고 있다.
- [0146]
- [0147] 도 11은 본 발명의 실시 예에 따른 피더가 복수 개일 경우의 빔 형성 시스템을 도시한 제 1 도면이다.

- [0148] 상기 도 11을 참조하면, 피더가 복수 개인 경우를 도시한 것으로, 해당 동작 원리는 피더가 공유되는 본 발명의 실시 예에 따른 빔 형성 시스템과 동일하다. 도면에서 빔이 방사되는 방향을 제외한 리플렉터와 디렉터에 플로팅 메탈이 접촉되면, 접촉된 리플렉터와 디렉터 방향으로는 빔이 방사되지 않고, 접촉되지 않은 리플렉터와 디렉터 방향으로는 빔이 방사되는 것을 도시하고 있다.
- [0149]
- [0150] 도 12는 본 발명의 실시 예에 따른 피더가 복수 개인 경우의 빔 형성 시스템을 도시한 제 2 도면이다.
- [0151] 상기 도 12를 참조하면, 피더가 복수 개인 경우를 도시한 것으로, 동작 원리는 피더가 공유되는 본 발명의 실시 예에 따른 빔 형성 시스템과 동일하다. 도면에서 빔이 방사되는 방향을 제외한 리플렉터와 디렉터에 플로팅 메탈이 접촉되면, 접촉된 리플렉터와 디렉터 방향으로는 빔이 방사되지 않고, 접촉되지 않은 리플렉터와 디렉터 방향으로는 빔이 방사되는 것을 도시하고 있다.
- [0152]
- [0153] 도 13은 본 발명의 실시 예에 따른 빔 형성 시스템과 기존 시스템의 성능 차이를 도시한 도면이다.
- [0154] 상기 도 13을 참조하면, 본 발명의 빔 형성 시스템은 기존의 시스템과 비교하여 섹터 부피 면에서 20% 감소하고, 위상 어레이 안테나 부피 면에서 31%가 감소하는 이점이 있다.
- [0155]
- [0156] 도 14는 본 발명의 실시 예에 따른 BDMA(Beam Division Multiple Access) 시스템을 도시한 도면이다.
- [0157] 상기 도 14를 참조하면, 본 발명의 빔 형성 시스템에 적용 가능한 통신 시스템의 일례로 BDMA 시스템을 들어 설명한다.
- [0158] 상기 BDMA 시스템은 마크로 기지국(1400), 다수의 분산 기지국(1410), 다수의 단말(1420)로 구성된다. 상기 마크로 기지국(1400)과 다수의 분산 기지국(1410)은 다중 대역의 무선통신기술을 사용한다. 상기 마크로 기지국(1400)과 다수의 분산 기지국(1410)은 채널의 상황과 용도에 따라 주파수 대역을 선택적으로 활용할 수 있다. 예를 들어, LOS(Line of Sight) 상황에서는 대용량의 고주파 대역을 사용할 수 있고, NLOS(None Line of Sight) 상황에서는 저주파 대역을 사용할 수 있다.
- [0159] 여기서, 상기 마크로 기지국(1400)과 다수의 분산 기지국(1410)은 공간적 선택도를 가지기 위해서, 각 주파수 대역에서 어레이 안테나를 사용한다. 상기 어레이 안테나의 예로 본 발명의 빔 형성 시스템이 사용될 수 있다.
- [0160]
- [0161] 도 15는 본 발명의 실시 예에 따른 빔형성 시스템의 블록 구성을 도시한 제 1 도면이다.
- [0162] 상기 도 15를 참조하면, 상기 빔형성 시스템은 플로팅 메탈(1510), 다수의 스위치(1519, 1520, 1522, 1524), 제어부(1540) 및 다수의 기생소자(1529, 1532, 1534, 1536), 피딩 시스템(1530) 및 RF시스템(1550)을 포함하여 구성된다.
- [0163] 상기 도 15의 상위 그림과 같이 상기 빔 형성 시스템은 다수의 기생소자(1529, 1532, 1534, 1536) 및 피딩 시스템(1530)이 다수 개로 존재한다.
- [0164] 상기 피딩 시스템(1530)은 상기 RF(Radio Frequency) 시스템(1550)에 연결되어 있고 상기 RF 시스템(1550)으로부터 제공되는 신호는 상기 피딩 시스템(1530)에 제공되고, 이후 빔이 방사된다.
- [0165] 방사할 빔 폭 및 빔 방향이 상기 제어부(1540)에 의해 결정되면, 상기 제어부(1540)는 적어도 하나의 스위치(1519, 1520, 1522, 1524)를 이용하여 방사할 빔 방향 및 빔 폭에 해당되지 않는 기생소자(1529, 1532, 1534, 1536)에 상기 플로팅 메탈(1510)을 접촉시킨다.
- [0166] 이후, 접촉된 기생소자(1529, 1532, 1534, 1536) 방향으로는 빔이 방사되지 않고, 접촉되지 않은 기생소자 방향으로는 빔이 방사된다.
- [0167]
- [0168] 도 16은 본 발명의 실시 예에 따른 빔형성 시스템의 블록 구성을 도시한 제 2 도면이다.
- [0169] 상기 도 16을 참조하면, 상기 빔형성 시스템은 플로팅 메탈(1610), 다수의 스위치(1620, 1621, 1622, 1623,

1624, 1625), 제어부(1640) 및 다수의 기생소자(1630, 1634, 1635, 1636, 1638), 다수의 피딩 시스템(1632, 1635, 1638) 및 RF시스템(1650)을 포함하여 구성된다.

- [0170] 상기 도 16의 상위 그림과 같이 상기 빔 형성 시스템은 다수의 기생소자(1630, 1634, 1635, 1636, 1638) 및 다수의 피딩 시스템(1632, 1635, 1638) 이 다수 개로 존재한다.
- [0171] 상기 다수의 피딩 시스템(1632, 1635, 1638)은 상기 RF(Radio Frequency) 시스템(1650)에 연결되어 있고 상기 RF 시스템(1650)으로부터 제공되는 신호는 상기 다수의 피딩 시스템(1632, 1635, 1638)에 제공되고, 이후 빔이 방사된다.
- [0172] 방사할 빔 폭 및 빔 방향이 상기 제어부(1640)에 의해 결정되면, 상기 제어부(1640)는 적어도 하나의 스위치(1620, 1621, 1622, 1623, 1624, 1625)를 이용하여 방사할 빔 방향 및 빔 폭에 해당되지 않는 기생소자에 상기 플로팅 메탈(1610)을 접촉시킨다.
- [0173] 이후, 접촉된 기생소자 방향으로는 빔이 방사되지 않고, 접촉되지 않은 기생소자 방향으로는 빔이 방사된다.
- [0174]
- [0175] 도 17은 본 발명의 실시 예에 따른 빔형성 시스템의 동작 과정을 도시한 흐름도이다.
- [0176] 상기 도 17을 참조하면, 장치의 제어부는 방사할 빔 방향을 결정하고(1710 단계) 방사할 빔 폭을 결정한다(1715 단계).
- [0177] 이후, 상기 제어부는 스위치를 이용하여 방사할 빔 방향 및 빔 폭에 해당되지 않는 리플렉터 및 디렉터를 플로팅 메탈에 접촉시킨다(1720 단계).
- [0178] 이후, 상기 제어부는 피더에 신호를 공급하여 원하는 방향 및 빔폭으로 빔이 방사되게 한다.
- [0179]
- [0180] 도 18은 본 발명의 실시 예에 따른 모의실험 결과를 도시한 제 1 도면이다.
- [0181] 상기 도 18을 참조하면, 하나의 피더를 중심으로 디렉터와 리플렉터를 배열하여 하나의 방향으로 빔을 생성하는 예를 도시하고 있다. 활성화된 방향은 40도이다.
- [0182]
- [0183] 도 19는 본 발명의 실시 예에 따른 모의실험 결과를 도시한 제 2 도면이다.
- [0184] 상기 도 19를 참조하면, 하나의 피더를 중심으로 디렉터와 리플렉터를 배열하여 하나의 방향으로 빔을 생성하는 예를 도시하고 있다. 활성화된 방향은 120도이다.
- [0185]
- [0186] 도 20은 본 발명의 실시 예에 따른 모의실험 결과를 도시한 제 3 도면이다.
- [0187] 상기 도 20을 참조하면, 하나의 피더를 중심으로 디렉터와 리플렉터를 배열하여 하나의 방향으로 빔을 생성하는 예를 도시하고 있다. 활성화된 방향은 240도이다.
- [0188]
- [0189] 도 21은 본 발명의 실시 예에 따른 모의실험 결과를 도시한 제 4 도면이다.
- [0190] 상기 도 21을 참조하면, 하나의 피더를 중심으로 디렉터와 리플렉터를 배열하여 하나의 방향으로 빔을 생성하는 예를 도시하고 있다. 활성화된 방향은 320도이다.
- [0191]
- [0192] 도 22는 본 발명의 실시 예에 따른 모의실험 결과를 도시한 제 5 도면이다.
- [0193] 상기 도 22를 참조하면, 피더 2개를 이용하여 이득과 과 반전력빔폭을 줄인 예를 도시하고 있다. 활성화된 방향은 75도이다.
- [0194]
- [0195] 도 23은 본 발명의 실시 예에 따른 모의실험 결과를 도시한 제 6 도면이다.

[0196] 상기 도 23을 참조하면, 피더 2개를 이용하여 이득과 과 반전력빔폭을 줄인 예를 도시하고 있다. 활성화된 방향은 165도이다.

[0197]

[0198] 도 24는 본 발명의 실시 예에 따른 모의실험 결과를 도시한 제 7 도면이다.

[0199] 상기 도 24를 참조하면, 피더 2개를 이용하여 이득과 과 반전력빔폭을 줄인 예를 도시하고 있다. 활성화된 방향은 255도이다.

[0200]

[0201] 도 25는 본 발명의 실시 예에 따른 모의실험 결과를 도시한 제 8 도면이다.

[0202] 상기 도 25를 참조하면, 피더 2개를 이용하여 이득과 과 반전력빔폭을 줄인 예를 도시하고 있다. 활성화된 방향은 345도이다.

[0203]

[0204] 도 26는 본 발명의 실시 예에 따른 모의실험 결과를 도시한 제 9 도면이다.

[0205] 상기 도 26을 참조하면, 활성화된 방향은 345도이고 반전력빔폭은 18도까지 줄인 것이고, 이득은 17.5dBi이다.

[0206]

[0207] 도 27는 본 발명의 실시 예에 따른 모의실험 결과를 도시한 제 10 도면이다.

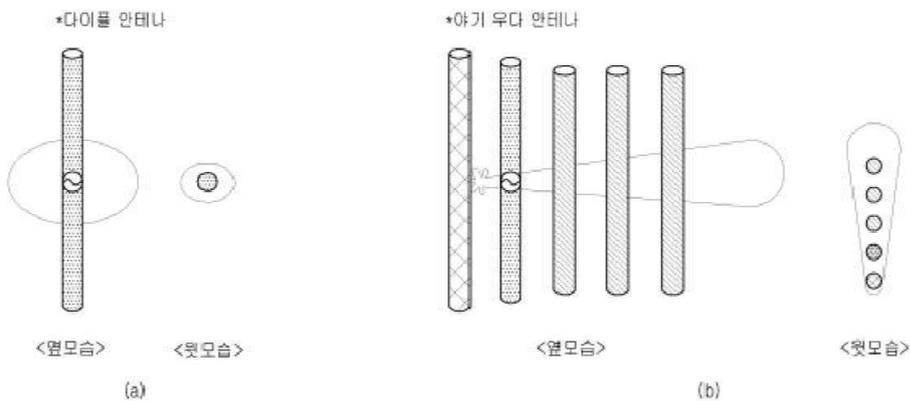
[0208] 상기 도 27을 참조하면, 활성화된 방향은 85도이고 반전력빔폭은 13도까지 줄인 것이고 이득은 17.1dBi이다.

[0209]

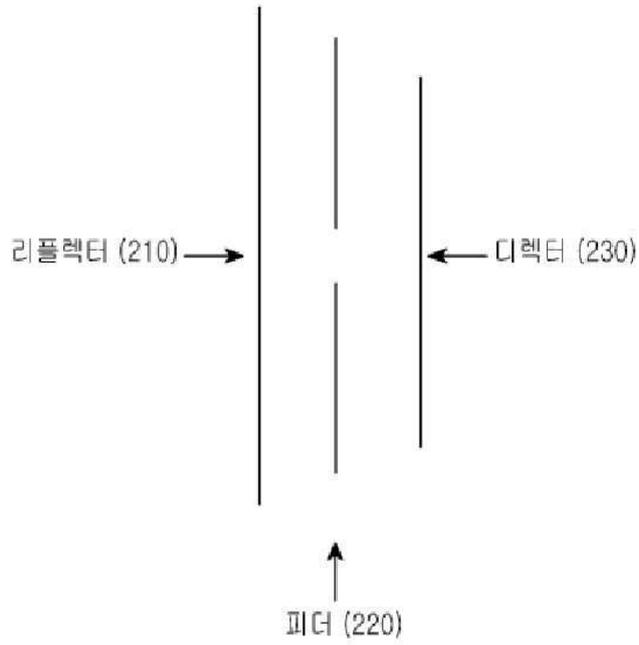
[0210] 한편 본 발명의 상세한 설명에서는 구체적인 실시 예에 관해 설명하였으나, 본 발명의 범위에서 벗어나지 않는 한도 내에서 여러 가지 변형이 가능하다. 그러므로 본 발명의 범위는 설명된 실시 예에 국한되어 정해져서는 아니 되며 후술하는 특허청구의 범위뿐만 아니라 이 특허청구의 범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

**도면**

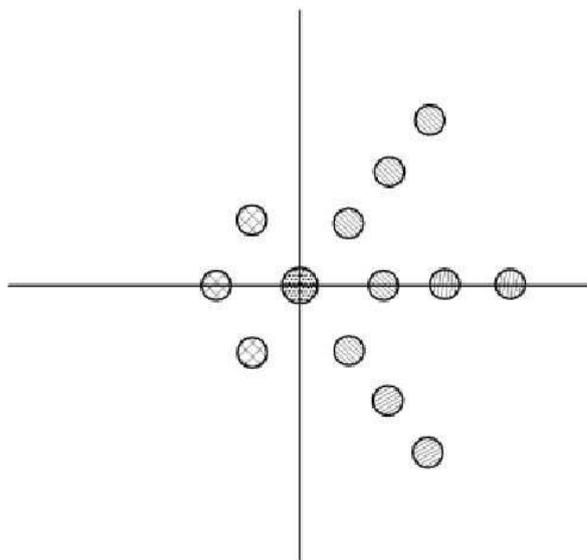
**도면1**



도면2

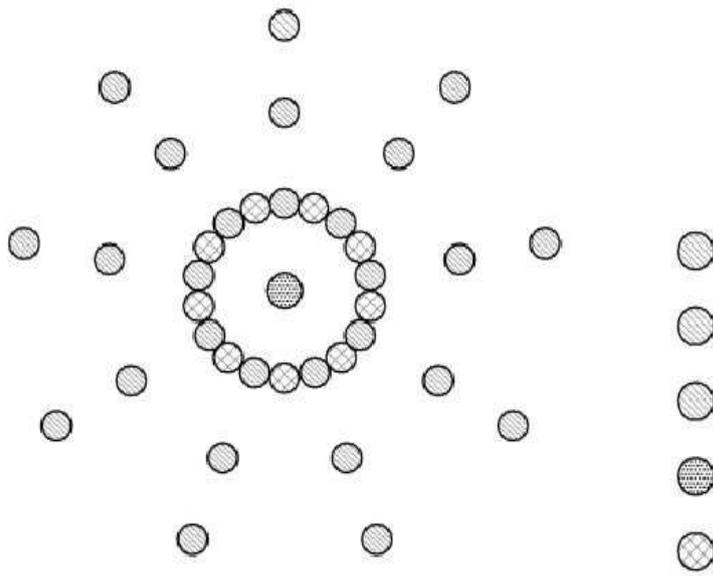


도면3



-  디렉터
-  리플렉터
-  피더

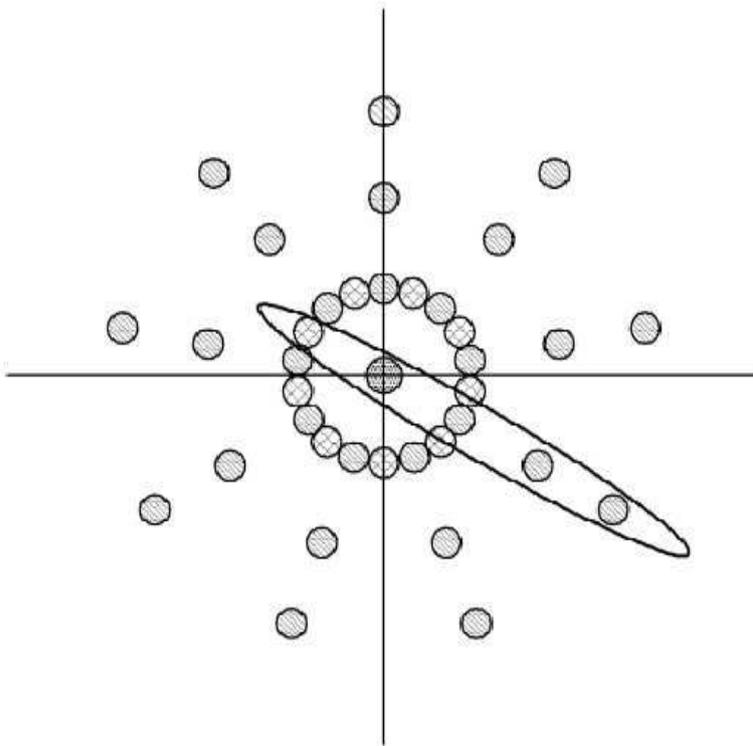
도면4



<윗모습>

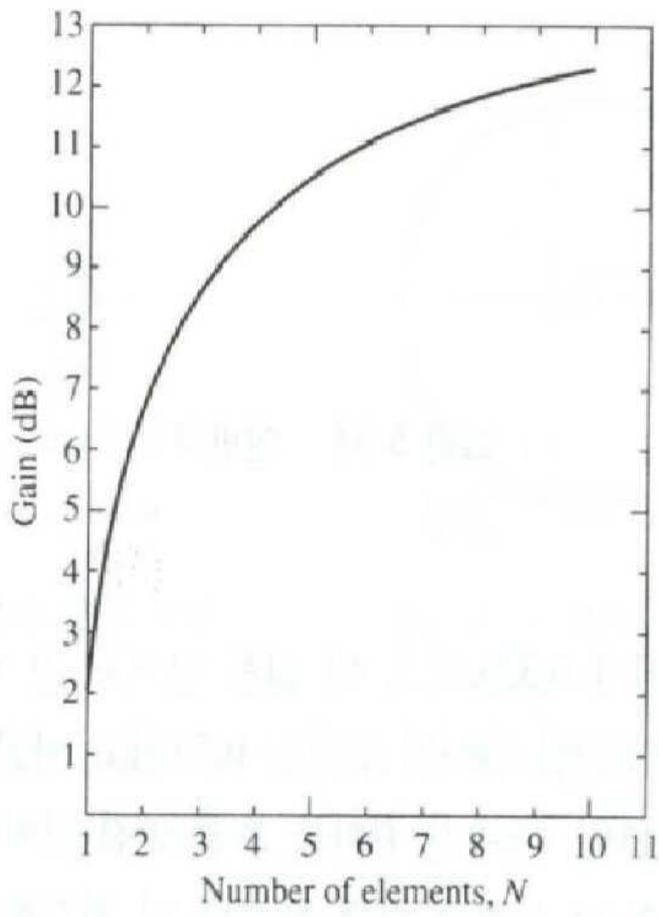
-  디렉터
-  피더
-  리플렉터

도면5

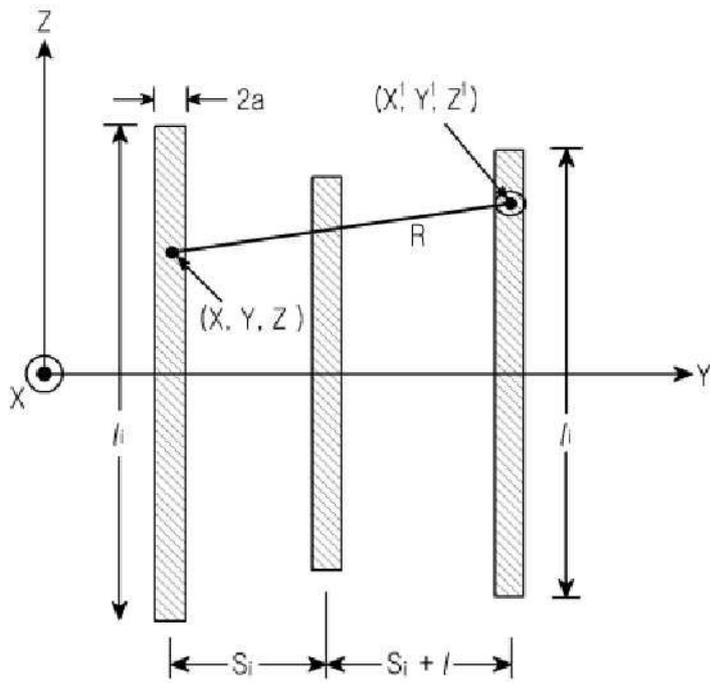


-  디렉터
-  리플렉터
-  파더

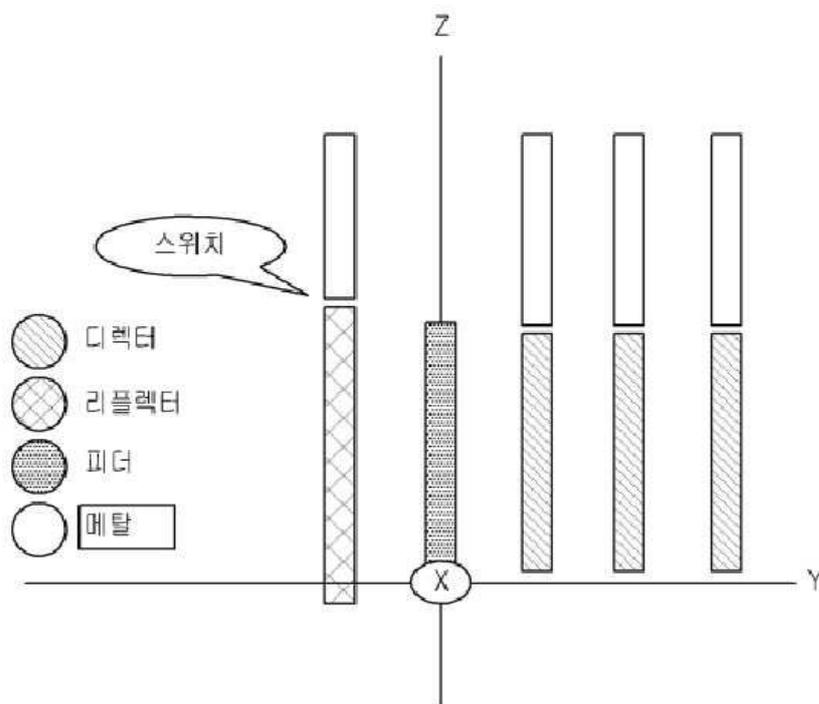
도면6



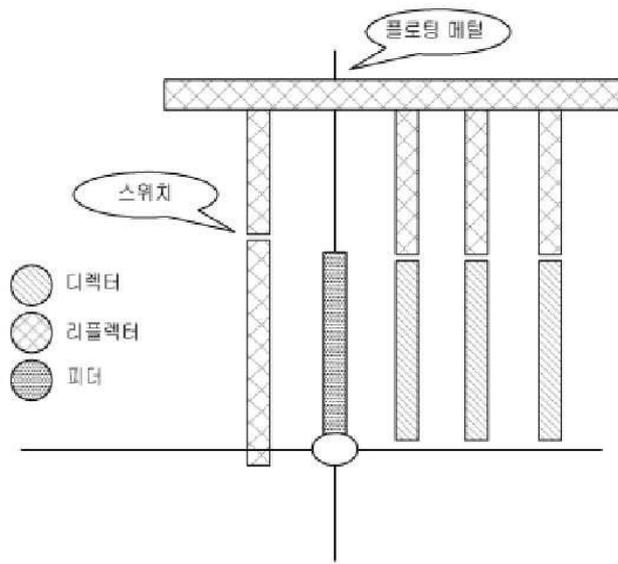
도면7



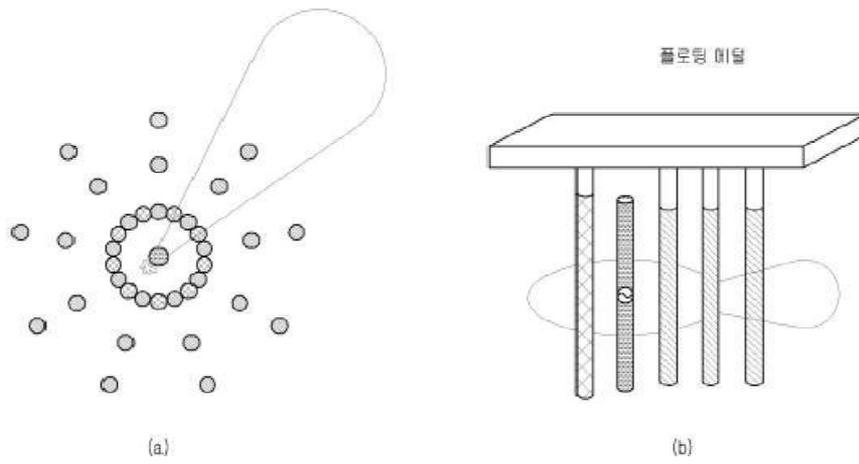
도면8



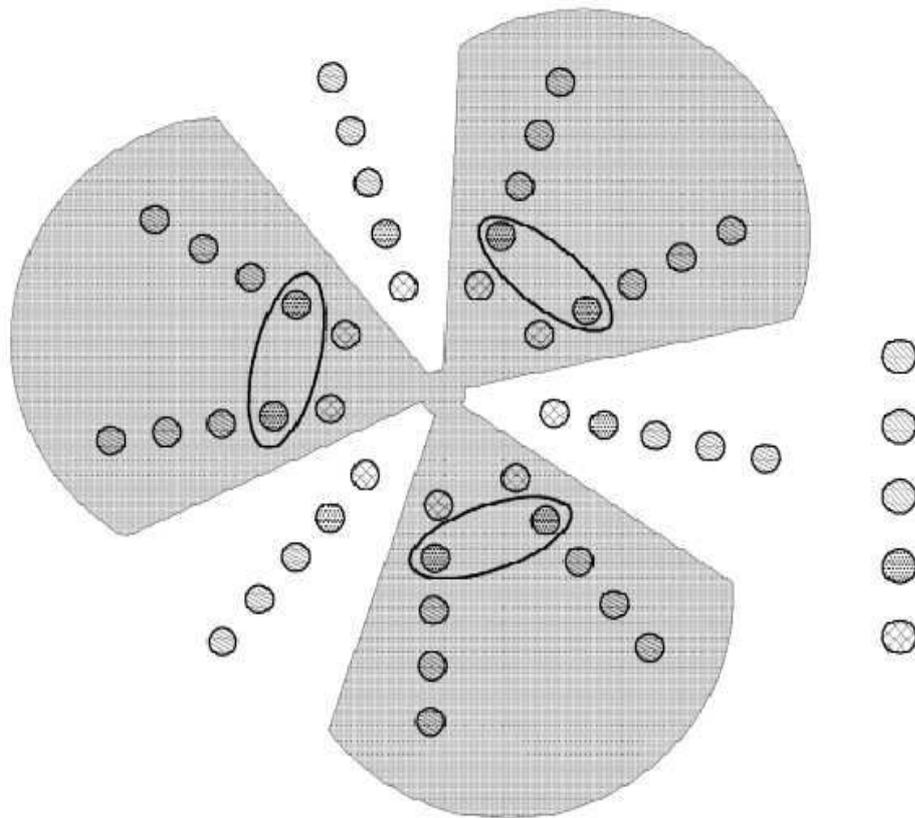
도면9



도면10



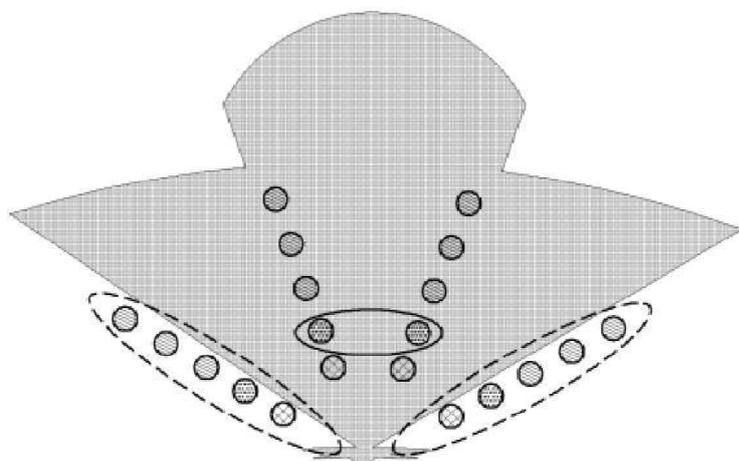
도면11



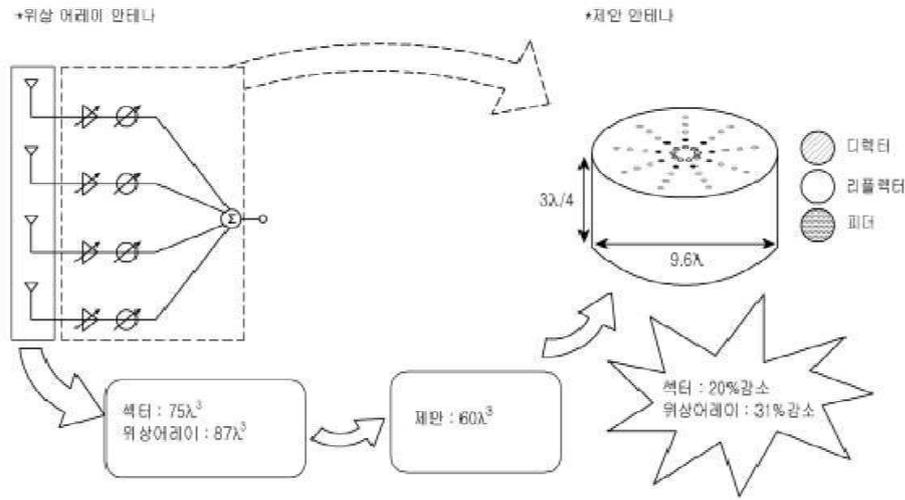
<원모습>

-  디렉터
-  피더
-  리플렉터

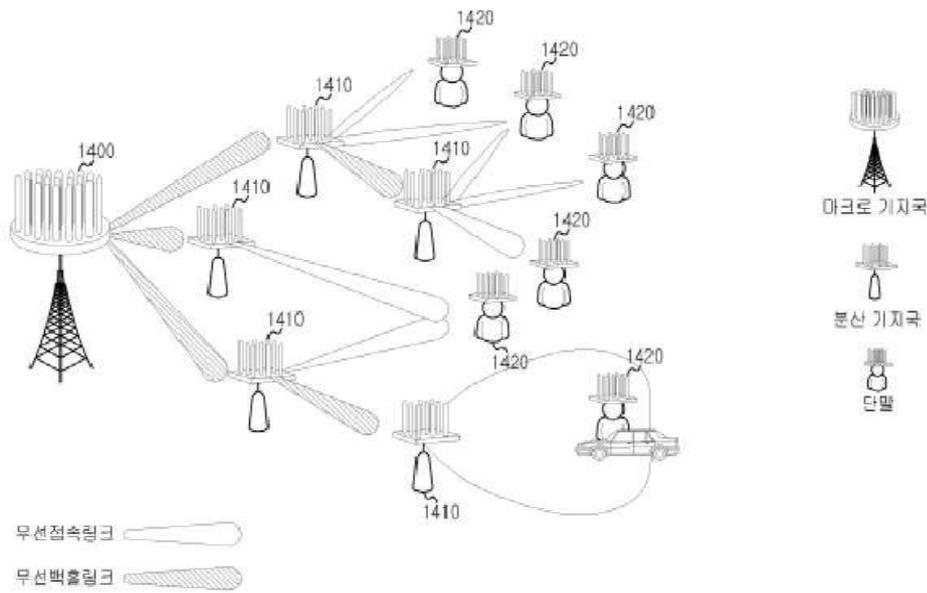
도면12



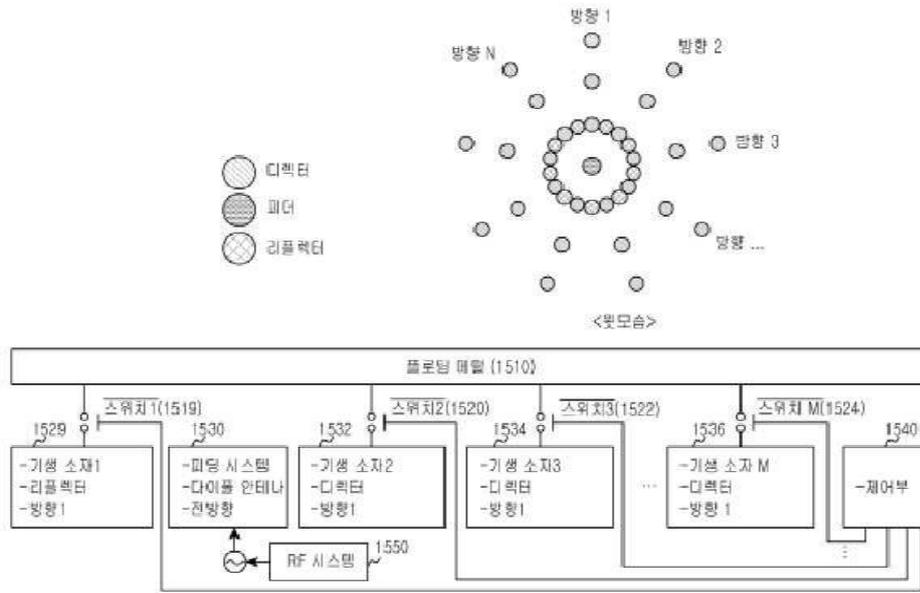
도면13



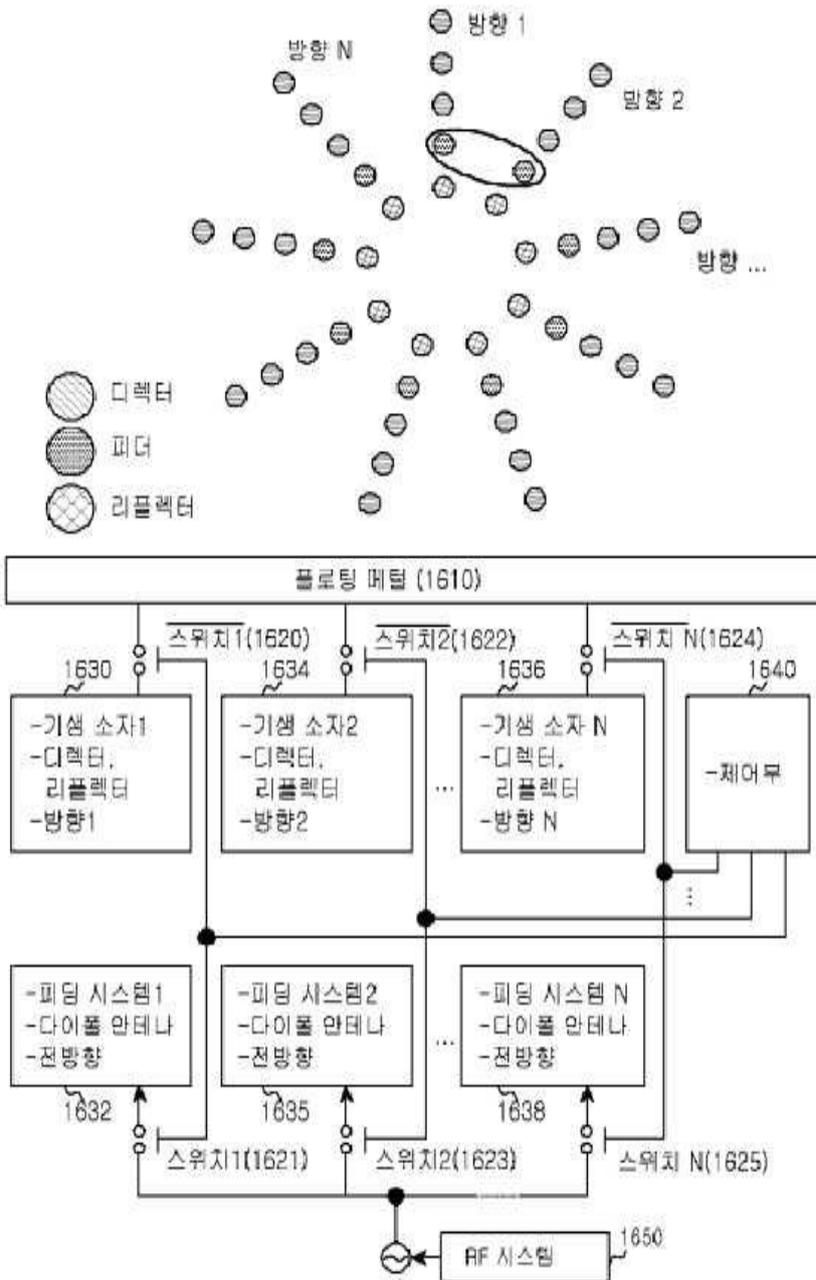
도면14



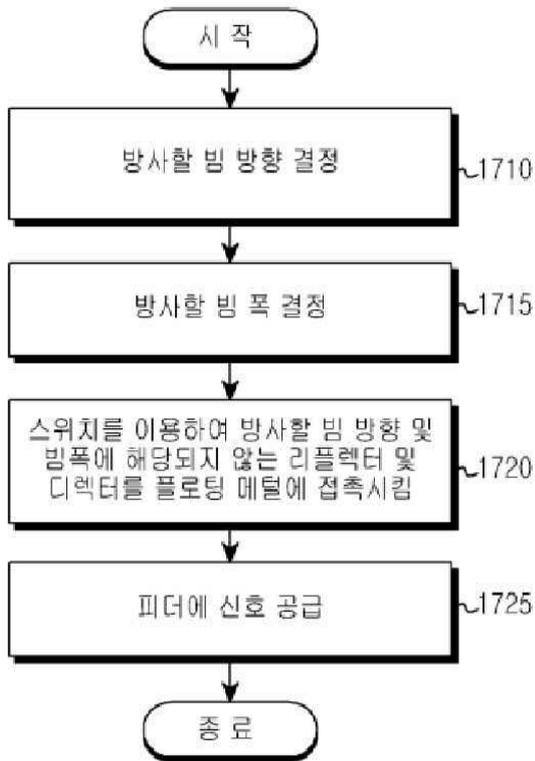
도면15



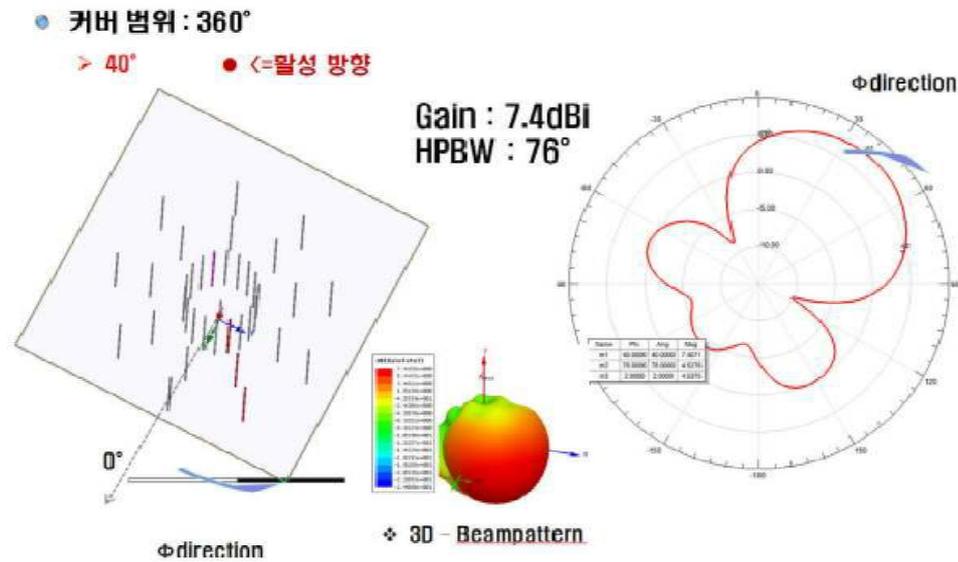
도면16



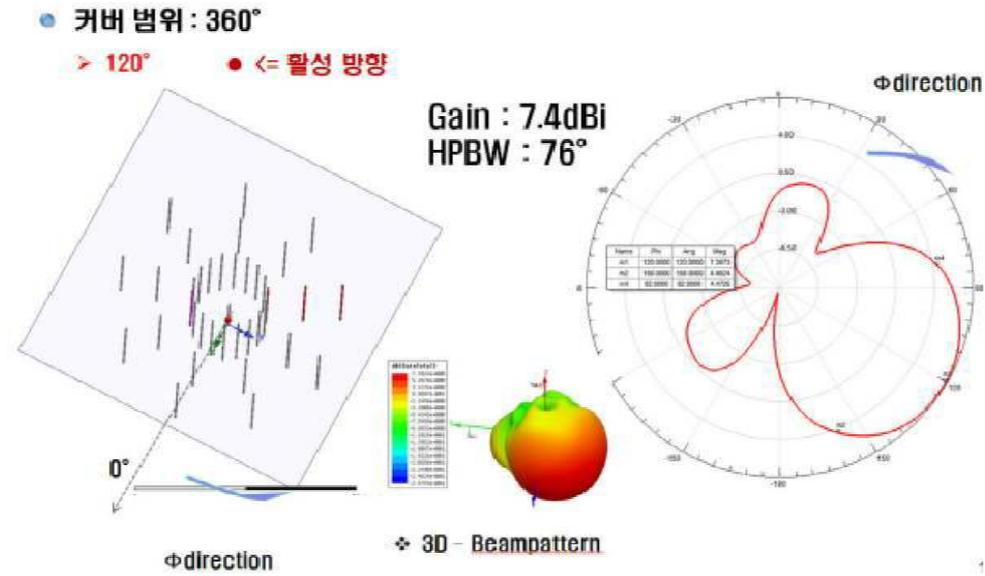
도면17



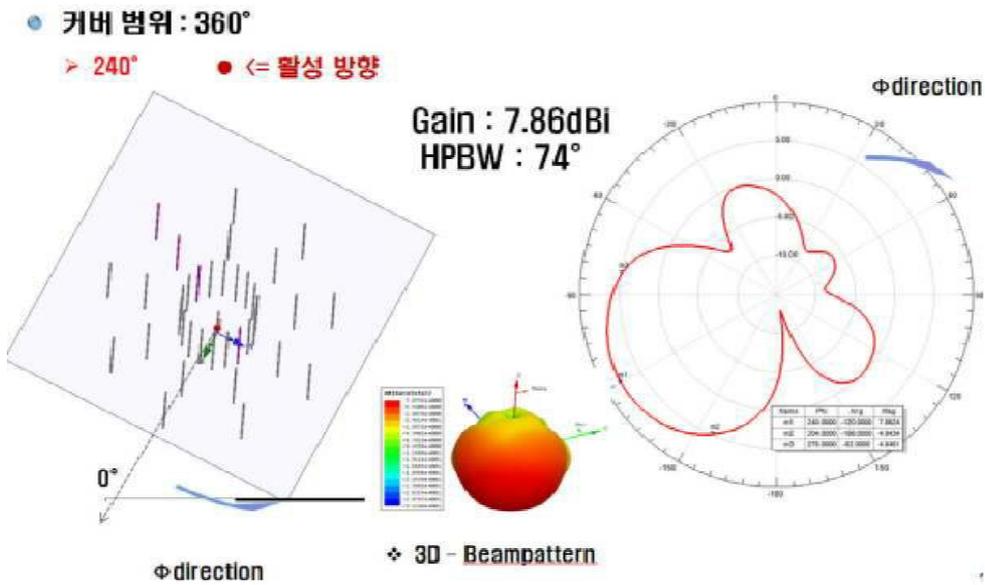
도면18



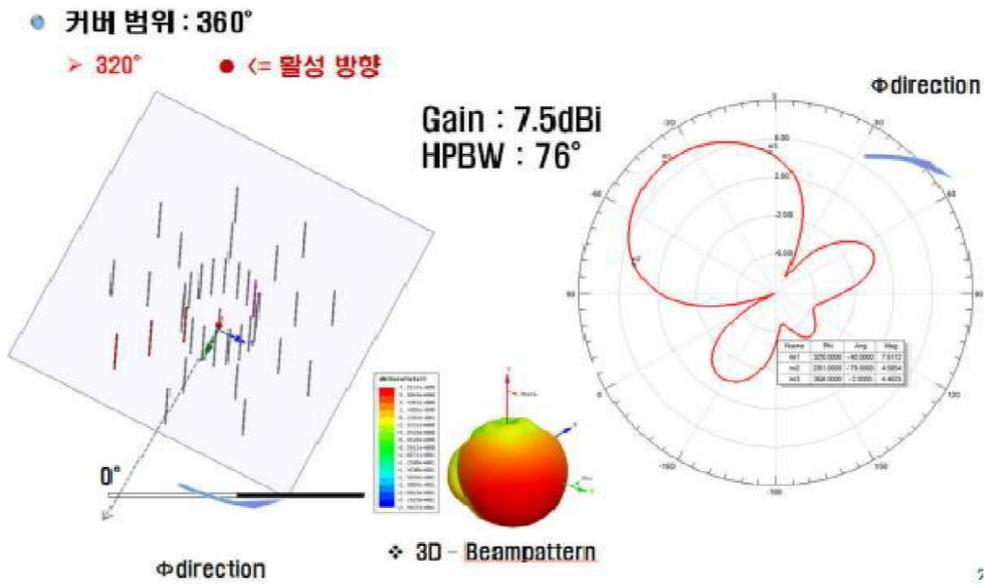
도면19



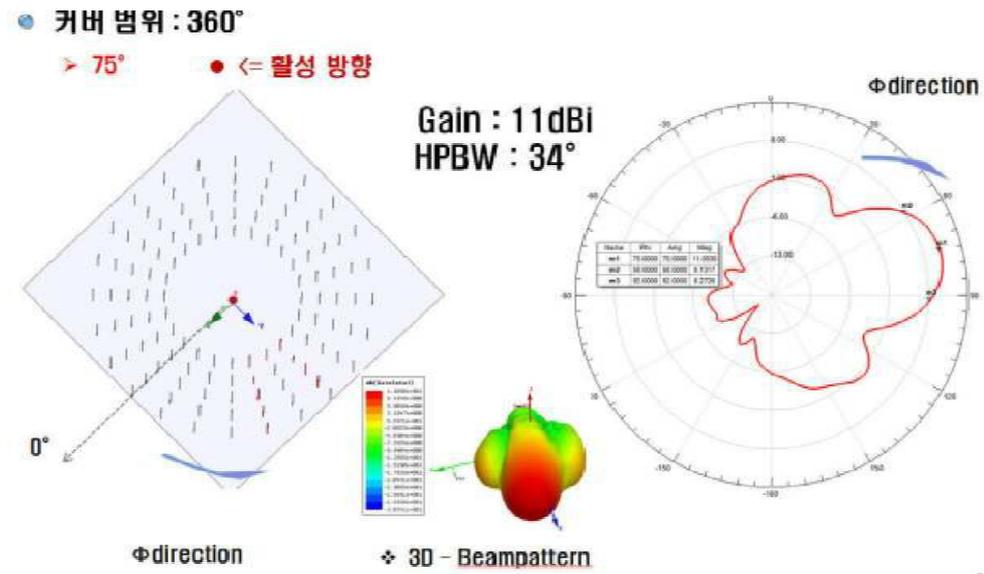
도면20



도면21



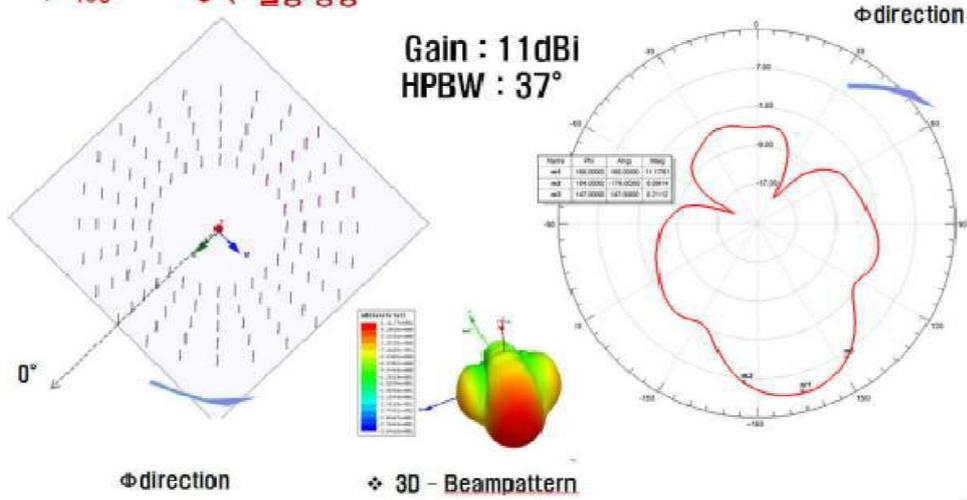
도면22



도면23

● 커버 범위 : 360°

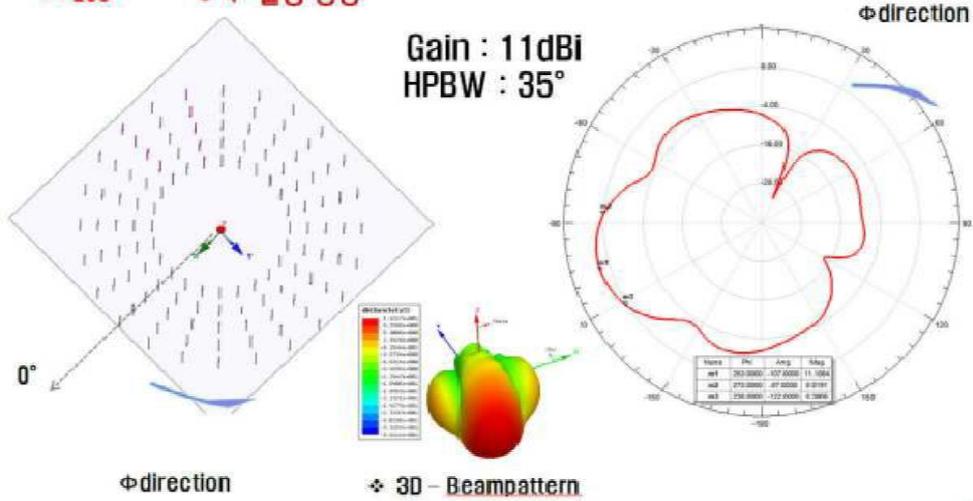
> 185° ● <= 활성 방향



도면24

● 커버 범위 : 360°

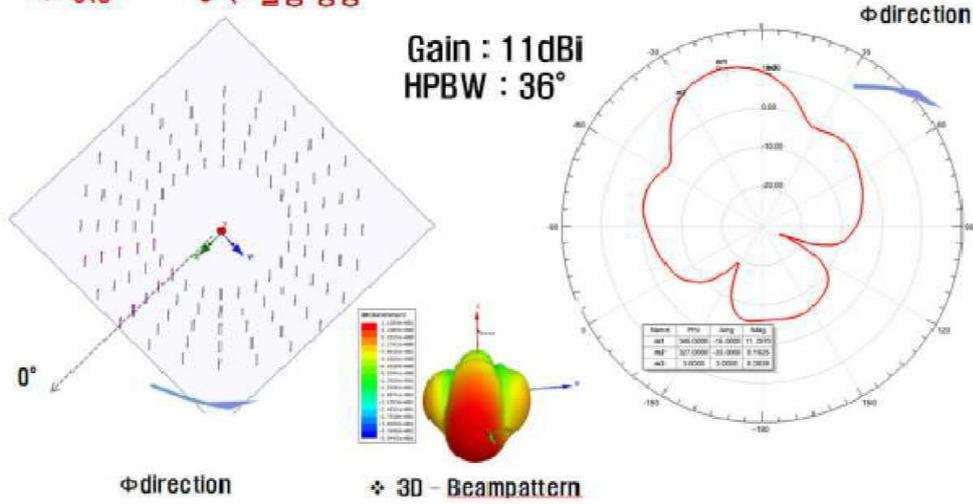
> 255° ● <= 활성 방향



도면25

● 커버 범위 : 360°

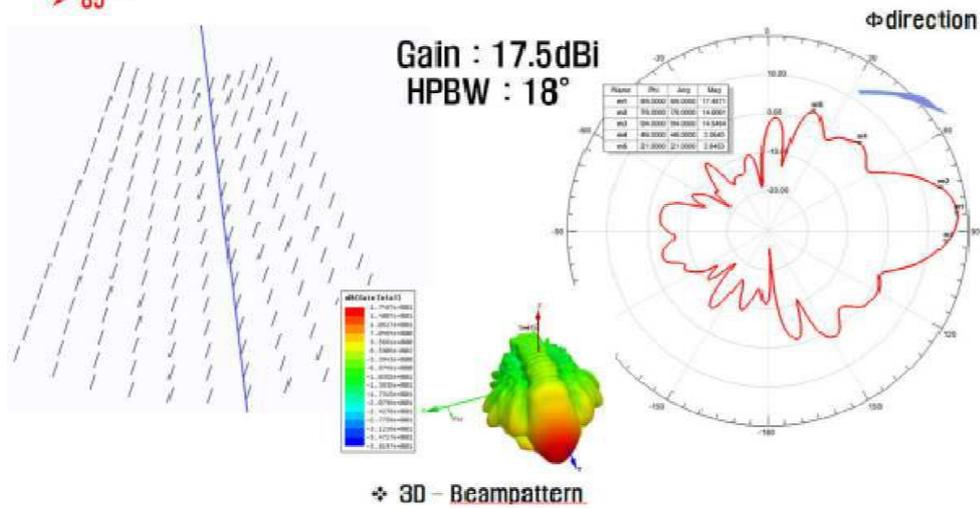
> 345° ● <= 활성 방향



도면26

● 커버 범위 : 360°

> 85°



도면27

● 커버 범위 : 360°

➢ 87°

