



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년02월15일
(11) 등록번호 10-2210746
(24) 등록일자 2021년01월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01Q 21/06 (2018.01) H01Q 9/04 (2018.01)
H01Q 9/40 (2006.01)

(73) 특허권자
홍익대학교 산학협력단

(52) CPC특허분류
H01Q 21/065 (2013.01)
H01Q 9/0407 (2013.01)

(72) 발명자
임태홍

(21) 출원번호 10-2019-0095921

장병준

(22) 출원일자 2019년08월07일
심사청구일자 2019년08월07일

추호성

(56) 선행기술조사문헌

KR100279696 B1*
KR1020160091845 A*
KR1020160117147 A*

(74) 대리인
방영석, 강태훈, 나선균

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

전체 청구항 수 : 총 3 항

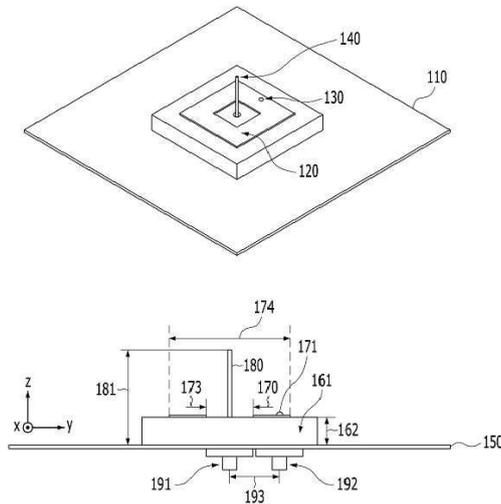
심사관 : 변종길

(54) 발명의 명칭 멀티 모드 패턴 배열 안테나

(57) 요약

복수의 안테나 소자들이 서로 매우 가까운 거리에서 인접한 배열 안테나 구조가 개시된다. 예시적 실시예에 따른 배열 안테나는 각 안테나 소자의 위상 중심이 동일한 축상에 평행하게 위치한다. 각 안테나 소자는 서로 수직인 방향의 전기장을 생성하여, 전기장 간의 상관도가 낮아 서로 영향을 주지 않는다. 따라서, 각 안테나 소자를 근 거리에 위치시킬 수 있고, 안테나 소자의 집적도가 향상될 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류
H01Q 9/40 (2013.01)

공지예외적용 : 있음

명세서

청구범위

청구항 1

제1 모드로 동작하는 제1 안테나;

제2 모드로 동작하는 제2 안테나;

제1 가중치 곱셈부;

제2 가중치 곱셈부; 및

배열 안테나 수신부를 포함하고,

상기 제1 모드의 전기장과 상기 제2 모드의 전기장 간의 상관도(correlation)는 미리 결정된 제1 임계치 이하이거나, 상기 제1 모드의 자기장과 상기 제2 모드의 자기장 간의 상관도는 상기 미리 결정된 제2 임계치 이하이고,

상기 제1 가중치 곱셈부는 상기 제1 안테나를 이용하여 수신한 신호에 제1 가중치를 곱하고,

상기 제2 가중치 곱셈부는 상기 제2 안테나를 이용하여 수신한 신호에 제2 가중치를 곱하고,

상기 배열 안테나 수신부는 상기 제1 가중치가 곱해진 신호 및 상기 제2 가중치가 곱해진 신호를 더하여 상기 배열 안테나의 수신 신호를 산출하고,

상기 제1 가중치 및 상기 제2 가중치는 하기 수학적 식 1에 따라 업데이트되는 배열 안테나.

[수학적 식 1]

$$\bar{w}_{k+1} = \bar{w}_k - 2 \cdot \mu \cdot (\bar{r}_{xd})_k + 2 \cdot \mu \cdot (\bar{R}_{xx}) \cdot \bar{w}_k$$

여기서, \bar{w}_{k+1} 는 k+1번째 반복계산에서의 가중치 벡터이고, \bar{w}_k 는 k번째 반복계산에서의 가중치 벡터이다. 가중치 벡터는 각 안테나(520, 530)를 이용하여 수신한 신호에 곱해지는 가중치를 원소로 하는 벡터이다.

μ 는 적응 이득 값으로, 0보다 크고 1보다 작은 값의 상수이다. $(\bar{r}_{xd})_k$ 는 k번째 반복 계산에서 수신

신호 벡터 \bar{x}_k 와 레퍼런스 신호 d_k 간의 상관 배열(cross correlation matrix)이고, $(\bar{R}_{xx})_k$ 는 k번째 반

복계산에서의 수신 신호 벡터 \bar{x}_k 의 공분산 행렬(covariance matrix)이다.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 안테나는 모노폴 안테나이고,

상기 제2 안테나는 루프 형상의 패치 안테나인 배열 안테나.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제1 모드의 전기장과 상기 제2 모드의 전기장은 서로 직교(orthogonal)하거나, 상기 제1 모드의 자기장과 상기 제2 모드의 자기장은 서로 직교하는 배열 안테나.

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 하기의 실시예들은 배열 안테나에 관한 것으로, 구체적으로는 복수의 안테나 소자를 동일한 위치 또는 매우 인접한 위치에 배열하여 구성된 배열 안테나에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 스마트폰, 태블릿 의료기기, IoT 기기 등에서는 무선 통신 기술을 적용하여 안테나를 이용해 외부의 디바이스와 데이터를 교환하는 경우가 많아지고 있다. 하나의 디바이스에서 Wi-Fi, 블루투스, GPS 등을 위해 다수의 안테나를 사용하는 경우가 많다. 다수의 안테나를 사용하는 경우, 내부 및 외부의 신호 간섭 문제가 발생한다.

[0003] 이에 대한 대책의 하나로, 배열 안테나를 사용하여 간섭 신호를 널링(NULLING)하는 기술이 적용되고 있다. 그러나, 복수의 배열 안테나 소자들로 구성된 배열 안테나는 공간을 많이 차지하므로, 갈수록 소형화 되고 있는 디바이스에 적용하기 어려운 문제가 있다.

[0004] 만약 배열 안테나 소자들을 무리하여 인접하게 배열한다면, 배열 안테나 소자들간 상호 간섭이 발생하고 널링 성능이 저하될 수 있다. 따라서, 배열 안테나 소자들을 인접하게 배열하면서도 상호 간섭을 감소시킬 수 있는 기술이 요구되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 하기의 실시예들은 안테나 소자들을 서로 인접한 위치에 배열하여 크기가 작은 배열 안테나를 구현하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0006] 예시적 실시예에 따르면, 제1 모드로 동작하는 제1 안테나 및 제2 모드로 동작하는 제2 안테나로 구성된 배열 안테나에 있어서, 상기 제1 모드의 전기장과 상기 제2 모드의 전기장 간의 상관도(correlation)는 미리 결정된 제1 임계치 이하이거나, 상기 제1 모드의 자기장과 상기 제2 모드의 자기장 간의 상관도는 상기 미리 결정된 제2 임계치 이하인 배열 안테나가 제공된다.

[0007] 여기서, 상기 제1 안테나는 모노폴 안테나이고, 상기 제2 안테나는 루프 형상의 패치 안테나일 수 있다.

[0008] 또한, 상기 제1 모드의 전기장과 상기 제2 모드의 전기장은 서로 직교(orthogonal)하거나, 상기 제1 모드의 자기장과 상기 제2 모드의 자기장은 서로 직교할 수 있다.

[0009] 여기서, 상기 제1 안테나를 이용하여 수신한 신호에 제1 가중치를 곱하는 제1 가중치 곱셈부, 상기 제2 안테나를 이용하여 수신한 신호에 제2 가중치를 곱하는 제2 가중치 곱셈부 및 상기 제1 가중치가 곱해진 신호 및 상기 제2 가중치가 곱해진 신호를 더하여 상기 배열 안테나의 수신 신호를 산출하는 배열 안테나 수신부를 더 포함할 수 있다.

[0010] 그리고, 상기 제1 가중치 및 상기 제2 가중치는 하기 수학식 1에 따라 업데이트될 수 있다.

[0012] [수학식 1]

[0014]
$$\bar{w}_{k+1} = \bar{w}_k - 2 \cdot \mu \cdot (\bar{r}_{xd})_k + 2 \cdot \mu \cdot (\bar{R}_{xx}) \cdot \bar{w}_k$$

[0016] 여기서, \bar{w}_{k+1} 는 k+1번째 반복계산에서의 가중치 벡터이고, \bar{w}_k 는 k번째 반복계산에서의 가중치

벡터이다. 가중치 벡터는 각 안테나(520, 530)를 이용하여 수신한 신호에 곱해지는 가중치를 원소로 하는 벡터이다. μ 는 적응 이득 값으로, 0보다 크고 1보다 작은 값의 상수이다. $(\bar{r}_{xd})_k$ 는 k번째 반복 계산에서 수신

신호 벡터 \bar{x}_k 와 레퍼런스 신호 d_k 간의 상관 배열(cross correlation matrix)이고, $(\bar{R}_{xx})_k$ 는 k번째 반

복계산에서의 수신 신호 벡터 \bar{x}_k 의 공분산 행렬(covariance matrix)이다.

발명의 효과

[0017] 하기의 실시예들에 따르면, 복수의 안테나 소자들이 서로 매우 가까운 거리에서 인접한 배열 안테나를 구현할 수 있다.

[0018] 하기의 실시예들에 따르면, 안테나 소자들이 매우 인접한 소형의 배열 안테나를 구현할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0019] 도 1은 예시적 실시예에 따른 배열 안테나를 도시한 도면이다.

도 2는 예시적 실시예에 따른 배열 안테나를 구성하는 각 안테나 소자의 전기장 또는 자기장이 직교하는 개념을 도시한 도면이다.

도 3의 예시적 실시예에 따른 배열 안테나의 상관도를 거리에 따라 나타낸 도면이다.

도 4는 예시적 실시예에 따른 배열 안테나의 반사계수 및 주파수 응답을 도시한 도면이다.

도 5는 예시적 실시예에 따른 배열 안테나를 구성하는 각각의 안테나 소자들의 빔패턴을 도시한 도면이다.

도 6은 예시적 실시예에 따른 배열 안테나의 빔패턴을 제어하거나, 간섭 신호를 제거하기 위한 구조를 도시한 도면이다.

도 7은 예시적 실시예에 따른 간섭 신호를 도시한 도면이다.

도 8은 예시적 실시예에 따른 배열 안테나의 빔패턴이 적응적으로 변경된 것을 도시한 도면이다.

도 9는 예시적 실시예에 따른 배열 안테나를 이용하여 수신한 신호를 도시한 도면이다.

도 10은 예시적 실시예에 다른 배열 안테나의 빔패턴이 수렴함에 따른 빔패턴의 널(NULL)의 변화를 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0020] 이하, 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.

[0021] 도 1은 예시적 실시예에 따른 배열 안테나를 도시한 도면이다. 도 1에서, 윗쪽의 도면은 예시적 실시예에 따른 배열 안테나를 대각선 위에서 관찰한 도면이다.

[0022] 예시적 실시예에 따른 배열 안테나는 제1 안테나(140) 및 제2 안테나(120)로 구성될 수 있다. 일측에 따르면, 기관(110)위에 유전체가 배치될 수 있다. 제1 안테나(120)는 유전체 위에 배치된 모노폴 안테나(140)일 수 있다. 또한, 제2 안테나(120)는 유전체(110) 위에 배치된 패치 안테나일 수 있다. 여기서, 패치 안테나(120)는 사각형의 루프 안테나 일 수 있다.

[0023] 도 1에서, 아랫쪽의 도면은 예시적 실시예에 따른 배열 안테나를 측면에서 관찰한 도면이다. 제1 안테나(140, 180)는 높이가 h(162)인 유전체(161)을 관통하여 제1 급전 포트(191)까지 연결되고, 제1 급전 포트(191)를 이용하여 급전된다. 제2 안테나(120)는 제2 급전 포트(192)를 이용하여 급전된다. 제2 급전 포트(192)는 유전체(161)을 수직으로 관통하여 급전 포인트(130, 171)까지 연결된다.

[0024] 도 1에서, 제1 급전 포트(191)와 제2 급전 포트(192)간의 간격은 d(193)이다. 또한, 기관(110, 150)으로부터 모노폴 안테나의 끝까지의 높이는 l(181)이다.

[0025] 일측에 따르면, 제1 안테나(140)는 제2 안테나(120)인 루프안테나의 중심으로부터 루프안테나(120)가 포함된 평

면과 수직으로 연장되어 형성된 모노폴 안테나 일 수 있다.

- [0026] 일측에 따르면, 제1 안테나(140)의 위상 중심(phase center)과 제2 안테나(120)의 위상 중심은 제2 안테나(120)에 수직인 축상에 평행하게 위치할 수 있다. 도 1에서는 제2 안테나(120)가 x-y 평면에 위치해 있으므로, 제1 안테나(140)의 위상 중심과 제2 안테나(120)의 위상 중심은 x-y 평면에 수직인 z 축상에 평행하게 위치할 수 있다.
- [0027] 일측에 따르면 모노폴 안테나(140)와 루프 형상의 패치 안테나(120)는 그라운드를 공유할 수 있다.
- [0028] 도 1에 도시된 실시예에 따르면, 각 안테나(120, 140)의 전기적 해석의 중심점이 일치할 정도로 각 안테나를 인접하게 배치할 수 있다. 도 1에 도시된 실시예에 따르면, 서로 인접하게 배치된 안테나 소자(140, 120)를 이용하여 배열 안테나도 구성할 수 있다.
- [0030] 도 2는 예시적 실시예에 따른 배열 안테나를 구성하는 각 안테나 소자의 전기장 또는 자기장이 직교하는 개념을 도시한 도면이다. 도 2에서는 설명의 편의상 제1 안테나와 제2 안테나를 구분하여 도시하였으나, 제1 안테나와 제2 안테나는 도 1에서 설명한 바와 같이 인접하여 배치될 수 있다. 이 경우에, 각 안테나(211, 231)가 배치된 기관(210)은 동일한 기관(210)일 수 있다.
- [0031] 도 2의 (a)는 제1 안테나(211) 및 제1 안테나(211)가 배치된 기관(210)을 도시한 도면이고, 도 2의 (b)는 제1 안테나(211)가 생성하는 전기장(221, 222)을 도시한 도면이다. 제1 안테나(211)는 기관(210)에 수직인 방향으로 배치된 모노폴 안테나(211)이고, 모노폴 안테나(211)가 생성하는 전기장(221, 222)은 모노폴 안테나(211)와 동일한 방향인, 기관(210)에 수직인 방향(221, 222)으로 형성된다. 일측에 따르면, 모노폴 안테나(211)가 형성하는 전기장은 시간의 경과에 따라 위 방향과 아래 방향으로 방향을 변경하며 형성될 수 있다. 제1 안테나(211)는 TM 전파(TM wave propagation) 모드로 동작하여 전기장을 형성할 수 있다.
- [0032] 도 2의 (c)는 제2 안테나(231) 및 제2 안테나(231)가 배치된 기관(230)을 도시한 도면이고, 도 2의 (d)는 제2 안테나(231)가 생성하는 전기장(242, 243) 및 자기장(244)을 도시한 도면이다. 제2 안테나(231)는 기관(230)과 동일한 평면상에 형성된 루프 형상의 패치 안테나이고, 루프 형상의 패치 안테나(231)가 형성하는 전기장은 기관(231)과 동일한 평면상에서 특정 방향으로 집중된다. 제2 안테나(231)는 TE 전파(TE wave propagation) 모드로 동작하여 전기장을 형성할 수 있다.
- [0033] 패치 안테나(231)가 유전체 위에 배치된 경우, 루프 형상의 패치 안테나(231)가 형성하는 전기장은 유전체 측면에서 아래 방향(243)을 형성될 수 있다. 이 경우에, 패치 안테나(231)가 형성하는 자기장은 유전체 측면에서 패치 안테나(231)와 평행한 방향으로 형성될 수 있다.
- [0034] 도 2의 (b)와 (d)에 도시된 자기장을 비교하면, 제1 안테나(211)가 형성하는 전기장(221, 222)은 기관(210, 230)을 포함하는 평면과 수직인 방향으로 형성되고, 제2 안테나(231)가 형성하는 전기장(242)은 기관(210, 230)과 동일한 방향으로 형성된다. 따라서, 제1 안테나(211)가 형성하는 전기장(221, 222)과 제2 안테나(231)가 형성하는 전기장(242)는 서로 직교하며, 서로 간의 영향이 최소화된다.
- [0035] 일측에 따르면, 제1 안테나(211)가 형성하는 자기장과 제2 안테나(231)가 형성하는 자기장이 서로 직교할 수도 있다.
- [0036] 다른 측면에 따르면, 제1 안테나(211)가 형성하는 전기장과 제2 안테나가 형성하는 전기장 간의 상관도(correlation)는 미리 결정된 제1 임계치 이하일 수 있다. 또는 제1 안테나(211)가 형성하는 자기장과 제2 안테나(231)가 형성하는 자기장 간의 상관도는 미리 결정된 제2 임계치 이하일 수 있다.
- [0038] 도 3의 예시적 실시예에 따른 배열 안테나의 상관도를 거리에 따라 나타낸 도면이다. 도 3에서, 가로축은 각 안테나 소자간의 거리를 나타내고, 세로축은 상관도의 크기를 상대적으로 나타낸다.
- [0039] 도 1과 같이, 안테나가 배열된 경우, 각 안테나가 형성하는 전기장 간의 상관도는 하기 수학식 1과 같이 계산될 수 있다.

[0041] [수학식 1]

$$\rho_{ECC} = \frac{\iint_{4\pi} E_1(\theta, \phi) \cdot E_2^*(\theta, \phi) d\Omega}{\sqrt{\iint_{4\pi} E_1(\theta, \phi) \cdot E_1^*(\theta, \phi) d\Omega \iint_{4\pi} E_2(\theta, \phi) \cdot E_2^*(\theta, \phi) d\Omega}}$$

[0043]

[0045] 여기서, ρ_{ECC} 는 전기장(far-field radiation pattern)간의 상관도(Envelop correlation coefficient)를 나타내고,

$E_1(\theta, \phi)$ 는 제1 안테나가 형성하는 전기장을 나타낸다. $E_2(\theta, \phi)$ 는 제2 안테나가 형성하는 전기장을 나타낸다. $E_1^*(\theta, \phi)$ 는 $E_1(\theta, \phi)$ 의 켈레복소수를 나타내고, $E_2^*(\theta, \phi)$ 는 $E_2(\theta, \phi)$ 의 켈레복소수를 나타낸다. 또한, θ 는 방위각, ϕ 는 고도각을 나타낸다.

[0046] 수학식 1은 아래 수학식 2와 같이 정리할 수 있다.

[0048] [수학식 2]

$$\rho_{ECC} = - \frac{S_{11}S_{12}^* + S_{21}S_{22}^*}{\sqrt{(1 - |S_{11}|^2 - |S_{21}|^2)(1 - |S_{22}|^2 - |S_{12}|^2)} \eta_1 \eta_2}$$

[0050]

[0052] 여기서, S_{ij} 는 i번째 안테나에 대한 j번째 안테나의 S파라미터이고, η_1 는 제1 안테나의 방사 효율(radiation efficiency), η_2 는 제2 안테나의 방사효율을 나타낸다. 수학식 2는 수학식 1을 안테나 서로 간의 S 파라미터(scattering parameter)를 이용하여 표현한 것이다. S 파라미터는 안테나 간의 거리에 따라 그 값이 변경된다.

[0053] 따라서, 수학식 2는 안테나 간의 거리에 따른 함수이고, 도 3과 같이 도시할 수 있다.

[0054] 도 3에서, 파란색 그래프는 예시적 실시예에 따른 배열 안테나의 상관도를 도시한 것이고, 빨간색 그래프는 2개의 모노폴 안테나로 구성된 배열 안테나의 상관도를 도시한 것이다. 또한, 녹색 그래프는 2개의 패치 안테나로 구성된 배열 안테나의 상관도를 도시한 것이다.

[0055] 도 3을 참고하면, 2개의 모노폴 안테나로 구성된 배열 안테나의 상관도는 모노폴 안테나의 물리적인 형상으로 인하여 특정 값(310)이하에서는 정의되지 않는다. 2개의 모노폴 안테나로 구성된 배열 안테나의 상관도는 대략적으로 안테나 간의 거리가 증가할수록 작아진다.

[0056] 또한, 2개의 패치 안테나로 구성된 배열 안테나의 상관도는 패치 안테나의 물리적인 형상으로 인하여 특정 값(320)이하에서는 정의되지 않는다. 2개의 패치 안테나로 구성된 배열 안테나의 상관도는 대략적으로 안테나 간의 거리가 증가할수록 작아진다.

[0057] 마지막으로, 예시적 실시예에 따라 모노폴 안테나와 패치 안테나로 구성된 배열 안테나의 상관도는 도 1에 도시된 바와 같이 두 안테나를 가깝게 근접시킬 수 있어 매우 작은 값에 대해서도 정의될 수 있다. 또한, 두 안테나가 매우 근접한 경우, 안테나 간의 상관도는 최대 값의 대략 10% 정도의 크기를 가져 상관도는 상당히 작은 값을 유지함을 알 수 있다.

[0058] 도 3에 도시된 그래프를 참고하면, 예시적 실시예에 따른 배열 안테나는 각 안테나 소자가 생성하는 전기장이 서로 수직하여 영향을 주지 않으며, 상관도는 작은 값으로 유지된다.

[0060] 도 4는 예시적 실시예에 따른 배열 안테나의 반사계수 및 주파수 응답을 도시한 도면이다.

[0061] 도 4의 (a)는 제1 안테나와 제2 안테나의 반사 계수를 각각 도시한 도면이다. 도 4의 (a)에서 가로축은 주파수 대역이고, 세로축은 반사 계수의 크기를 dB 스케일로 나타낸다. 도 4의 (a)에서, 제1 안테나의 반사 계수를 실제로 측정된 값(411)은 제1 안테나의 반사 계수를 시뮬레이션을 통해 계산한 값(412)과 유사한 형태를 보인다. 또한, 제2 안테나의 반사 계수를 실제로 측정된 값(421)은 제2 안테나의 반사 계수를 시뮬레이션을 통해 계산한 값(422)과 유사한 형태를 보인다.

[0062] 도 4의 (b)는 제1 안테나와 제2 안테나간의 산란계수를 도시한 도면으로, 가로축은 주파수 대역을 나타내고, 세로축은 산란계수의 크기를 dB 스케일로 나타낸 것이다. 도 4의 (b)에 도시된 그래프를 참고하면, 실제로 측정된 산란계수 S12의 값(431)은 시뮬레이션을 통해 계산한 값(432)과 상당히 유사한 형태를 보인다. 따라서, 제1 안테나와 제2 안테나간의 상호 결합은 매우 적은 수준으로 유지됨을 알 수 있다.

[0063] 도 4에 도시된 그래프들을 살펴보면, 예시적 실시예에 따른 배열 안테나는 배열 안테나를 구성하는 각각의 안테나 소자(제1 안테나 및 제2 안테나)가 서로 독립적으로, 상호간의 영향을 최소화하여 동작하고 있음을 알 수 있다.

[0065] 도 5는 예시적 실시예에 따른 배열 안테나를 구성하는 각각의 안테나 소자들의 빔패턴을 도시한 도면이다.

[0066] 도 5의 (a)는 제1 안테나로 사용되는 모노폴 안테나의 빔 패턴을 도시한 도면이고, 도 5의 (b)는 제2 안테나로 사용되는 루프 형상의 패치 안테나의 빔 패턴을 도시한 도면이다. 실선과 점선은 각각 측정과 시뮬레이션 결과를 나타낸다. 도 5를 참고하면, 제1 안테나와 제2 안테나 모두 시뮬레이션 결과와 측정값이 매우 유사함을 확인할 수 있다.

[0068] 도 1 내지 도 5에서 설명한 배열 안테나는 복수의 안테나 소자들이 매우 인접하여 배치된 구조이지만, 안테나 소자 간의 상호 간섭 등은 매우 낮은 수준으로 유지되어, 배열 안테나로 사용하기에 적합하다.

[0069] 도 1 내지 도 5에서 설명된 배열 안테나를 이용하여 특정 방향으로 빔패턴을 형성하거나, 특정 방향으로 널(NULL)을 형성하여 간섭 신호를 제거할 수 있다.

[0071] 도 6는 예시적 실시예에 따른 배열 안테나의 빔패턴을 제어하거나, 간섭 신호를 제거하기 위한 구조를 도시한 도면이다.

[0072] 도 6에 도시된 배열 안테나는 기판(610) 위에 제1 안테나(630)로 사용되는 모노폴 안테나와 제2 안테나(620)로 사용되는 루프 형상의 패치 안테나로 구성된다. 제1 안테나(630)와 제2 안테나(620)를 이용하여 수신된 각각의 신호는 가중치 곱셈부(640, 650)로 입력된다. 가중치 곱셈부(640, 650)는 수신한 신호에 가중치를 각각 곱한다. 배열 안테나 수신부(660)는 가중치가 곱해진 신호를 더해서 배열 안테나의 수신 신호를 생성한다.

[0073] 일측에 따르면, 각각의 신호에 곱해지는 가중치의 값을 적절히 결정하여 특정 방향으로 큰 이득을 줄 수도 있고, 널을 형성하여 해당 방향에서 입사하는 신호를 제거할 수도 있다.

[0075] 일측에 따르면, 배열 안테나의 빔 패턴을 결정하는 가중치는 하기 수학적 식에 따라 반복 계산을 통해 업데이트 될 수 있다.

[0077] [수학적 식 3]

$$\bar{w}_{k+1} = \bar{w}_k - 2 \cdot \mu \cdot (\bar{r}_{xd})_k + 2 \cdot \mu \cdot (\bar{R}_{xx}) \cdot \bar{w}_k$$

[0079] 여기서, \bar{w}_{k+1} 는 k+1번째 반복계산에서의 가중치 벡터이고, \bar{w}_k 는 k번째 반복계산에서의 가중치 벡터이다. 가중치 벡터는 각 안테나(620, 630)를 이용하여 수신한 신호에 곱해지는 가중치를 원소로 하는 벡터이다. μ 는 적응 이득 값으로, 0보다 크고 1보다 작은 값의 상수이다. $(\bar{r}_{xd})_k$ 는 k번째 반복 계산에서 수신

신호 벡터 \bar{x}_k 와 레퍼런스 신호 d_k 간의 상관 배열(cross correlation matrix)이고, $(\bar{R}_{xx})_k$ 는 k번째 반

복계산에서의 수신 신호 벡터 \bar{x}_k 의 공분산 행렬(covariance matrix)이다.

- [0083] 도 7은 예시적 실시예에 따른 간섭 신호를 도시한 도면이다. 도 7의 가로축은 입사 신호의 주파수 대역을 나타내고, 세로축은 주파수 대역에서의 전력을 dBm 단위로 나타낸다. 도 7을 참고하면, 간섭 신호는 1.5GHz 대역을 중심으로 분포함을 알 수 있다.
- [0084] 해당 간섭 신호는 배열 안테나의 상단으로 입사된다.
- [0087] 도 8은 예시적 실시예에 따른 배열 안테나의 빔패턴이 적응적으로 변경된 것을 도시한 도면이다.
- [0088] 도 8의 (a)는 배열 안테나의 빔패턴이 변경되기 전, 초기의 빔패턴의 형상을 도시한 것이다. 초기의 빔패턴은 원형에 가깝게 형성된다.
- [0089] 도 8의 (b)는 배열 안테나의 빔 패턴이 변경된 후의 형상을 도시한 것이다. 후기의 빔패턴은 간섭 신호가 입사하는 상단 방향으로 널(NULL)을 형성하여 해당 방향으로는 0에 가까운 작은 이득만을 주고, 다른 방향으로는 큰 이득을 주어 간섭 신호의 수신을 최소화할 수 있다.
- [0091] 도 9는 예시적 실시예에 따른 배열 안테나를 이용하여 수신한 신호를 도시한 도면이다. 도 9의 가로축은 수신 신호의 주파수 대역을 나타내고, 세로축은 주파수 대역에서의 전력을 dBm 단위로 나타낸다. 도 9를 참고하면, 배열 안테나는 간섭 신호를 성공적으로 제거하였음을 알 수 있다.
- [0093] 도 10은 예시적 실시예에 다른 배열 안테나의 빔패턴이 수렴함에 따른 빔패턴의 널(NULL)의 변화를 도시한 도면이다.
- [0094] 도 10의 (a)는 반복 계산(iteration)이 진행됨에 따른 널(NULL)의 깊이와 폭의 변화를 나타낸다. 도 10의 (a)에서 가로축은 반복 계산의 진행을 나타내고, 세로축의 왼쪽은 널의 깊이를 dB로 나타낸 것이고, 세로축의 오른쪽은 널의 폭을 각도 단위로 나타낸 것이다.
- [0095] 도 10의 (a)를 참고하면, 반복 계산이 진행됨에 따라, 널의 깊이(1010)는 깊어지고, 널의 폭은 넓어짐을 알 수 있다.
- [0097] 도 10의 (b)는 빔 패턴이 수렴된 경우 널의 폭과 깊이를 나타낸 것이다. 가로축은 빔패턴의 각도를 나타내고, 세로축은 빔패턴의 이득을 dB로 나타낸다. 도 10의 (b)를 참고하면 널의 폭(width)는 빔 패턴의 이득이 -10 dB의 값을 가지는 폭으로 정의될 수 있다. 도 10의 (b)에서 널의 폭은 74도이다. 널의 깊이는 빔패턴의 가장 작은 값을 의미할 수 있다. 도 10의 (b)에서 널의 깊이는 -71.15dB이다.
- [0099] 예시적 실시예에 따른 배열 안테나는 복수의 안테나 소자가 거의 중첩되도록 가까이 인접하여 배치할 수 있다. 예시적 실시예에 따른 배열 안테나의 안테나 소자들은 그라운드를 서로 공유할 수 있으며, 해당 안테나 소자의 해석함에 있어 기준이 되는 전기적 중심점을 동일한 위치에서 공유할 수 있다. 따라서, 예시적 실시예에 다른 배열 안테나를 중첩하여 대규모의 배열 안테나 시스템을 구축하는 경우, 배열 안테나 소자의 집적도를 향상시킬 수 있다.
- [0101] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 실시예의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.
- [0102]
- [0103] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다

른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

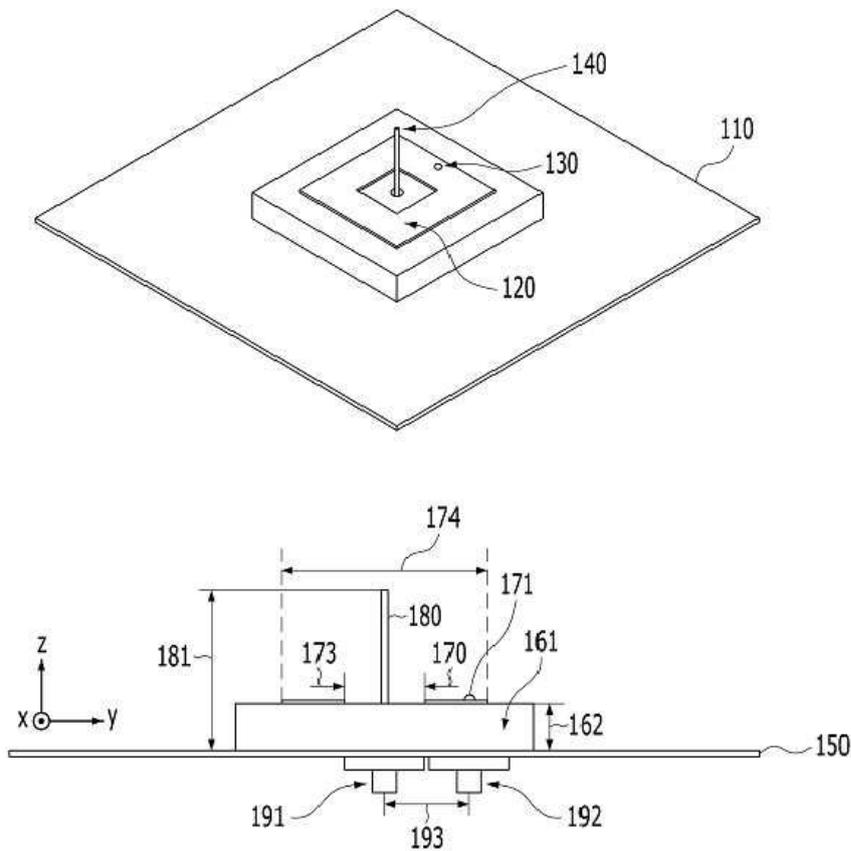
[0104] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

부호의 설명

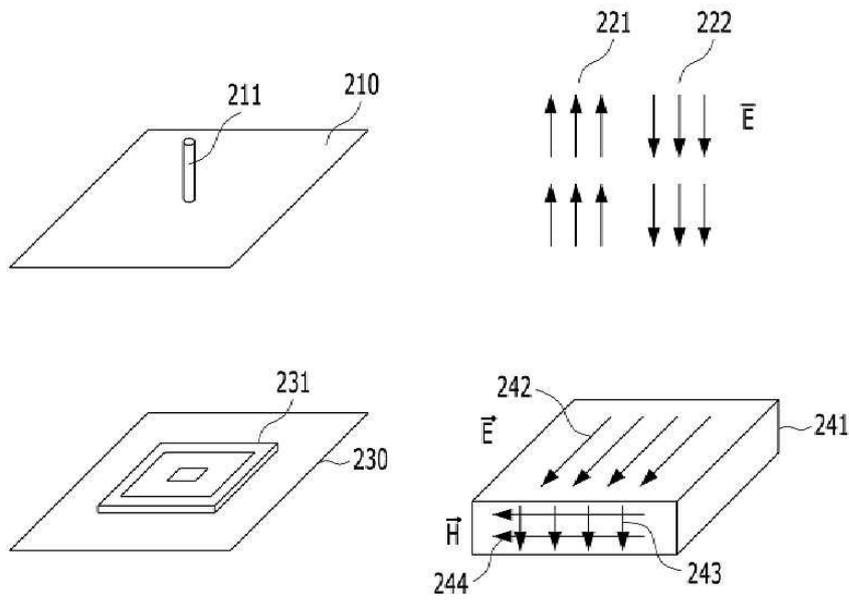
- [0105] 110: 기판
- 120: 제2 안테나
- 130: 급전 포인트
- 140: 제1 안테나

도면

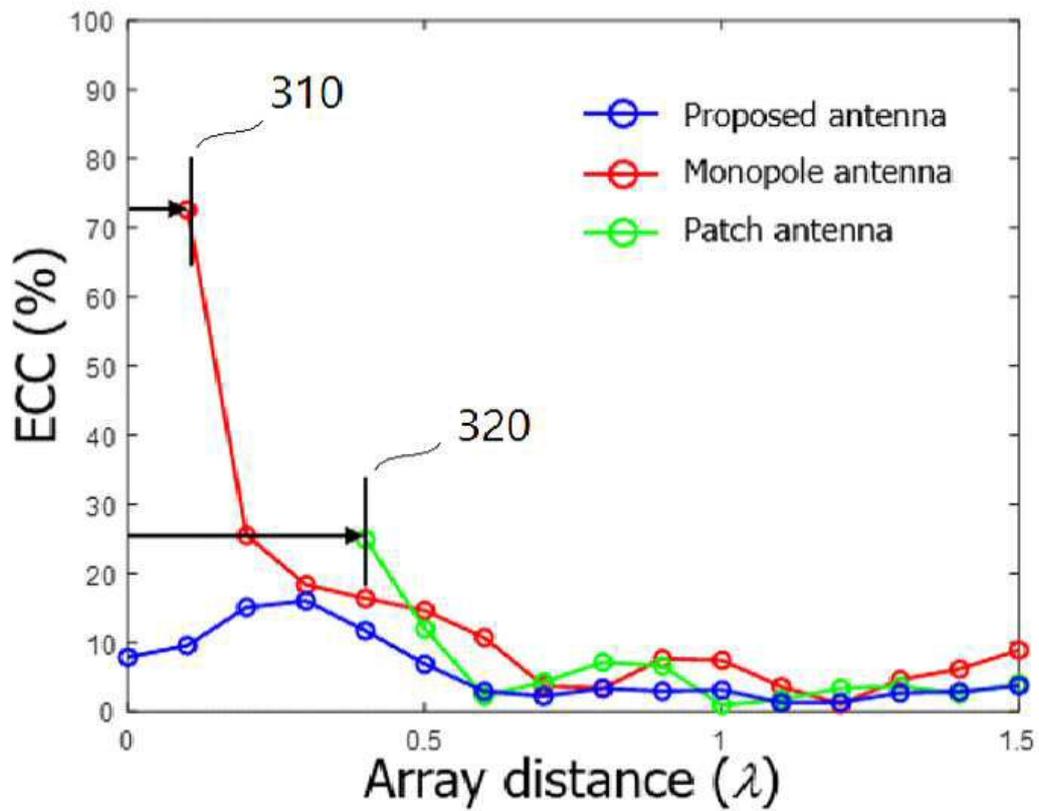
도면1



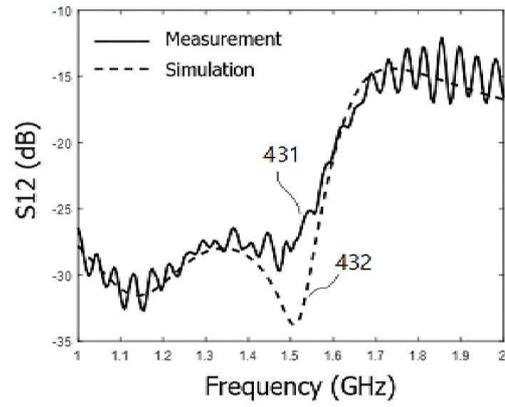
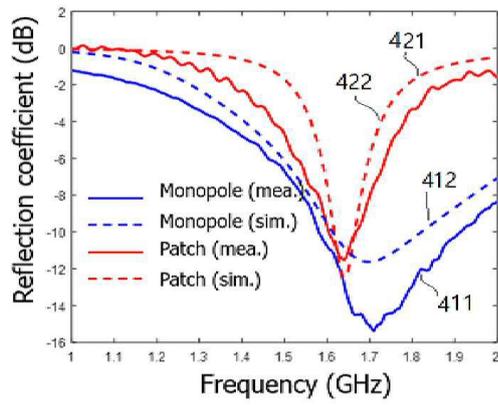
도면2



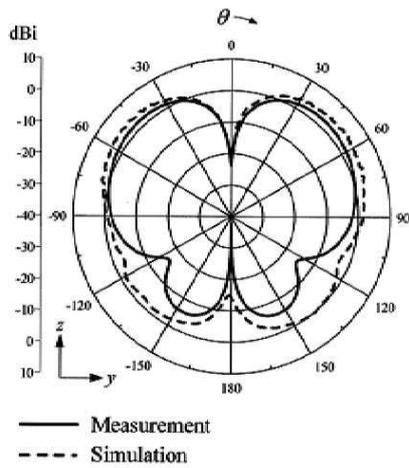
도면3



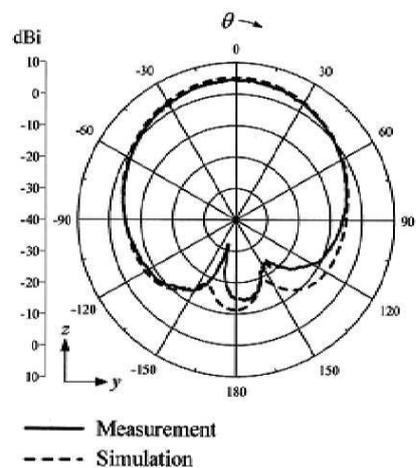
도면4



도면5

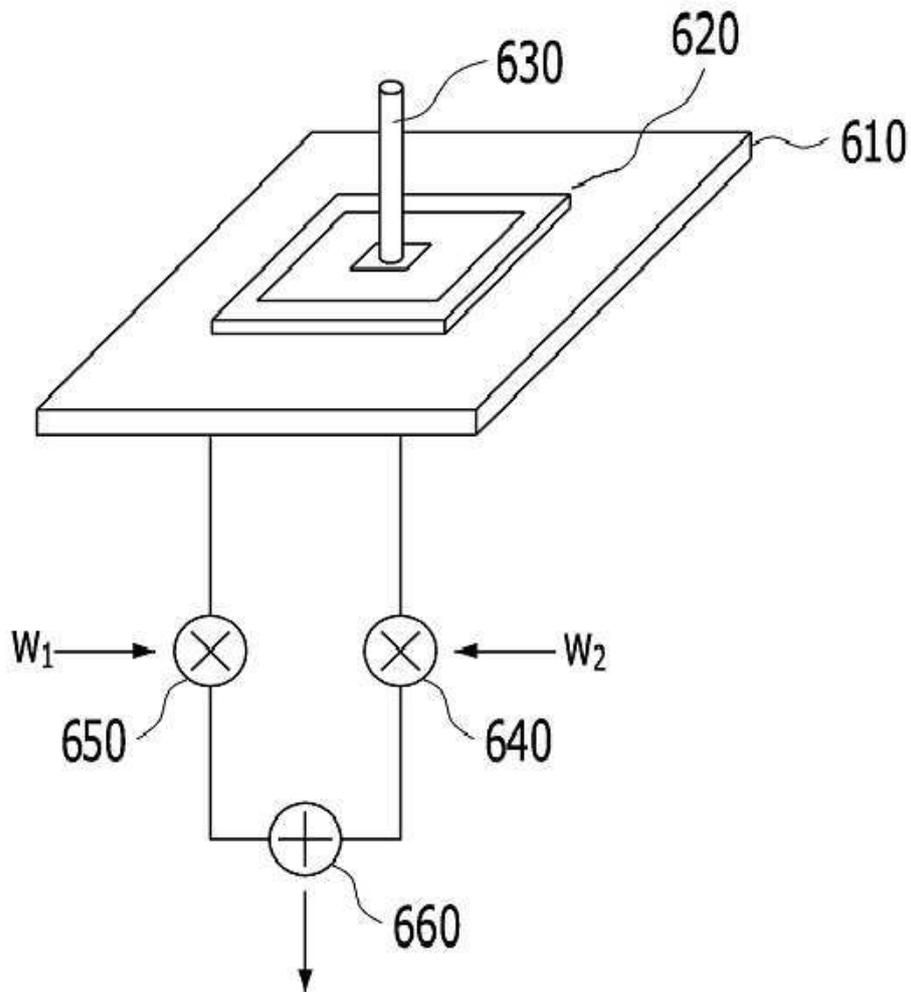


(a)

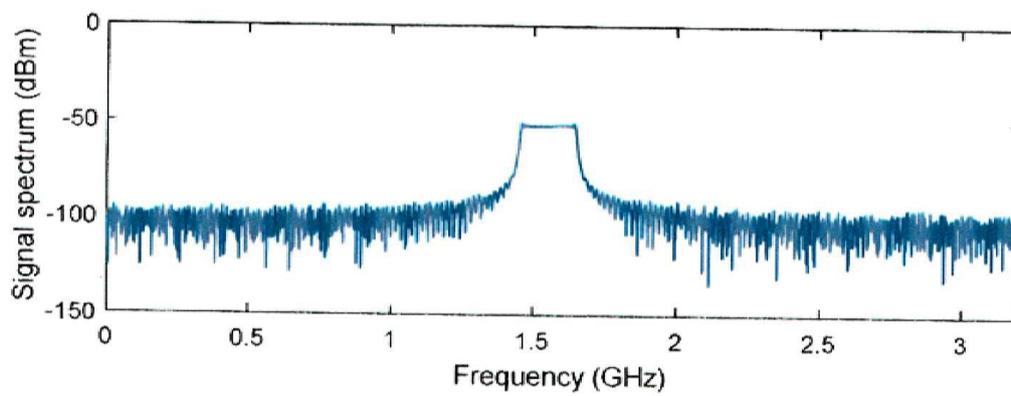


(b)

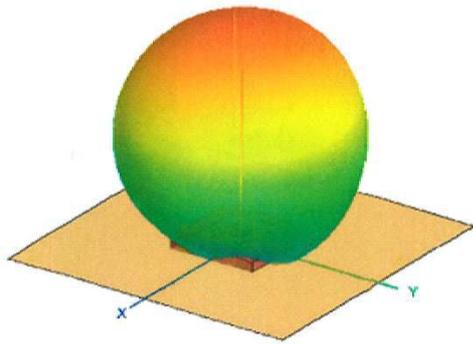
도면6



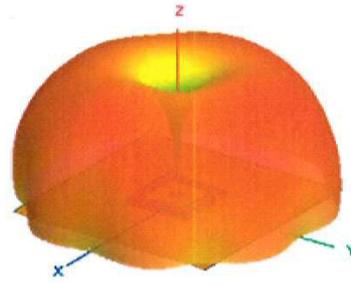
도면7



도면8

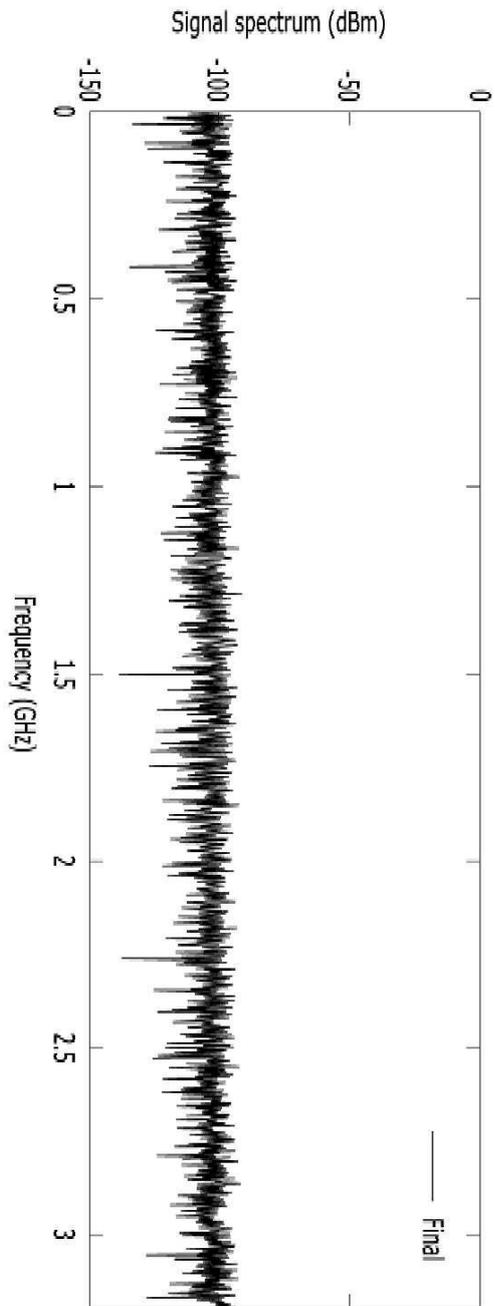


(a)

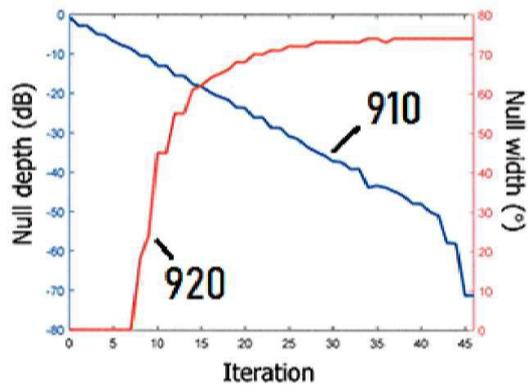


(b)

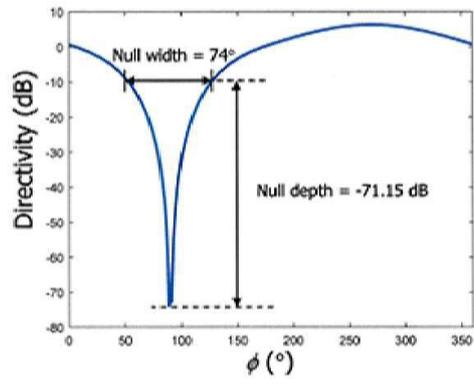
도면9



도면10



(a)



(b)