



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년01월14일
(11) 등록번호 10-2351449
(24) 등록일자 2022년01월11일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01Q 9/28 (2018.01) G01S 19/01 (2010.01)
H01Q 5/20 (2014.01) H04K 3/00 (2015.01)
(52) CPC특허분류
H01Q 9/28 (2018.05)
G01S 19/015 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-0069880
(22) 출원일자 2021년05월31일
심사청구일자 2021년05월31일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020070066886 A*
KR1020100087545 A*
US20110057852 A1*
KR1020090065882 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
한화시스템(주)
홍익대학교 산학협력단
(72) 발명자
박슬기
주형준
(74) 대리인
특허법인세원
(뒷면에 계속)

전체 청구항 수 : 총 4 항

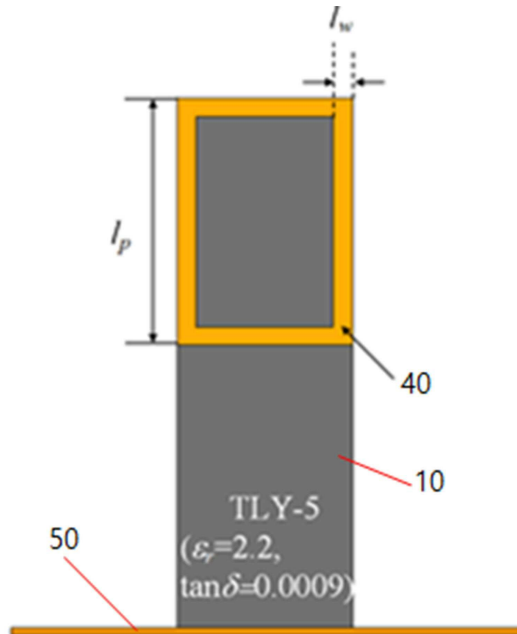
심사관 : 나병윤

(54) 발명의 명칭 광대역 재밍신호 송신안테나

(57) 요약

유전체 기판의 일 면에 중앙 상부에서 하부로 가면서 폭이 줄어드는 경사 슬랏에 의해 좌우 양쪽으로 분리되는 어레이 요소의 도전 패턴이 형성되고 이런 비발디 안테나의 어레이 요소 복수개가 그라운드 평면에서 외측을 향해 세워지는 형태로 배열 설치되고, 일측 도전 패턴은 일측 도전 패턴에서 그라운드 평면으로 연장되는 접지포스 (뒷면에 계속)

대표도 - 도5



트 및 이 일측 도전 패턴에서 그라운드 평면으로 연장되는 제1 매칭포스트(matching post)에 의해 그라운드와 전기적으로 연결되고, 분리된 타측 도전 패턴은 이 타측 도전 패턴에서 그라운드 평면쪽으로 연장되되 그라운드와 분리되어 급전포스트와, 타측 패턴에서 그라운드 평면으로 연장되어 전기적으로 접속되는 제2 매칭포스트(matching post)를 가지는 광대역 재밍신호 송신안테나에 있어서, 분리된 도전 패턴에는 광대역 특성을 도출하기 위해 좌우 양쪽 가장자리에 각각 수평하거나 수평과 일정 각도를 가지는 복수 개의 슬롯 혹은 노치가 형성되고, 유전체 기판의 반대 면에는 기생 루프 도전 패턴이 설치되는 것을 특징으로 하는 광대역 재밍신호 송신안테나가 개시된다.

(52) CPC특허분류

추호성

H01Q 5/20 (2015.01)

H04K 3/42 (2013.01)

H04K 2203/32 (2013.01)

(72) 발명자

강은정

임태홍

공지예외적용 : 있음

명세서

청구범위

청구항 1

유전체 기관의 일 면에 중앙 상부에서 하부로 가면서 폭이 줄어드는 경사 슬랏(tapered slot)에 의해 좌우 양쪽으로 분리되는 어레이 요소의 도전 패턴(grounded fin, excited fin)이 형성되고, 상기 어레이 요소 복수 개가 그라운드 평면에서 외측을 향해 세워지는 형태로 배열 설치되고, 분리된 도전 패턴 가운데 일측 도전 패턴(grounded fin)은 상기 일측 도전 패턴에서 상기 그라운드 평면으로 연장되는 접지포스트 및 상기 접지포스트와 이격되고 상기 일측 도전 패턴에서 상기 그라운드 평면으로 연장되는 제1 매칭포스트(matching post)에 의해 그라운드와 전기적으로 연결되고, 타측 도전 패턴(excited fin)은 상기 타측 도전 패턴에서 상기 그라운드 평면 쪽으로 연장되되 그라운드와 분리되는 급전포스트와, 상기 급전포스트와 이격되면서 상기 타측 도전 패턴에서 상기 그라운드 평면으로 연장되어 전기적으로 그라운드와 접속되는 제2 매칭포스트(matching post)를 가지는 광대역 재밍신호 송신안테나에 있어서,

분리된 상기 도전 패턴에는 광대역 특성을 도출하기 위해 좌우 양쪽 가장자리에 각각 수평하거나 수평과 일정 각도를 가지는 복수 개의 슬랏 혹은 노치가 형성되고,

상기 유전체 기관의 반대 면에는 기생 루프 도전 패턴이 설치되고, 상기 기생 루프 도전 패턴은 상기 일 면의 도전 패턴의 상단과 양 측단을 포괄하는 사각 루프 형태로 이루어지는 것을 특징으로 하는 광대역 재밍신호 송신안테나.

청구항 2

삭제

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 기생 루프 도전 패턴은 원형의 일정폭의 도선으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 광대역 재밍신호 송신안테나.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 슬랏은 좌우 방향 수평으로 좁은 폭의 직사각형으로 형성되는 것을 특징으로 하는 광대역 재밍신호 송신안테나.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 어레이 요소 복수 개는 상기 그라운드 평면에 적어도 1열을 가진 행렬 형태로 배열 설치되는 것임을 특징으로 하는 광대역 재밍신호 송신안테나.

발명의 설명

기술분야

본 발명은 광대역 재밍신호 송신안테나에 관한 것으로, 보다 상세하게는 전투기, 함정 등의 군사적 플랫폼에 탑재되는 전자전용 전자공격 시스템 등에서 사용되어 적의 레이더로부터 이 시스템이 탑재된 플랫폼의 위치 탐지를 방해하기 위한 전자교란용으로 사용될 수 있는 광대역 재밍신호 송신안테나에 관한 것이다.

[0001]

배경 기술

- [0002] 현대 무기 시스템에서 다수가 전자화되어 원격지에서 전자적 감지 장비를 이용하여 상대방을 인식하고, 공격, 방어 활동을 하는 경우가 많다. 따라서 전자전은 현대전의 핵심적 부분을 이루게 된다.
- [0003] 전자전은 적이 사용하는 전자적 스펙트럼을 결정하고 역이용하거나 무력화시키는 동시에 우군의 전력을 보호하는 활동 또는 적의 전자적 스펙트럼을 통제하기 위해 전자기 및 지향성 에너지를 사용하는 제반 군사 활동을 말한다.
- [0004] 이런 전자전 활동은 크게 상대의 레이더나 교란 장비를 무력화 시키는 전자공격(ECM : Electronic Counter Measure), 교란장비나 탐지장비로부터 송신되는 전파를 감청해 정보화 하는 전자지원(ESM : Electronic Support Measure), 적의 ECM과 ESM으로부터 아군의 정보와 탐지, 교란장비를 보호하는 전자보호(ECCM : Electronic Counter-Counter Measures)의 3가지 카테고리로 구분될 수 있으며, 제밍(Jamming)은 이 가운데 전자 공격에 해당한다.
- [0005] 전자공격(ECM)은 강력한 전자파 적의 레이더와 유사한 대역의 전자파를 방사하여 무력화시키거나, 레이더 상에 허상을 만들어서 물리적인 공격을 방해하거나 통신을 교란시키는 등 적의 감시, 공격, 통신 활동을 방해하는 행위를 통칭하며 일반적으로 제밍(Jamming)이라고 한다. 제밍은 고주파(RF:radio frequency) 에너지를 방사하여 특정 주파수 전파의 사용을 어렵게 하는 교란 행위의 형태나, 허위 정보를 전송하도록 하는 기만 행위의 형태로 이루어질 수 있다.
- [0006] 전자 공격 초기의 제밍의 목적은 주로 적이 아군 항공기를 피격하는 데 필요한 일련의 절차들인 킬체인을 방해, 약화, 기만하는 것으로서, 킬체인을 이루는 요소들을 식별하여 취약점을 이용하는 것이 핵심이 된다.
- [0007] 위에서 보듯이 제밍은 고주파 에너지 방사를 통해 이루어지므로 이를 수행할 고주파 방사기로서의 송신장치 즉, 안테나가 필요하다. 제밍을 적절히 하기 위해서는 전자전의 전자 공격이 가지는 특성에 맞는 안테나가 필요하고, 어느 경우든 효율성 혹은 이득을 높일 수 있는 안테나가 필요하게 된다.
- [0008] 가령, 제밍 송신 시스템에 사용되는 안테나는 적의 레이더 운용 주파수가 다양하게 사용될 수 있기 때문에 이런 상황에 전반적으로 대응하기 위해 광대역 특성을 가지는 것이 필요하다.
- [0009] 기존의 광대역 송신 안테나로서 도1 및 도2에 도시된 것과 같은 광대역 혼 안테나, LDPA(Log Periodic Dipole Antenna) 등이 사용될 수 있다.
- [0010] 그런데, 기존에 사용되는 제밍 송신 안테나는 기본적으로 광대역 특성을 도출 하였지만, 제밍 송신 시스템의 고 이득 특성 구현을 위해 적용되는 배열 안테나에 배열 요소(element) 혹은 소자로 사용하기에는 안테나의 크기가 큰 문제점이 있다. 즉, 혼 안테나의 경우 부피가 크고 제작과정이 복잡하다는 단점이 있으며, LPDA는 부피가 크고 내구성이 약하다는 문제점이 있었다.
- [0011] 특히, 생존성을 높이고 다기능을 구현하기 위해 근래에 제밍이 많이 요청되고 이용되는 전투기 항전장비의 하나로써 제밍 송신용 안테나를 제작하는 경우 안테나의 크기를 줄이는 것은 가장 중요한 관건이 될 수 있고, 광대역을 달성하기 위한 배열 안테나에서 다수의 어레이 요소를 상호 거리를 줄여 조밀하게 설치될 필요가 있고 이를 위해 개별 어레이 요소는 크기가 줄어들 필요가 있는데, 종래의 혼 안테나나 LDPA는 부피 혹은 크기로 인해 이런 안테나의 어레이 요소(element) 혹은 어레이 소자로 사용하기에 부적합한 측면이 있다.
- [0012] 이에 따라 배열 안테나가 광대역 특성을 가지도록 하기 위해 캐비티 구조를 삽입하거나 광대역 특성을 가진 안테나들을 결합한 복합구조로 대역폭을 개선하는 방법이 모색되고, 이를 적용한 설계가 이루어지고 있으나 여전히 광대역 안테나 부피가 크고 제조과정이 복잡하고, 후술하는 비발디 안테나의 경우에도 비용이 비싸지는 등의 단점이 있다.
- [0013] 근래에 배열(array) 안테나에서 널리 사용되는 광대역 어레이 요소는 1979년 Gibson이 처음 제안한 "테이퍼 슬롯 안테나"라고도 하는 비발디(Vivaldi) 안테나이다 (PJ Gibson, "The Vivaldi Aerial", Proc. 9th European Microwave Conference, 1979, pp. 101-105.). 이 요소는 처음부터 광범위하게 연구된 플레어 슬롯 구조로 구성되어 있으며, 우수한 광대역 스캔 성능, 10:1 이상의 대역폭 달성, 표준 RF 인터페이스에 대한 직접 연결로 알려져 있다.
- [0014] 그러나 이러한 비발디 안테나의 어레이 요소에는 두 가지 주요 단점이 있다. 여전히 요소가 크고, 일반적으로 고기능 발휘를 위해 작동 대역은 크기가 몇 개의 파장대역으로 공통 모드 지원이 부족하고, 우수한 성능을 위해

인접한 요소 간의 전기 연결이 필요하기 때문에 모듈방식 제작이 어렵다.

- [0015] 비발디 안테나의 개선형은 1988 년 Gazit가 소개한 AVA(Antipodal Vivaldi Antenna)이다(E. Gazit “Improved design of the Vivaldi antenna,” Proc. IEEE Microw., Antennas Propag., vol. 135, pp. 89, 1988). AVA는 지수형 테이퍼가 있는 슬롯 라인 구조로 전환되는 마이크로 스트립 라인으로 구성된다. 이 요소는 오프셋 핀으로 인해 높은 크로스 폴라리제이션 레벨을 구현할 수 있다.
- [0016] 세 번째 핀을 추가한 새로운 개선형이 Langely, Hall 및 Newman에 의해 도입된 BAVA (Balanced Antipodal Vivaldi Antenna)이다. (JD Langely et al, "Balanced Antipodal Vivaldi Antenna for wide bandwidth phased arrays," IEEE Proceeding of Microwave and Antenna Propagations, Vol. 143, No. 2 Apr. 1996, pp. 97-102.).
- [0017] 최근 Elsallal과 Schaubert는 이중 및 단일 편광 어레이에서 BAVA 요소의 성능을 이해하고 개선하기 위해 광범위한 수치 연구를 수행하였다. (MW Elsallal 및 DH Schaubert, “Parameter Study of Single Isolated Element and Infinite Arrays of Balanced Antipodal Vivaldi Antennas, ” 2004 Antenna Applications Symposium, Allerton Park, Monticello, Ill., pp. 45-69, 2004 년 9 월 15-17 일.) 및 (MW Elsallal 및 DH Schaubert, “Reduced-Height Array of Balanced Antipodal Vivaldi Antennas (BAVA) with Greater than Octave Bandwidth,” Antenna Applications Symposium, Allerton Park, Monticello, Ill., pp. 226-242, 2005 년 9 월 21-23 일.). 이 연구는 어레이의 대역폭을 크게 제한하는 원하는 대역 전체에서 발생하는 임피던스 이상을 보여준다. 그들의 연구는 미국 특허 출원 공개 200802111726 (DmBAVA-MAS) 및 박사 논문 (MW Elsallal, "Doubly-Mirrored Balanced Antipodal Vivaldi Antenna (DmBAVA) for High Performance Arrays of Electrically Short, Modular Elements", Electrical and Computer Engineering, Univ. of Massachusetts, February)에 설명된 대로 E(전계) 및 H(자계) 평면의 요소 미러링 및 핀 레이어에 슬롯 배치와 같이 대역폭 개선을 위해 이상 현상을 충분히 제어 할 수 있는 솔루션을 제공한다.
- [0018] BAVA와 유사한 개발형은 J. J Lee (Lee, JJ, et al., "Wide Band Bunny-Ear Radiating Element,"Antennas and Propagation Society International Symposium, AP-S Digest, pp)가 개발한 토끼 귀(Bunny Ear) 형태의 방사 요소다(USP 5,428,364). 이 요소는 접지면의 좁은 슬롯에서 방사 구멍의 넓은 슬롯으로 전환되는 테이퍼 슬롯 라인이 각면에 인쇄 된 유전체 슬래브로 구성된다. 슬롯 라인의 접지면은 핀 모양으로 되어 있으며, 접지면에는 좁은 핀이 있고 구멍에는 넓은 핀이 있다. 이 요소는 넓은 대역폭을 달성하고 높이가 낮으며 모듈식이지만 요소에 발룬(balun)이 내장되어 있어야 제조 비용과 복잡성이 증가한다.
- [0019] 도3은 반얀트리 안테나(Banyantree antenna)의 일 실시예에 따른 어레이 요소의 정면 및 측면을 함께 나타내는 도면이다.
- [0020] 송신 신호 방사를 위한 어레이 요소 패턴은 토끼 귀 형태와 비슷하며, 반얀트리 안테나는 광대역 특성이 우수하고, 당연히 혼 안테나나 LPDA 보다 부피가 작으며, 듀얼 폴라라이제이션(Ddual polarization) 구현이 용이하다는 장점이 있어 소형화된 기기의 재밍신호 송신안테나로 사용하기에 적합하다.
- [0021] 이런 안테나의 특성은 개별 어레이 요소를 이루는 잎파리 모양의 도체 패턴의 Ri 및 Ro로 각각 표시되는 상부 곡선(내측 곡선)을 규정하는 함수와 하부 곡선(외측 곡선)을 규정하는 함수의 영향을 받게 되며, 경사 슬랏의 아래의 P₁(x₁, y₁) 점에서 위의 P₂(x₂, y₂) 점을 잇는 곡선의 함수 f(x)는 아래의 식과 같이 주어질 수 있다.
- [0022] $f(x) = C_1 e^{R_x} + C_2$ 이때, $C_1 = (y_2 - y_1) / (e^{R_{x2}} - e^{R_{x1}})$, $C_2 = (y_2 e^{R_{x2}} - y_1 e^{R_{x1}}) / (e^{R_{x2}} - e^{R_{x1}})$
- [0023] 그러나, 이런 형태의 안테나도 여전히 개별 어레이 요소의 이득 특성 등 성능 개선의 여지가 있으며, 도전 패턴을 유전체 기판이 앞뒤로 덮고 있는 형태는 제작이 번거롭고 복잡할 수 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0024] (특허문헌 0001) US 20110057852 A1 : modular wideband antenna array

비특허문헌

[0025] (비특허문헌 0001) The Banyan Tree Antenna Array(by Steven S. Holland, Student Member, IEEE, and Marinos N. Voubakis, Member, IEEE, IEEE TRANSACTIONS ON ANTENNAS AND PROPAGATION, VOL. 59, NO 11, NOVEMBER 2011)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0026] 본 발명은 상술한 기존의 재밍을 위한 송신 안테나에 비해 간단한 구성과 작은 크기를 가지고, 이득 특성이 개선된 광대역 소형의 전자전 재밍 송신장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0027] 본 발명은 또한, 제작에 있어서 간단하고 비용을 줄일 수 있는 구성을 가지는 광대역 소형의 전자전 재밍 송신장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0028] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명은

[0029] 유전체 기관의 일 면에 중앙 상부에서 하부로 가면서 폭이 줄어드는 경사 슬랏에 의해 좌우 양쪽으로 분리되는 비발디 안테나의 어레이 요소의 도전 패턴이 도전층 인쇄 등을 통해 도전막으로 형성되고 이런 비발디 안테나의 어레이 요소 복수개가 그라운드 평면에서 외측을 향해 세워지는 형태로 배열 설치되고, 분리된 일측 도전 패턴은 경사 슬랏에 의해 상부 곡선이 규정되며, 도전 패턴에서 그라운드 평면으로 연장되는 접지포스트 및 접지포스트와 이격되어 상기 일측 도전 패턴에서 그라운드 평면으로 연장되는 제1 매칭포스트(matching post)에 의해 그라운드와 전기적으로 연결되고, 분리된 타측 도전 패턴은 경사 슬랏에 의해 상부 곡선이 규정되며, 도전 패턴에서 그라운드 평면쪽으로 연장되 그라운드와 분리되어 급전선과 결합되는 급전포스트와 이 급전포스트와 이격되어 상기 타측 패턴에서 그라운드 평면으로 연장되어 전기적으로 접속되는 제2 매칭포스트(matching post)를 가지는 광대역 재밍 송신 안테나에 있어서,

[0030] 상기 도전층 인쇄 등을 통해 형성된 도전 패턴에는 광대역 특성을 도출하기 위해 좌우 양쪽 가장자리에(좌우로 분리된 좌측 도전 패턴의 좌측 및 분리된 우측 도전 패턴의 우측 가장자리에) 각각 수평하거나 수평과 일정 각도를 가지는 하나 이상의 슬랏 혹은 노치가 형성되고,

[0031] 유전체 기관의 반대 면에는 기생 루프 도전 패턴이 설치되는 것을 특징으로 한다.

[0032] 본 발명에서 반대 면의 기생 루프 도전 패턴은 일 면의 도전 패턴의 상단과 양 측단을 포괄하는 사각 루프 형태로 이루어질 수 있고, 사각형 외에도 원형이나 다른 다각형, 폐곡선 형태를 이룰 수 있다.

[0033] 본 발명에서 슬랏은 직사각형의 좁은 틈으로 이루어지는 것일 수 있다.

[0034] 본 발명에서 비발디 안테나 어레이 요소 복수개는 그라운드 평면에 행렬 형태로 배열되는 것일 수 있다.

발명의 효과

[0035] 본 발명에 따르면 재밍을 위한 송신 안테나를 제작함에 있어서 간단한 구성과 작은 크기를 가지면서도 이득 특성을 개선하여 효율과 성능 증대를 가져올 수 있다.

[0036] 본 발명에 따르면, 기존의 제작 과정을 거의 바꾸지 않고 비용의 유의미한 증가도 없도록 하면서도 재밍신호 송신안테나의 효율과 성능을 유의미하게 개선하는 효과를 가질 수 있다.

[0037] 본 발명에서는 특히, 매칭포스트를 구비한 일 모양 비발디 안테나 혹은 반양트리 안테나의 어레이 요소에서 기관 후면에 기생 루프를 더 설치하고, 다이폴을 담당하는 양 측 도전 패턴의 측단에 복수의 슬랏을 형성하여 광대역 주파수 범위를 커버할 수 있도록 하고, 고감도 커플링이 이루어질 수 있도록 하여, 소형화 되었음에도 광대역 특성을 가지며, 특히 2 내지 6 GHz의 광대역 주파수 대역에서 높은 이득 특성을 가지도록 하고, 또한 이러한 개별 어레이 요소를 좌우 폭방향으로 다수를 배치하여 어레이 안테나로 확장하여 낮은 반사계수 혹은 낮은 전압정재파비를 가지도록 함으로써 출력에서 고효율을 달성할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0038] 도1 및 도2는 기존의 광대역 특성을 가지는 재밍용 송신 안테나의 예로써 각각 혼 안테나(HORN ANTENNA) 및 LPDA를 나타내는 개념도,
 도3은 반얀트리 안테나(Banyantree antenna)의 일 실시예에 따른 어레이 요소의 정면 및 측면을 함께 나타내는 도면이다.
 도4는 본 발명의 일 실시예에 따른 재밍용 송신안테나 어레이 요소를 특징을 적시한 부분적 확대도와 함께 나타내는 개념적 사시도,
 도5는 도4의 어레이 요소의 배면에 형성된 기생 루프를 나타내는 배면도,
 도6은 도4와 같은 실시예에서 일정 주파수 구간의 몇 가지 주파수에서 측정된 전면 방향 이득과 시뮬레이션에 의한 전면 방향 이득 특성 곡선을 나타내는 그래프,
 도7은 도4와 같은 실시예에서 일정 주파수 구간에 있어서 측정 및 시뮬레이션에 의한 반사 계수의 크기 변화를 나타내는 그래프,
 도8은 매칭포스트를 가지는 반얀트리 안테나의 어레이 요소에 의한 주파수변화에 따른 반사 계수와, 그 어레이 모듈에 슬롯을 형성하거나 후면 기생 루프를 형성한 경우 각각에서의 주파수 변화에 따른 반사 계수를 함께 표시하는 비교그래프,
 도9는 본 발명의 어레이 요소(모듈) 복수개가 그라운드 기판에 좌우 폭방향으로 배열된 상태를 나타내는 사시도,
 도10은 도9와 비슷하게 어레이 모듈 복수개가 폭방향으로 위상배열된 것을 나타내는 개념도,
 도11은 도9와 같은 위상 배열을 이루는 안테나에서 주변부에 있는 어레이 요소에서의 배열을 이루는 갯수와 측정 및 시뮬레이션 여부를 달리하면서 얻어진 능동 전압 정재파비를 나타내는 그래프,
 도12는 도9와 같은 위상 배열을 이루는 안테나에서 중앙부에 있는 어레이 요소에서의 배열을 이루는 갯수와 측정 및 시뮬레이션 여부를 달리하면서 얻어진 능동 전압 정재파비를 나타내는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0039] 이하 도면을 참조하면서 구체적 실시예를 통해 본 발명을 보다 구체적으로 살펴보기로 한다.
- [0040] 도4는 본 발명의 일 실시예에 따른 재밍용 송신안테나 어레이 요소를 나타내는 개념적 사시도 및 그 일 부분들에 대한 확대도이며, 도5는 그 어레이 요소의 후면 루프를 나타내는 배면도이다.
- [0041] 여기서는 직사각형 유전체 기판(10)에 중앙 상부에서 하부로 가면서 폭이 줄어드는 경사 슬롯(tapered slot: 15)에 의해 좌우 양쪽으로 분리되는 비발디 안테나의 어레이 요소의 도전 패턴(fins: 21, 23)이 인쇄 등의 방법으로 형성되어 어레이 요소가 만들어진다. 이 도전 패턴(21, 23)은 안테나의 전자 방사를 위한 다이폴에 해당되는 것으로 볼 수 있다.
- [0042] 이런 비발디 안테나의 어레이 요소가 그라운드 평면(50)에서 외측을 향해 세워지는 형태로 설치된다. 경사 슬롯(15) 혹은 꺾에 의해 좌우로 분리된 일측 도전 패턴(grounded fin: 21)은 경사 슬롯에 의해 상부 곡선(내측 곡선)이 규정되며, 이 도전 패턴에서 그라운드 평면(50)으로 연장되는 접지포스트(31) 및 이 접지포스트와 이격되어 상기 일측 도전 패턴에서 그라운드 평면으로 연장되는 제1 매칭포스트(matching post:33) 혹은 제1 단락포스트(shorting post: 33)에 의해 그라운드와 전기적으로 연결된다.
- [0043] 경사 슬롯(15)으로 분리된 타측 도전 패턴(excited fin: 23)은 경사 슬롯(tapered slot)에 의해 상부 곡선이 규정되며, 타측 도전 패턴(23)에서 그라운드 평면 쪽으로 연장되 그라운드와 전기적으로 이격되어 급전선, 가령 표준 고주파 인터페이스(standard RF interface)과 결합되는 급전포스트(35)와 이 급전포스트와 이격되며 상기 타측 도전 패턴(23)에서 그라운드 평면(50)으로 연장되어 전기적으로 접속되는 제2 매칭포스트 혹은 단락포스트(matching post or shorting post: 37)를 가진다.
- [0044] 이러한 도전 패턴들의 급전 및 접지 형태는 일반적인 비발디 안테나의 경우와 다른 특징을 이루게 되며, 밸런스 언밸런스 조절 기능을 어레이 요소 내에 일체화하여 전체 안테나 구조를 단순화하고 전파 방사를 위한 안테나 크기를 소형화하는데 기여할 수 있다.
- [0045] 또한, 이런 본 발명의 실시예에서는 기존 비발디 안테나를 이루는 어레이 요소와 달리, 경사 슬롯(15)에 의해

좌우로 분리된 도선 패턴에는 광대역 특성을 도출하기 위해 좌우 양쪽 가장자리에 각각 수평과 일정 각도를 가지는 복수 개, 여기서는 5개의 좁은 폭의 직사각형의 슬롯(slot: 25)이 형성된다.

[0046] 그리고, 도5의 기관 후면에 형성된 특징적 기생 루프(40)는 도선 패턴의 일종이며 전면의 도선 패턴과 마찬가지로 인쇄 등을 이용하여 도선막으로 형성할 수 있다. 여기서 기생 루프는 전면 도선 패턴의 상단과 좌우 측단을 포괄하는 직사각형 일정 폭의 도선 패턴으로 이루어지며 대칭, 균형을 이루도록 형성되지만, 이런 실시예가 기생 루프의 조건을 한정하는 것은 아니다. 따라서 기생 루프는 원형이나 다른 다각형이나 임의의 폐곡선 형태를 가지는 것도 가능하다.

[0047] 이들 슬롯(25)이나 기생 루프(40)의 추가 형성은 이득(gain)을 향상시키기 위한 것이다.

[0048] 도4 및 도5에 표시된 어레이 요소 내의 파라미터 값은 다음의 표와 같이 주어질 수 있다.

Parameters	Values
h	119 mm
w	39.4 mm
l_w	0.3 mm
r_i	0.056
r_o	-0.6
s_i	12 mm
s_w	0.5 mm
s_t	1.5 mm
l_p	118 mm
g	0.1 mm
w_l	3.9 mm
w_r	6 mm

[0049] 여기서 안테나의 어레이 요소는 TLY-5 기관으로서 비유전율 $\epsilon_r = 2.2$, 손실 탄젠트 $\tan \delta = 0.0009$ 의 것을 사용하고, 다이폴 역할을 하는 비발디 안테나의 어레이 요소를 이루는 도선 패턴은 인쇄를 통해 후막의 도선패턴으로 이루어진다. 기관은 직사각형 판재로 너비 39.4mm, 높이 119mm, 두께 1.6mm의 것을 사용하고 있다.

[0051] 도6은 도4와 같은 실시예에서 일정 주파수 구간의 몇 가지 주파수에서 측정한 전면 방향 이득과 시뮬레이션에 의한 전면 방향 이득 특성 곡선을 나타내는 그래프이며, 도7은 도4와 같은 실시예에서 일정 주파수 구간에 있어서 측정 및 시뮬레이션에 의한 반사 계수의 크기 변화를 나타내는 그래프이다.

[0052] 시뮬레이션 및 직접 측정에 의한 전면 방향 이득의 값은 주파수 3 내지 6 기가헤르츠 대역에서 -0.6dBi 보다 큰 것을 확인할 수 있고, 반사 계수(reflection coefficient)는 동일한 3 내지 6기가헤르츠 주파수 대역에서 -10dB 이하가 됨을 확인할 수 있다. 이때 전압 정제파비는 3기가헤르츠 이상에서 1.5: 1 이하의 값을 가진다.

[0053] 도8은 매칭포스트를 가지는 비발디 안테나(반안트리 안테나)의 어레이 요소에 의한 주파수변화에 따른 반사 계수와, 그 어레이 모듈에 슬롯을 형성하거나 후면 기생 루프를 형성한 경우 각각에서의 주파수 변화에 따른 반사 계수를 함께 표시하는 비교그래프이다.

[0054] 주파수 특성을 나타내는 프랙셔널 대역폭(fractional bandwidth)은 통상 주파수 곡선의 대역폭을 그 대역폭의 중심주파수로 나누어 얻은 값이며, 여기서 인쇄를 통해 형성한 단순 도선 패턴에서의 프랙셔널 대역폭 및 단순 도선 패턴에 슬롯을 추가 형성한 도선 패턴에서의 프랙셔널 대역폭은 각각 12%, 35%의 값을 가지고, 배면 기생 루프를 가지는 도선 패턴에서의 프랙셔널 대역폭은 66%로 나타남을 볼 수 있다.

[0055] 도9는 본 발명의 어레이 요소(모듈) 복수개가 그라운드 기관에 좌우 폭방향으로 배열된 상태를 나타내는 사시도

이며, 도10은 도9와 비슷하게 어레이 모듈 복수개가 폭방향으로 위상배열된 것을 나타내는 개념도로 D. M. Pozar의 "A relation between the active input impedance and the active element pattern of a phased array" (*IEEE Trans. Antennas Propag.*, vol. 51, no. 9, pp. 2486-2489, Sept. 2003)에서 참고한 것이다.

[0056] 도10과 같이 어레이 요소가 위상배열된 안테나에서 N번째 요소에서의 전체 터미널 전압 V_n 은 아래의 식과 같이 주어질 수 있다.

[0057] $V_n = V_n^+ + V_n^- = V_n^+ + \sum_{m=1}^n S_m V_m^+$ (여기서 \sum 는 m이 1에서 N까지에 대한 합산을 의미한다)

[0058] 이때의 능동 반사계수 Γ 와 능동 전압정재파비(Active VSWR)는 아래의 식들에 의해 규정될 수 있다.

$$\Gamma_m(\theta_0) = \frac{V_m^-}{V_m^+} = \frac{\sum_{n=1}^N S_{mn} e^{-j(n-1)k_0}}{e^{-j(m-1)k_0}} = \sum_{n=1}^N S_{mn} e^{-j(n-m)k_0}$$

[0059]

$$VSWR = \frac{1 + |\Gamma(\theta_0)|}{1 - |\Gamma(\theta_0)|}$$

[0060]

[0061] 이런 배열을 확장시키기 위해서는 경계조건(boundary condition)이 시뮬레이션 내에서 주기적 구조를 가지는 것으로 설정되고 분석되어야 한다.

[0062] 도11은 도9와 같은 위상 배열을 이루는 안테나에서 주변부에 있는 어레이 요소에서의 배열을 이루는 갯수와 측정 및 시뮬레이션 여부를 달리하면서 얻어진 능동 전압 정재파비를 나타내는 그래프이고, 도12는 도9와 같은 위상 배열을 이루는 안테나에서 중앙부에 있는 어레이 요소에서의 배열을 이루는 갯수와 측정 및 시뮬레이션 여부를 달리하면서 얻어진 능동 전압 정재파비를 나타내는 그래프이다.

[0063] 능동 전압정재파비(Active VSWR)는 여기서 중앙 어레이 요소에서 증가하고, 어레이 요소의 숫자가 많아짐에 따라 감소함을 볼 수 있다.

[0064] 이상의 도면들과 그와 연관된 실험 결과를 통해 정리하면, 본 발명의 어레이 요소를 가진 광대역 재밍신호 송신 안테나가 매칭포스트, 도전 패턴에 설치되는 슬랫들, 배면의 기생 루프(parasitic loop)를 통해 적용 주파수 대역폭을 확장시킴을 확인할 수 있고, 실시예와 같은 파라미터들을 가진 조건에서 전면 방향 이득의 값은 주파수 3 내지 6 기가헬즈 대역에서 -0.6dBi 보다 큰 것을 확인할 수 있고, 반사 계수(reflection coefficient)는 동일한 3 내지 6기가헬즈 주파수 대역에서 -10dB 이하가 됨을 확인할 수 있다. 이때 전압 정재파비는 3기가헬즈 이상에서 1.5: 1 이하의 값을 가지는 것을 볼 수 있다. .

[0065] 이상에서는 한정된 실시예를 통해 본 발명을 설명하고 있으나, 이는 본 발명의 이해를 돕기 위해 예시적으로 설명된 것일 뿐 본원 발명은 이들 특징의 실시예에 한정되지 아니한다.

[0066] 가령 여기서 설명한 실시예의 파라미터는 타겟 주파수 대역을 가령 2~6기가헬즈로 할 때 적합하게 이루어진 것이며 동작 주파수 대역이 0.5 내지 2 기가헬즈, 6 내지 18기가헬즈, 18 내지 40 기가헬즈로 달라지면 그에 따른 파라미터 수치를 도출하여 어레이 요소 스케일을 증감할 수 있다.

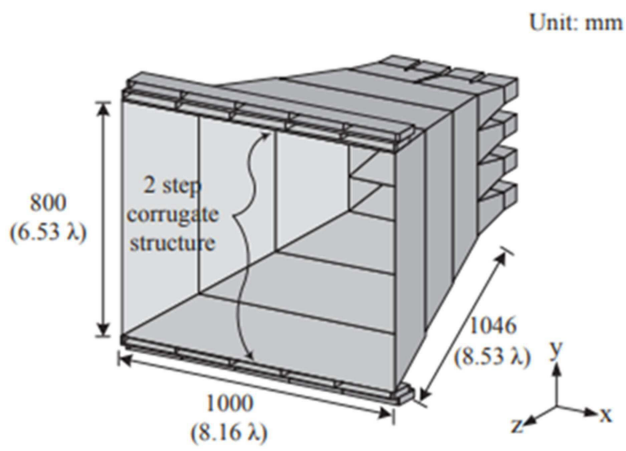
[0067] 따라서, 당해 발명이 속하는 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명을 토대로 다양한 변경이나 응용예를 실시할 수 있을 것이며 이러한 변형례나 응용예는 첨부된 특허청구범위에 속함은 당연한 것이다.

부호의 설명

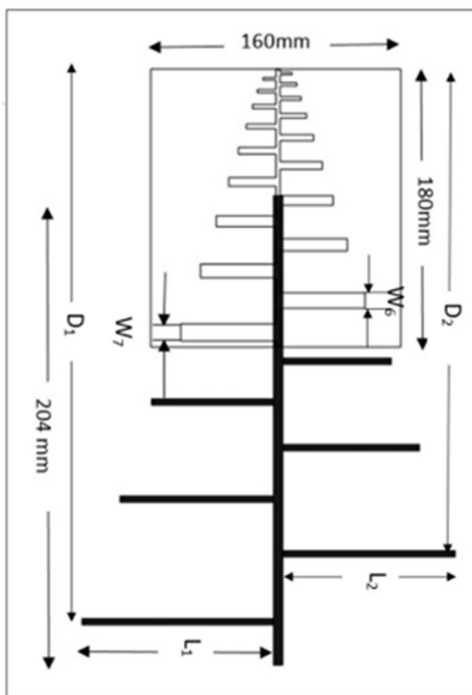
- [0068] 10: 기관 15: 경사 슬랫(tapered slot)
- 21, 23: 도전 패턴 25: 슬랫(slot)
- 31: 접지포스트 33: 제1 매칭포스트
- 35: 급전포스트 37: 제2 매칭포스트
- 40: 기생 루프(parasitic loop) 50: 그라운드 평면

도면

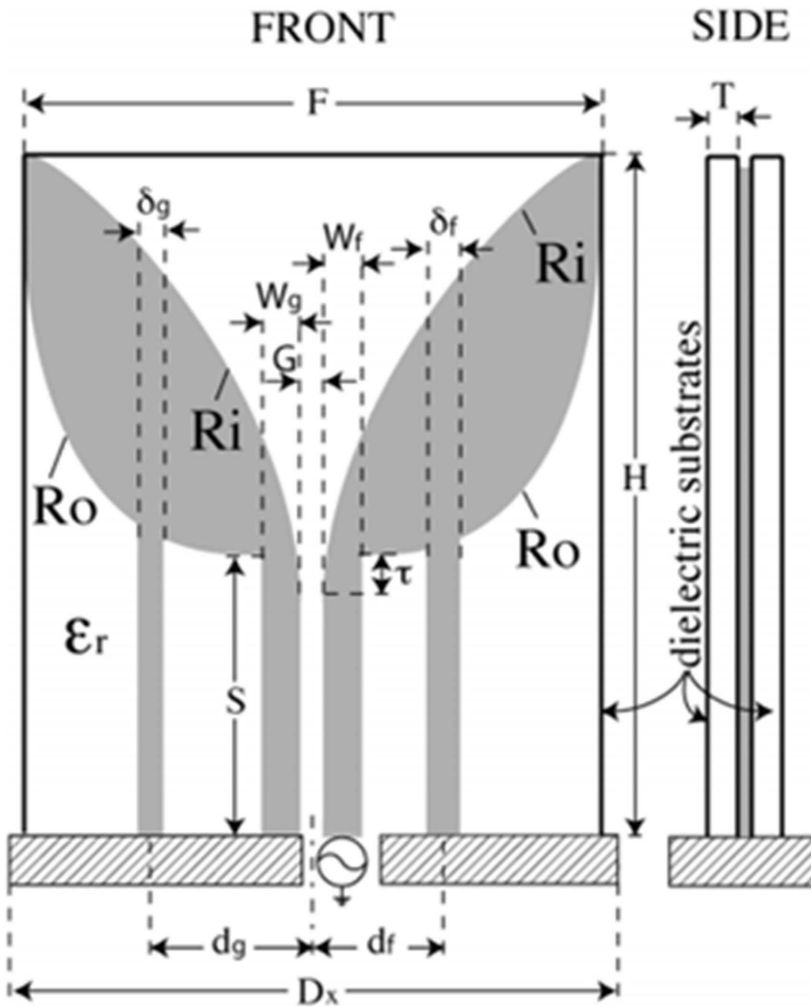
도면1



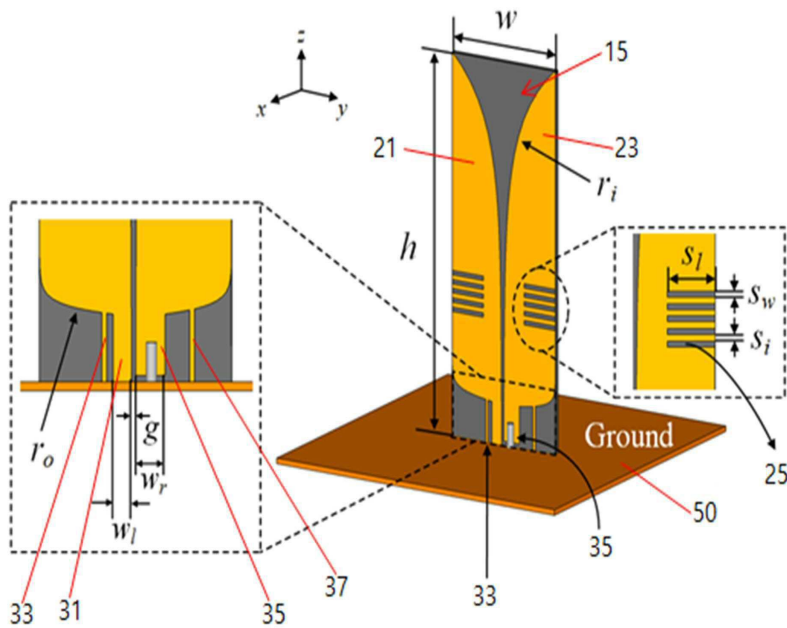
도면2



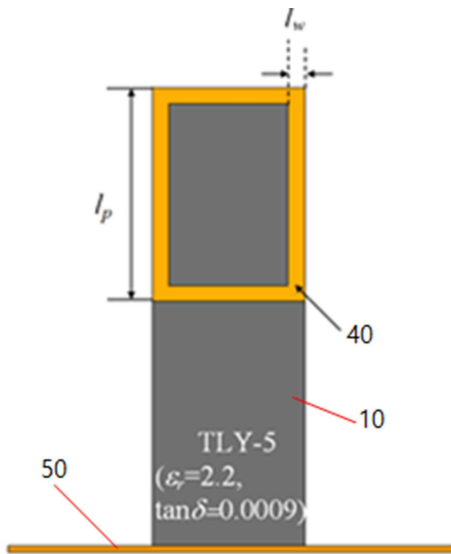
도면3



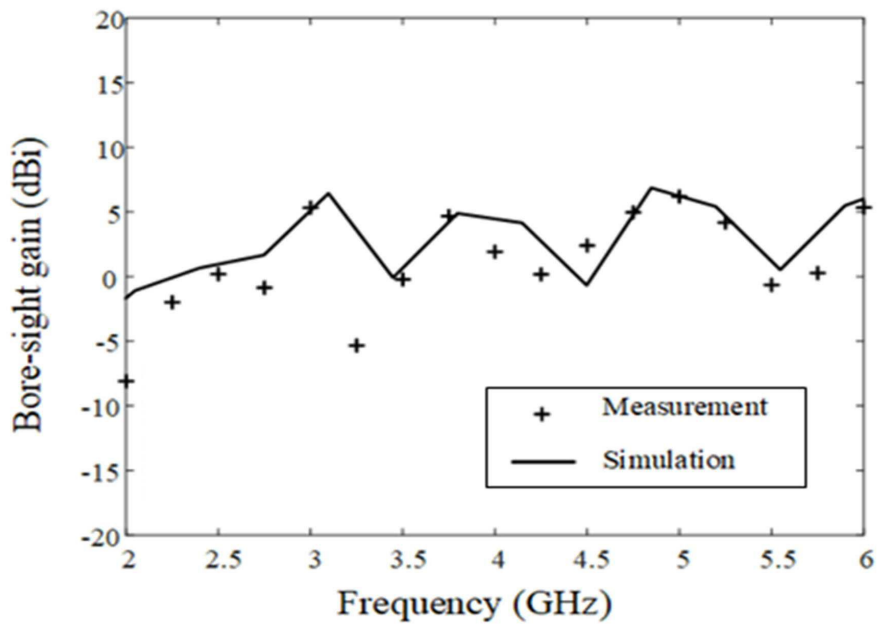
도면4



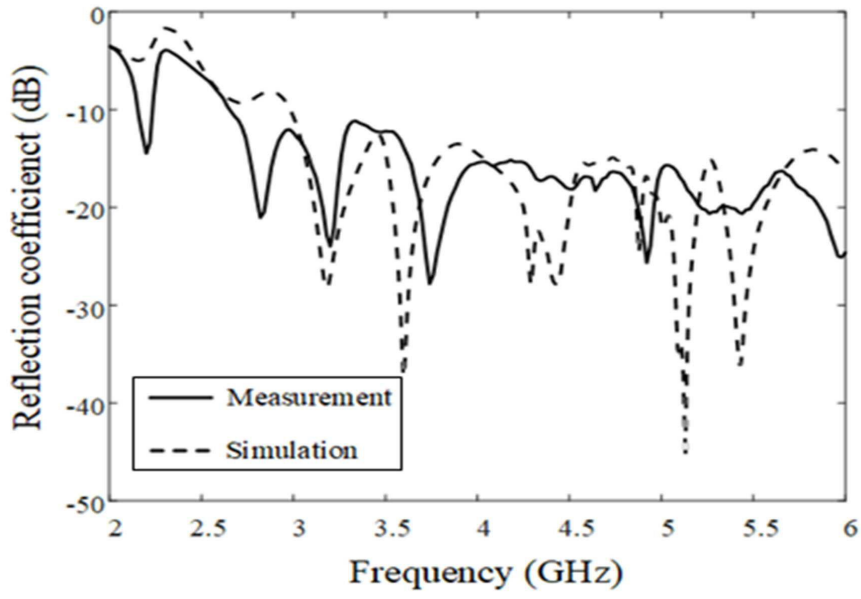
도면5



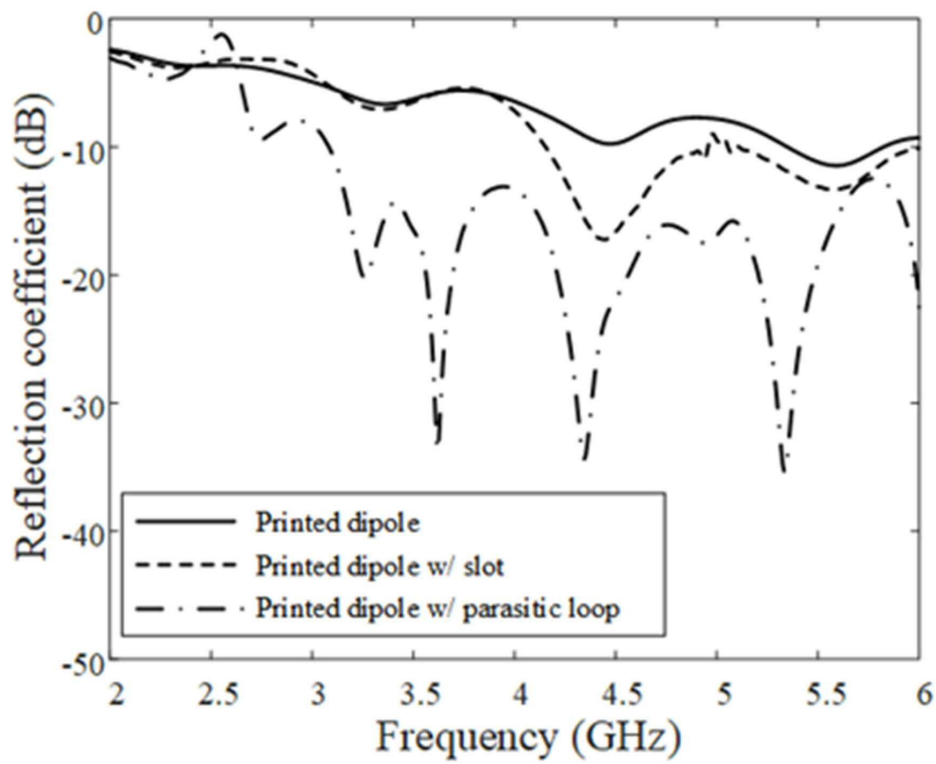
도면6



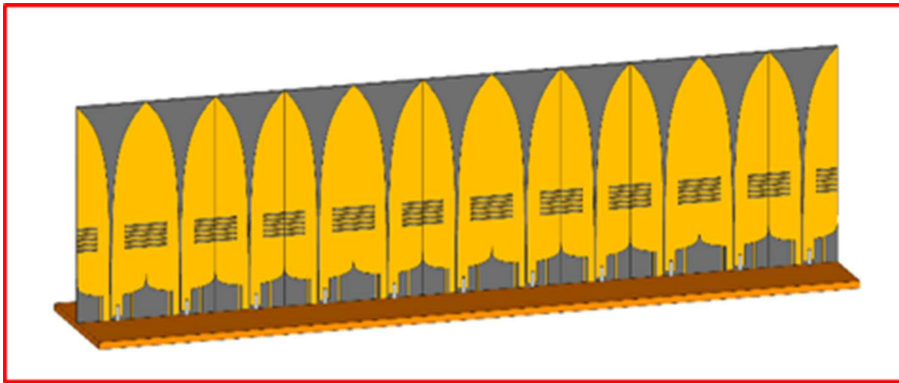
도면7



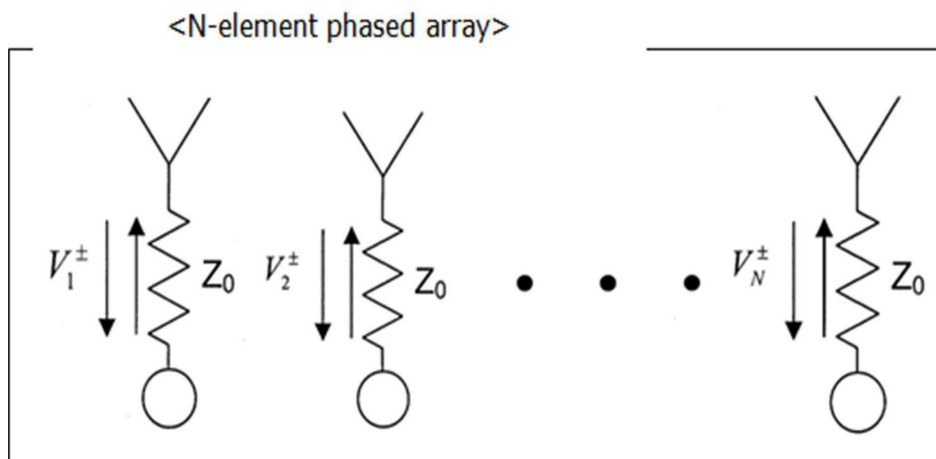
도면8



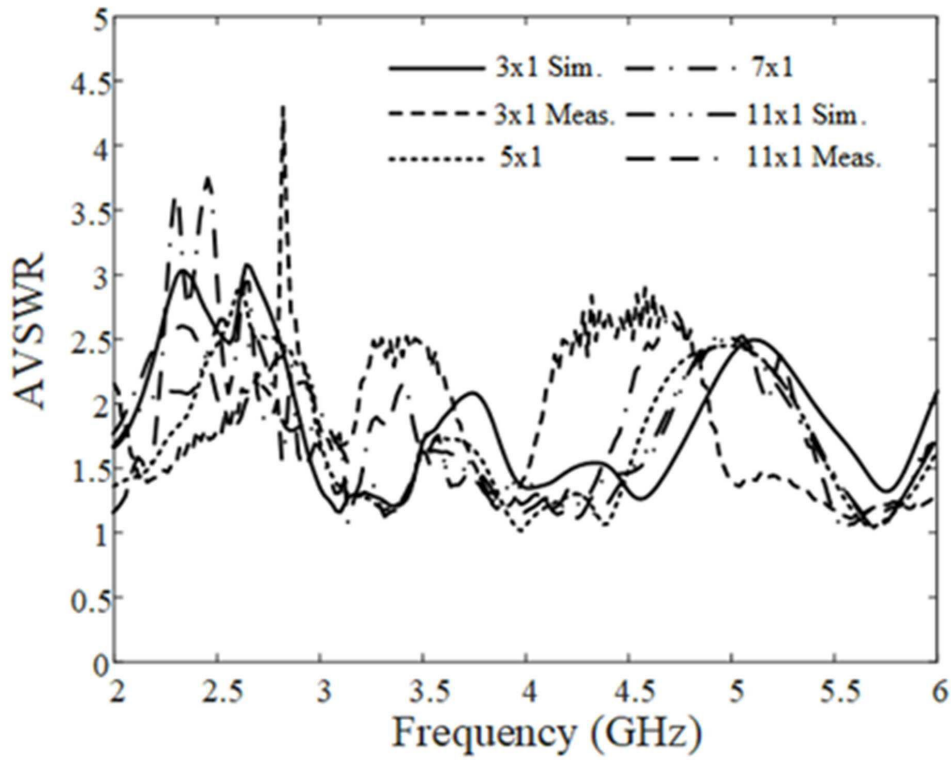
도면9



도면10



도면11



도면12

