



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년01월04일
(11) 등록번호 10-1692745
(24) 등록일자 2016년12월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01Q 1/52 (2006.01) H01Q 9/04 (2006.01)
H01Q 9/42 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01Q 1/521 (2013.01)
H01Q 5/10 (2015.01)
(21) 출원번호 10-2015-0122358
(22) 출원일자 2015년08월31일
심사청구일자 2015년08월31일
(56) 선행기술조사문헌
KR101154091 B1*
W02011152055 A1*
KR1020140088761 A
KR101133343 B1
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
인천대학교 산학협력단
인천광역시 연수구 아카데미로 119 (송도동)
(72) 발명자
강승택
인천광역시 연수구 아카데미로 119 (송도동)
(74) 대리인
특허법인충정

전체 청구항 수 : 총 10 항

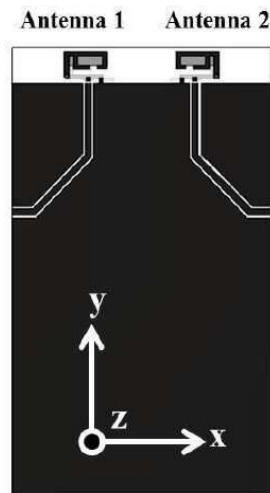
심사관 : 나병윤

(54) 발명의 명칭 광대역 및 고궤리도를 갖는 0차 공진형 메타재질 LTE MIMO 초소형 안테나

(57) 요약

본 발명은 LTE 통신 서비스에 적합한, 10% 이상의 비대역폭 및 증가된 궤리도를 갖는 소형 MIMO 안테나에 관한 것으로, 더 상세하게는 파장의 0.034배 길이의 소형 방사체가 2.5 GHz에서 0차 공진현상을 가져 동위상의 고밀도 전계분포를 형성하여 원거리로 방사할 때, 안테나 이득을 저하시키지 않으며, 얇은 FR4의 네 개층 구조에서 인접 공진경로들을 결합시켜 동작 대역폭이 확장된 0차 공진형 MIMO 안테나에 관한 것이다.

대표도 - 도3a



(52) CPC특허분류

H01Q 9/0407 (2013.01)

H01Q 9/42 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 201400690001

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 미래창조과학부 산하

연구사업명 미래창조과학부 혁신기술과제

연구과제명 하이브리드 전파매질을 이용한 미래전파 서비스용 안테나 개발

기 여 율 1/1

주관기관 에이스테크놀로지

연구기간 2014.04.01 ~ 2017.02.28

공지예외적용 : 있음

명세서

청구범위

청구항 1

복수 개의 유전체 층이 적층되고,

상기 유전체 층에는 목표 주파수에서 0차 공진을 유발할 수 있는 각각 개방형 금속 링을 포함하는 메타재질 구조의 바닥 SRR(split ring resonator) 및 윗면 SRR을 포함하는 한 쌍의 공진기 및

상기 한 쌍의 공진기를 전기적으로 연결하는 비아(via)를 포함한 단일 안테나가 적어도 두 개 이상 배치되며,

상기 바닥 SRR 및 윗면 SRR은 상기 유전체 층의 적층 방향으로 소정 거리 이격되어 적층되도록 서로 다른 유전체층에 형성되는 것을 특징으로 하는 광대역 및 고격리도를 갖는 0차 공진형 메타재질 LTE MIMO 초소형 안테나.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 공진기는

메타물질형 공진, 또는 모노폴 공진과 메타물질형의 결합에 의한 공진과 그들의 전류경로들 각각이 다른 복수의 층들로 나뉘진 뒤, 적층공정을 통해 전자기 결합 또는 선로 결합함으로써 발생하는 다중대역과 광대역에서 동작하는 광대역 및 고격리도를 갖는 0차 공진형 메타재질 LTE MIMO 초소형 안테나.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 유전체 층은

FR4로 형성되고, 상부에서 하부까지 4개의 층을 이루어 제1 FR4층 내지 제4 FR4층을 포함하는 것을 특징으로 하는 광대역 및 고격리도를 갖는 0차 공진형 메타재질 LTE MIMO 초소형 안테나.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 공진기는

제1 FR4층 및 제2 FR4층 사이에 위치하여 기준 주파수보다 낮은 공진 주파수에서 공진 경로를 형성하는 윗면 금속 라인 및

제3 FR4층 및 제4 FR4층 사이에 위치하여 기준 주파수보다 높은 공진 주파수에서 공진 경로를 형성하는 바닥 금속 라인 및

대역폭을 늘이기 위해, 각 층의 다른 공진 주파수들을 전자기적으로 결합가능한 적층구조를 특징으로 하는 광대역 및 고격리도를 갖는 0차 공진형 메타재질 LTE MIMO 초소형 안테나.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 공진기는

제2 FR4층 및 제3 FR4층 사이에 위치하는 중간 금속 라인이 더 포함되는 것을 특징으로 하는 광대역 및 고격리도를 갖는 0차 공진형 메타재질 LTE MIMO 초소형 안테나.

청구항 6

제4항에 있어서,

상기 윗면 금속 라인 및 상기 바닥 금속 라인은 각각 스텔브를 더 형성하여 공진 길이를 조절하는 것을 특징으로 하는 광대역 및 고격리도를 갖는 0차 공진형 메타재질 LTE MIMO 초소형 안테나.

청구항 7

제4항에 있어서,

상기 비아(via)는

상기 윗면 금속 라인과 바닥 금속 라인을 연결하는 제1비아;

단락 점(shorting point) 연결된 제2비아 및 급전(feeding) 라인과 연결된 제3비아를 포함하는 것을 특징으로 하는 광대역 및 고격리도를 갖는 0차 공진형 메타재질 LTE MIMO 초소형 안테나.

청구항 8

제2항에 있어서,

상기 단일 안테나는

두 개 이상을 배치 시, 일정한 간격을 두고 서로 대칭되도록 배치하는 것을 특징으로 하는 광대역 및 고격리도를 갖는 0차 공진형 메타재질 LTE MIMO 초소형 안테나.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 단일안테나의 총 길이는 $0.034 \lambda_g$ 이고, 2.5 GHz에서 0차 공진하며,

단일안테나1과 단일안테나2를 배치 시, 총 길이는 $0.11 \lambda_g$ 보다 짧은 것을 특징으로 하는 광대역 및 고격리도를 갖는 0차 공진형 메타재질 LTE MIMO 초소형 안테나.

청구항 10

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항의 광대역 및 고격리도를 갖는 0차 공진형 메타재질 LTE MIMO 초소형 안테나의 조합을 통한 높은 격리도의 네 개 이상의 방사소자 기반의 4×4 이상의 LTE MIMO 통신용 단말기 안테나.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 LTE 통신 서비스에 적합한, 10% 이상의 비대역폭 및 증가된 격리도를 갖는 소형 MIMO 안테나에 관한 것으로, 더 상세하게는 파장의 0.034배 길이의 소형 방사체가 2.5 GHz에서 0차 공진현상을 가져 동위상의 고밀도 전계분포를 형성하여 원거리로 방사할 때, 안테나 이득을 저하시키지 않으며, 얇은 FR4의 네 개층 구조에서 인접 공진경로들을 결합시켜 동작 대역폭이 확장된 0차 공진형 MIMO 안테나에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] RF 신호 송신 및 수신에 있어서 다이버시티 기법이 통신 산출량을 늘려 이동 통신의 품질을 확보할 수 있어, 다중 입력-다중 출력 (MIMO) 안테나에 대한 필요성이 대두되었으며, 안테나 설계자들은 안테나 크기는 줄이면서 다중 안테나 사이의 격리도는 증가시키는 안테나 개발에 도전하고 있다.

[0003] Mak 등[1]은 다수의 MIMO 안테나 원형을 제시한다. 이들은 하나의 소자와 다른 소자 사이의 불필요한 상호작용을 최소화하고 안테나간 격리를 보장하기 위해 불요결합경로를 줄여 짧은 전류결합경로를 갖는다. 상기 안테나의 방사 패턴 및 격리도는 사용 가능하지만, 크기나 배치의 관점에서 실용성이 떨어진다. K. Payandehjoo 등[2]은 두 개의 안테나 사이의 결합을 약화시키면서 다이버시티 이득을 증가시키기 위해 EBG 구조를 사용한다. 그러나, 상기 구조는 WiMAX 대역 업계 크기표준보다 훨씬 크다. X. Wang 등은 보다 양호한 격리도를 갖기 위해 주기적인 미앤더형 디커플링 소자를 도입하는데, 접지면에 수직인 방사체 층을 갖고 부피가 많이 큰 형상을 보여준다 [3]. 격리도는 12 dB 보다 크지만, 안테나와 디커플링 구조를 줄여 업계 필요조건을 만족시킬 필요가 있을 것으로 보인다. 각각 [4]와 [5]에서는, 구불구불한 4분의 1 파장 길이의 방사체를 쓰며, 다중 방사체 결합을

접지면 식각 또는 하이브리드 브랜치 결합기로, 억제하고 있다. 부연하자면, [5]의 방사체는 일반적인 것이며, 격리도를 위해 프린팅이 불가한 LC소자 기반의 하이브리드 브랜치 결합기를 쓰고, [6]에서 제작이 까다로운 3D로 접힌 모노폴들이 방사체로 사용되고 격리도 향상을 위해 짧은 전류결합 경로를 공유한다. 이와 달리, S. Yoo 등 [7]에서는 단층형 ZOR SRR이 매우 작은 MIMO 안테나로 제안되어, 총 길이는 단말 장치의 접지면 가장자리의 2/3크기로서, 이득은 2 dBi보다 크고, 격리도는 12 dB보다 크다.

선행기술문헌

비특허문헌

- [0004] (비특허문헌 0001) [1] A. Mak, C. R. Rowell, and R. Murch "Isolation Enhancement Between Two Closely Packed Antennas," IEEE Transactions on Antennas & Propagation, vol.56, pp. 3411-3419, 2008.
- (비특허문헌 0002) [2] K. Payandehjoo and R. Abhari, "Employing EBG Structures in Multiantenna Systems for Improving Isolation and Diversity Gain," IEEE AWPL, vol.8, pp1162-1165, 2009.
- (비특허문헌 0003) [3] X. Wang, Z. Feng and K.-M. Luk, "Pattern and Polarization Diversity Antenna With High Isolation for Portable Wireless Devices," IEEE AWPL, vol.8, pp209-211, 2009.
- (비특허문헌 0004) [4] M. S. Sharawi, S. S. Iqbal and Y. S. Faouri, "An 800 MHz 2x1 Compact MIMO Antenna System for LTE Handsets," IEEE Transactions on Antennas & Propagation, Vol. 59, No. 8, pp. 3128-3131, August 2011.
- (비특허문헌 0005) [5] R. A. Bhatti, S. Yi, and S.-O. Park, "Compact Antenna Array With Port Decoupling for LTE-Standardized Mobile Phones," IEEE AWPL, VOL. 8, pp. 1430-1433, 2009.
- (비특허문헌 0006) [6] M.-S. Han and J. Choi, "MIMO Antenna Using a Decoupling Network for Next Generation Mobile Application," Proceedings of ISCIT 2009, Icheon, Korea, September 2009.
- (비특허문헌 0007) [7] S. Yoo, S. Kahng, and J. Kim, "A Compact MIMO Antenna using ZOR Split Ring Resonator Radiators with a Decoupling Structure," Microwave Journal, vol. 54, no. 11, pp. 26-33, November 2011.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0005] 본 발명은 상기와 같은 종래의 문제점을 해결하기 위하여 제안된 것으로, 본 발명은 LTE 이동 통신 주파수에서 공진하면서도 작은 크기를 가지기 위해 0차 공진 메타재질특성을 기본으로, 대역폭을 늘리기 위해 공진경로들이 인접 결합할 수 있도록 저가의 얇은 FR4 기판들로 다층화 하였으며, 안테나간 격리도를 향상시키기 위해, 비주기형 서스펜디드 라인을 두고 임피던스 정합과 무위상 전기장 분포를 파괴하지 않아, 초소형의 LTE MIMO 안테나를 제공하는 것을 기술적 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0006] 본 발명에 따른 광대역 및 고격리도를 갖는 0차 공진형 메타재질 LTE MIMO 초소형 안테나는, 단지 네 개의 저가 FR4 기판들이 적층되고, 각 층의 금속 라인패턴은 목표 주파수에서 0차 공진을 유발할 수 있는 SRR 형태의 금속 라인으로 형성된 한 쌍의 공진기 및 상기 한 쌍의 공진기를 전기적으로 연결하는 비아(via)를 포함한 단일 안테나가, MIMO 통신에 알맞게, 적어도 두 개 이상 배치되는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0007] 이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명에 따른 광대역 및 고격리도를 갖는 0차 공진형 메타재질 LTE MIMO 초소형 안테나는 총 길이가 $0.11\lambda_g$ 보다 짧아, 한정된 단말기 공간에 다중으로 집적가능하여 LTE 통신에 적합하고, 물리적으로 작은 부피를 차지하면서도, 방사 이득 및 효율이 뛰어나며, 안테나 간 높은 격리도를 갖는 안테나를 제공하는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0008] 도 1은 본 발명에 따른 방사 소자의 기하학적 구조의 (a) 전체 상면도, (b) 방사 소자의 3D 도, (c) 방사 소자의 박막의 측면도.
- 도 2는 본 발명에 따른 안테나의 반사 손실 vs. 공진 경로 길이와 스텔브, 그리고 목표 주파수에서 ZOR 전계 분포를 보여주는 도면으로 (a) S_{11} vs. 고주파 공진을 위한 바닥 SRR 의 변화하는 L4, (b) S_{11} vs. 저주파 공진을 위한 윗면 SRR 의 변화하는 L7, (c) S_{11} vs. 두 개의 공진 주파수를 끌어당기는 스텔브, (d) ZOR 전계 분포임.
- 도 3은 본 발명에 따른 소형 MIMO 안테나의 실시예, 모의 반사 손실, 격리도를 나타내는 도면으로, (a) 상면도, (b) 전면과 후면의 확대도, (c) S_{11} 와 S_{21} 결과값임.
- 도 4는 본 발명에 따른 소형 MIMO 안테나의 S_{11} 와 S_{21} 시험값 및 제작 원형의 방사 특성을 나타내는 도면으로, (a) S_{11} 와 S_{21} 측정값, (b) 효율 및 침투 이득 측정값, (c) 안테나 1과 2에 의한 빔 패턴 및 상기 구조의 사진임.
- 도 5는 본 발명에 따른 소형 안테나를 4th 4 MIMO 단말기로 확장한 모습 (a) 구조 (b)모든 방사체의 반사손실과 서로간의 격리도 (c)방사체들의 방사패턴.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0009] 본 발명에 따른 광대역 및 고격리도를 갖는 0차 공진형 메타재질 LTE MIMO 초소형 안테나는, 단지 네 개의 저가 FR4 기판들이 적층되고, 각 층의 금속 라인패턴은 목표 주파수에서 0차 공진을 유발할 수 있는 SRR 형태의 금속 라인으로 형성된 한 쌍의 공진기 및 상기 한 쌍의 공진기를 전기적으로 연결하는 비아(via)를 포함한 단일 안테나가, MIMO 통신에 알맞게, 적어도 두 개 이상 배치되는 것을 특징으로 한다.
- [0010] 이하, 본 발명에 따른 증가된 대역폭 및 증가된 격리도를 갖는 0차 공진형 MIMO 안테나를 실시하기 위한 구체적인 내용을 설명하면 다음과 같다.
- [0011] 다음 표 1은 본 발명에 따른 MIMO 안테나를 설계하기 위한 사양을 나타내는 것으로 이러한 사양을 충족할 경우, 물리적으로 작은 부피를 차지하면서도 안테나 방사이득 및 효율이 높으며, 안테나 간의 높은 격리도를 만족할 수 있다.
- [0012] 또한 본 발명에 따른 MIMO 안테나는 2-GHz LTE 서비스 대역에 적용할 수 있도록 설계하였다.

[0013] [표 1]

Item	Spec.	Item	SPEC.
f_0, BW	2.5GHz, $\geq 250\text{MHz}$	Return loss	$ S_{11} \leq -10\text{dB}$
Gain	$\geq 0\text{dBi}$	Isolation	$ S_{21} \leq -10\text{dB}$
Efficiency	$\geq 45\%$	Size	$< 0.25\lambda_g$

- [0014]
- [0015] 도 1은 이러한 사양을 만족하기 위한 박막 구조의 안테나를 나타내는 도면으로 1/6.5 Wx 미만의 길이를 가진다. 방사 소자는 참고 문헌 [7]에 제시된 저자들의 단층 ZOR MIMO 안테나처럼, 한 쌍의 분할 고리 공진기(SRRs)을 가진다. 하지만, 본 발명에 있어서, 분할 고리 공진기는 다른 층에 놓여서, 대역폭을 넓히기 위해 2.5 GHz 근처가깝게 위치한 주파수에서 공진을 유발하고 ZOR 현상처럼 만족할 만한 안테나 이득을 얻기 위해 막들을 통해 한 방향으로 전계 벡터를 정렬하고 Flux를 모은다. 도 1(a)에서 접지면을 포함한 플랫폼에서, Wx는 53mm, Ly는 88mm, ΔLy 는 7mm이다. 접지면과 급전점에 닿은 안테나는 3D 관점에서 $L2 \times L5 \times AH = 8.5\text{mm} \times 6\text{mm} \times 2.3\text{mm}$ 인 부피를 가진다. 이 부피에 한정되어, 두 개의 공진 전류 경로가 높은 공진 주파수에서는 짧게 (바닥 금속 라인 혹은 바닥 SRR), 낮은 공진 주파수에서는 길게 (윗면 금속 라인 혹은 윗면 SRR) 생성된다. 도 1(b)에서, 짧은 공진 경로의 주요 부분은 L1, L5, L2, L3, L4 직렬연결이고, 제1비아(Via)가 윗면과 바닥 금속 라인들을 연결할 때, 긴 경로는 L1, Via, L5, L2, L6, L7 로 이루어진다. 다른 비아들, 즉 단락점(shorting point) 근처의 제2비아(Via_{dm})과 급전(feeding) 근처의 제3비아(Via_{dm})는 전기적으로는 의미가 없으나, 공정수율을 위한 것이다. 도 1(c)에서 보여지듯이 윗면과 바닥 SRR는 두 개의 떨어져 있는 FR4 층이고 이는 약한 상호 작용을 야기할 수

도 있기 때문에, 중간 금속 라인 (gL 과 gW)을 그 사이에 삽입하여 전자기 결합을 강화한다. 높고 낮은 공진 주파수 사이의 간격을 좁히는 것과 관련하여, 윗면과 바닥 스테브가 윗면과 바닥 금속 라인에 설치되어 공진 길이 뿐만 아니라 연결을 제어한다. 2.5 GHz 미만과 2.5 GHz 초과의 두 개의 공진 주파수를 생성하고 그 주파수들을 가깝게 두기 위한 구조의 물리적 치수에 대한 적절한 수치를 찾기 위해, 하기의 매개 변수 변화에 따른 주파수 응답특성 관찰 작업이 수행되었다.

[0016] 우선, 두 개의 공진점의 구축과 윗면과 바닥 금속 라인에 의한 공진점들의 제어 가능성을 살펴보아야 한다. 도 2(a)에서 보여지는 것처럼, 1 mm 부터 2 mm 까지 변화하는 L4 를 가진 바닥 금속 라인은 고주파 공진을 제어할 수 있다. 도 2(b)에서, 낮은 공진 주파수는 1 mm 부터 2.5 mm 범위의 L7을 가진 윗면 금속 라인에 의해 변화한다. 기하학적 매개변수의 민감도 관찰 후, AL, AW, AH, L1, L2, L3, L4, L5, L6, L7, w1, g1, g2, gW, gL 각각 13.5mm, 6mm, 2.3mm, 6.9mm, 8.5mm, 2mm, 1mm, 5.15mm, 2.8mm, 1.8mm, 0.8mm, 0.2mm, 0.2mm, 2.5mm, 8.5mm 인 것으로 1차적인 최적의 조건이 얻어졌다. 저비용 개발과 높은 실현 가능성을 위해, 모든 유전체는 $\epsilon_r = 4.3$ 와 0.02 손실 탄젠트를 가진 저가의 FR4를 적용하는 것이 바람직하다. 하지만 안테나 성능은 아직 만족스럽지 못하다. 그 이유는 두 개의 공진 주파수가 두드러지게 강하고 서로에게서 멀리 떨어져, 하나의 광대역이 아닌, 두 개의 협소대역이 되기 때문이다. 따라서, sL1, sL2, sL3 을 가진 윗면과 바닥 스테브는 접촉하고 조정된다. 바닥 SRR을 위한 바닥 스테브의 길이가 증가할수록, 고주파 공진점은 2.63 GHz 에서 2.6 GHz 로 떨어진다. 또한, 윗면 스테브는 조심스럽게 다듬어져서 바닥 금속 라인과 좀 더 결합되고, 저주파 공진은 약간 약해지며, 가파른 곡선은 좀 더 완만해 진다. 이것은 도 2(c)에서 관찰되듯이, 앞서 언급한 스테브의 도입과 조정이 분할 공진 주파수를 전보다 더 가깝게 하고, 대역폭은 더 넓어진다. 그리고 윗면과 바닥 스테브를 위해, 3.9mm, 2.9mm, 3mm 가 각각 sL1, sL2, sL3 에 선택된다. 도 2(c)를 보면, 대역폭은 250 MHz 보다 아주 조금 더 크다. 이것은 중심 주파수에 튜닝되는 두 개 방사체형 MIMO 안테나 설계 단계에서 마무리된다.

[0017] 반사 손실뿐만 아니라, 본 발명에 따른 방사 소자의 또 다른 특징은 ZOR 현상이다. 예상대로, 전계의 동위상 (in-phase) 벡터 및 조밀한 Flux가 목표 주파수 대역에서 생성되고 도 2(d) 에서 관찰된다. 이것은 파장의 0.034배에 불과한 소형 방사 구조로서도 0 dBi를 넘는 안테나 이득을 가지는데 중요한 역할을 하고, 이는 뒤에 설명될 전자파 방사 테스트에 의해 확인될 것이다. 본 발명에 따른 단일 방사 소자는 MIMO 통신 장치를 위한 두 개의 방사체로 활용된다.

[0018] 본 발명에 따른 안테나의 구조는 실질적으로 크기 축소의 효과를 얻을 수 있으므로 휴대 단말기와 같은 제한된 공간에 적합한 다중 안테나로 확장될 수 있다.

[0019] 도 3은 상기에서 설명한 단일 안테나에 기초하여 본 발명에 따른 MIMO 안테나 구조의 일실시예를 나타내는 도면으로, 본 발명의 실시예에서는 두 개의 소형 0차 공진형 방사 소자들을 포함하도록 구현하였다.

[0020] 도 3(a) 는 두 개의 소형 방사 소자들을 포함한 본 발명에 따른 MIMO 안테나를 도시하며, 도 3(b)에서, mG는 두 개의 0차 공진형 방사 소자들 사이의 거리를 가리키는데, 이는 두 소자들 사이의 격리도를 향상시킨다. m의 최소값만이 10mm 에서 18mm 사이에서 변하며, 다른 기하학적 변수들은 도 3(c)에서와 같이 이전 설계 단계와 동일하다. 또한, 모의 시험 전파 S₁₁ and S₂₁은 도 3(c)에서와 같이 요구되는 대역폭 BW, 중심 주파수 f₀ 및 격리도를 모두 만족시킨다.

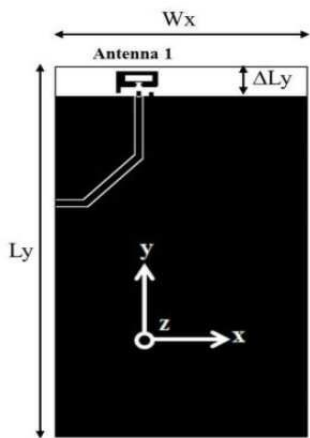
[0021] 본 발명에 따른 0차 공진형 MIMO 안테나의 성능을 확인하기 위한 실험을 실시하였으며, 도 4(a) 에서는, 모의 시험값과 잘 일치하는 S₁₁ and S₂₁ 측정값은 요구구격인 상기 표 1에 잘 부합한다. 또한, 도 4(b)와 (c)에 도시된 바와 같이, 방사 특징들은 원거리장 패턴에 있어서 모의시험 예측값과 시험값이 잘 일치함을 보여준다. 여기서, 대역폭에 걸쳐 평균적으로 이득은 1.5 dBi 이상이며 효율은 45% 이상으로 이는 복잡한 레이아웃을 갖는 이동 통신 단말기에 적합함을 의미한다.

[0022] 이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명에 따른 0차 공진형 MIMO 안테나는 소형 방사 구조로 총 길이가 0.11λg 보다 짧아 단말기 탑재형 LTE 이동통신에 적합하며, 대역폭 및 높은 격리도가 크게 향상된 것을 확인할 수 있다. 이 방사체들은 초소형이므로, 두 개만이 아닌 네 개의 방사체를 가지는 도 5와 같은 우수한 안테나 성능을 가지는 플랫폼으로 구성가능하며 더 높은 집적도의 MIMO로 확장가능하다.

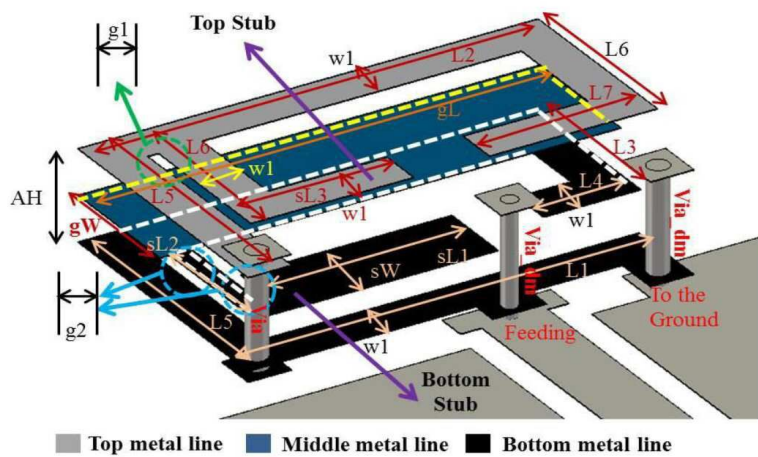
[0023] 이상 본 발명의 실시예로 설명하였으나 본 발명의 기술적 사상이 상기 실시예로 한정되는 것은 아니며, 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범주에서 다양한 증가된 대역폭 및 증가된 격리도를 갖는 0차 공진형 MIMO 안테나로 구현할 수 있다.

도면

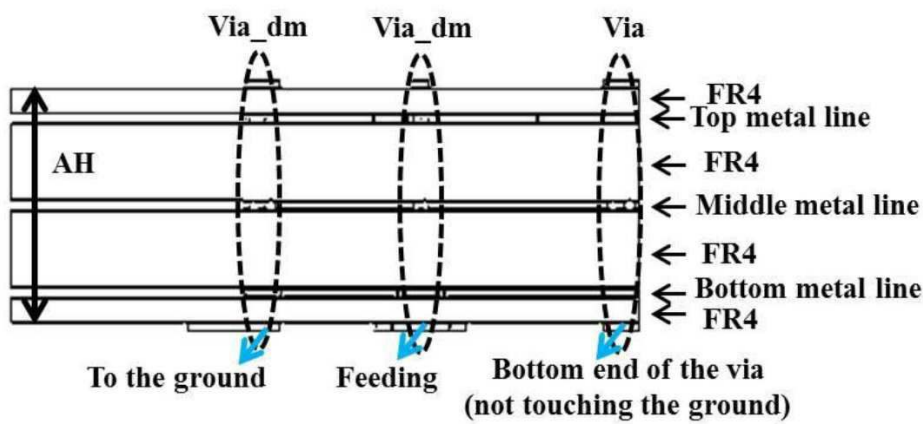
도면1a



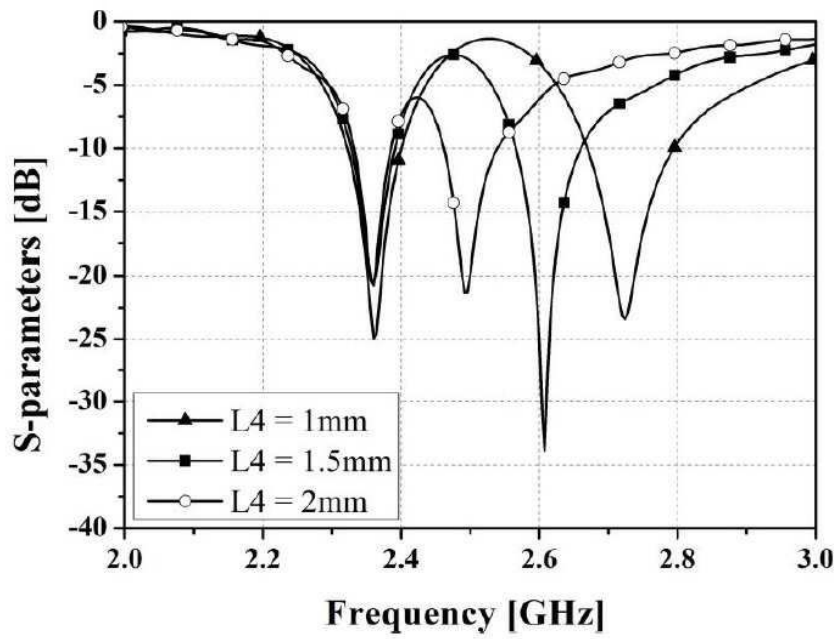
도면1b



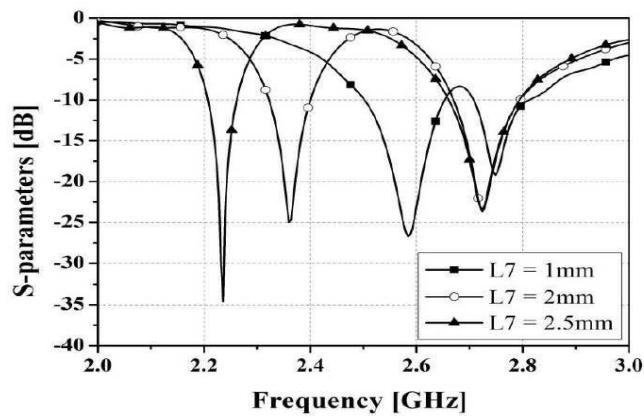
도면1c



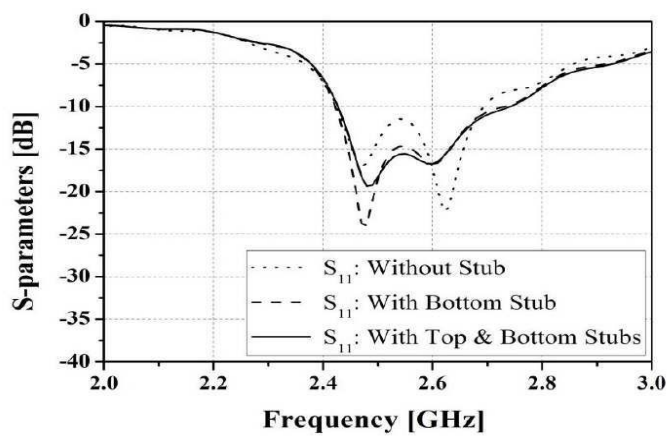
도면2a



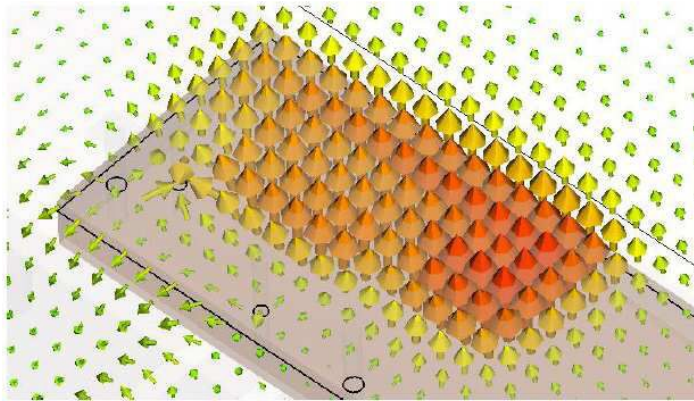
도면2b



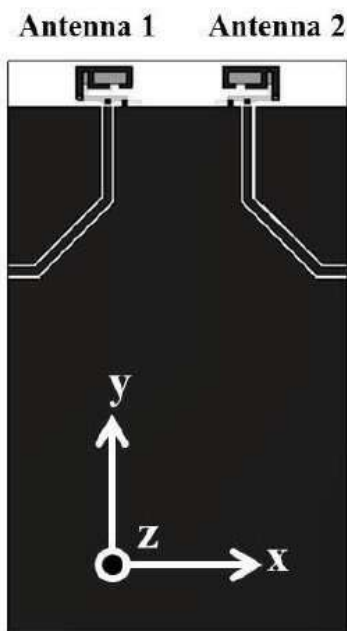
도면2c



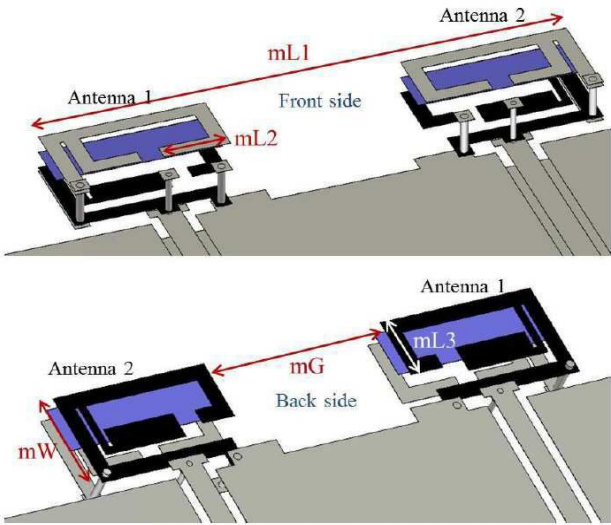
도면2d



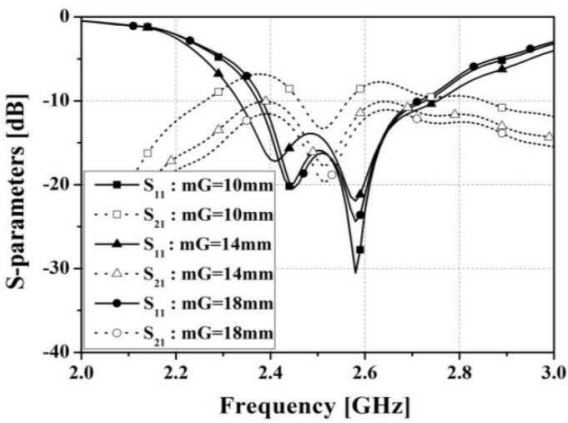
도면3a



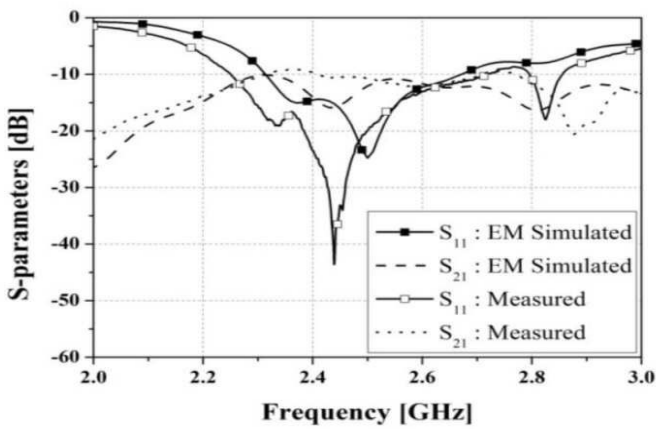
도면3b



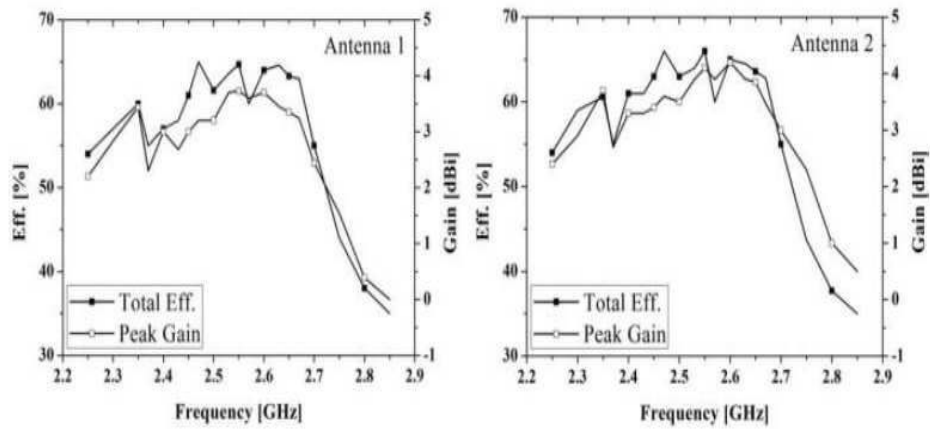
도면3c



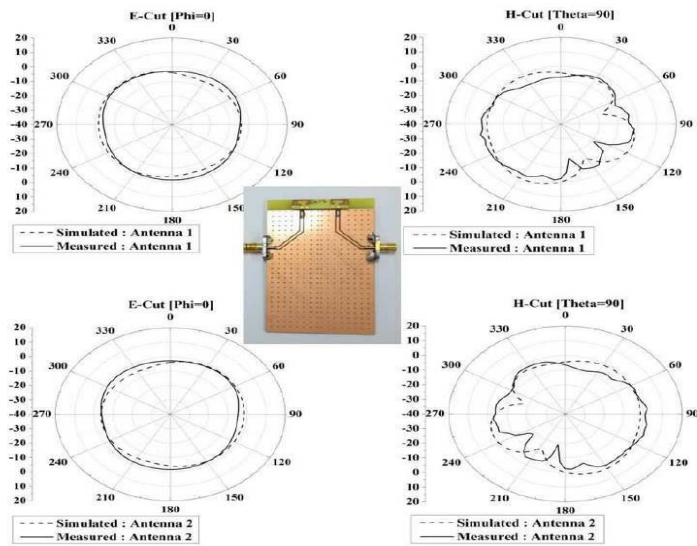
도면4a



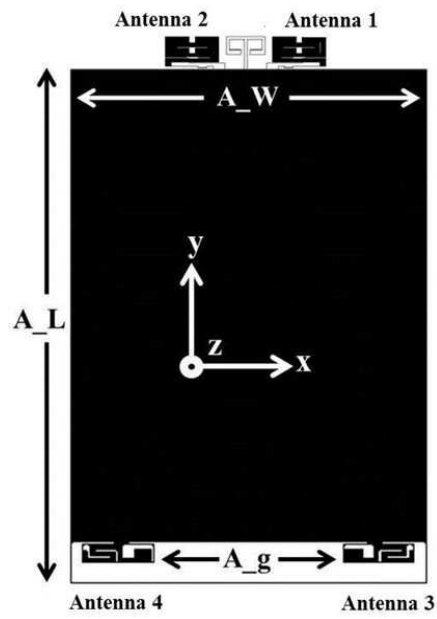
도면4b



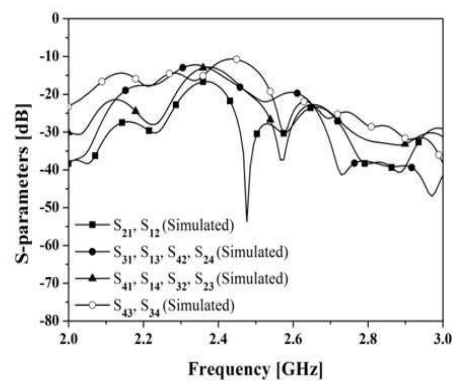
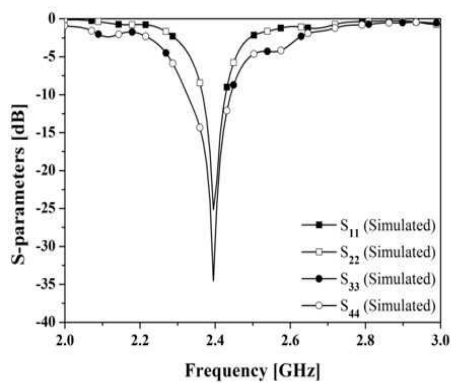
도면4c



도면5a



도면5b



도면5c

