

이중 LTE 대역의 MIMO 안테나 설계

최 원 상*, 이 홍 민**

Design of Dual LTE-band MIMO Antenna

Won-Sang Choi*, Hong-Min Lee**

요 약

본 논문에서는 이중 LTE 대역의 MIMO 안테나를 제안하였다. 제안된 안테나는 FR-4 기판 ($\epsilon_r=4.4$, 두께 = 0.8 mm)의 윗 면에 설계되어졌다. 제안된 구조는 안테나의 소형화를 위하여 미앤더 구조와 폴디드 구조가 적용된 PIFA 형태로 설계되었으며, 두개의 안테나를 공통 접지면 상단에 대칭으로 위치시키고 접지면에 두 개의 슬릿을 부설하여 이중 LTE 대역에서 격리도를 향상시켰다. 제작된 안테나의 측정결과 LTE 13 (0.748 GHz ~ 0.787 GHz)과 LTE 7 (2.5 GHz ~ 2.69 GHz)대역을 동시에 만족시키며 두 안테나 사이의 격리도는 LTE 13과 LTE 7 대역에서 각각 -18 dB, -13 dB를 나타내었다. LTE 13대역에서 평균 이득과 효율은 각각 -4.1 dBi, 41%이고, LTE 7대역에서는 -1 dBi, 81% 값을 나타내었다. 따라서 제안된 안테나는 LTE 시스템에 적용될 수 있을 것으로 사료된다.

Key Words : MIMO, LTE, Isolation, Wireless communication system, Antenna.

ABSTRACT

In the paper, MIMO antenna for LTE 13 band, LTE 7 band wireless communication service is proposed. The proposed antenna is designed where on the top of FR-4($\epsilon_r = 4.4$, thickness=0.8mm). In proposed structure, two Planar Inverted F Antennas (PIFAs) using meander and folded structure are symmetrically designed for the miniaturization. The isolation between two antennas was also improved by using two slits on the ground plane. The isolation values of the fabricated antenna exhibits -18 dB, -13dB at LTE 13 and LTE 7 band, respectively. The average gain and efficiency are -4.1 dBi, 41% on LTE 13 band, -1 dBi, 81% on LTE 7 band, respectively. Thus the proposed antenna can be applied to the LTE system.

1. 서 론

현재 저가격의 고속 무선 데이터 서비스를 제공

하기 위하여 2세대 이동통신 GSM, 3세대 이동통신 WCDMA 망의 후속인 4세대 이동통신 기술에 가장 근접한 LTE (Long Term Evolution) 기술이

* 경기대학교 전자공학과 석사과정

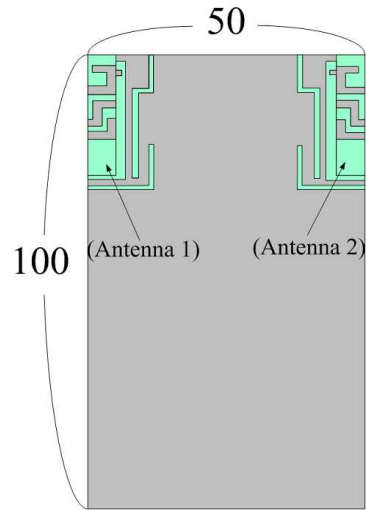
** 교신저자: 경기대학교 전자공학과 교수 (hmlee@kyonggi.ac.kr)

접수일자 : 2011년 01월 05일, 수정일자 : 2011년 01월 30일, 심사완료일자 : 2011년 02월 04일

대두되고 있다. LTE 기술은 무척 빨리 발전하고 있는 곧 상용화될 미래 통신기술 중의 하나이다. 기존의 LTE 안테나는 MIMO 형태로 설계함으로써 단일 대역과 그 격리도 향상에 관한 연구가 많이 이루어 졌다[1-3]. 그러나 이러한 기존의 연구들은 다중대역을 만족시키지 못하고 있거나 격리도를 향상시키기 위한 연장 선로 (suspended line)의 설계에 의한 불필요한 면적이 늘어나 안테나 모듈을 올리기 위한 공간이 줄어든 단점을 가지고 있다. 따라서 본 연구에서는 위에 제시한 논문들의 단점들을 개선하고 모바일 안테나의 적용을 위한 이중 LTE 대역을 구현함과 동시에 이중 대역 MIMO 안테나의 격리도를 향상시키는 구조를 새롭게 제안한다. 제안된 안테나 설계는 CST사의 MWS를 이용하여 모의실험 되었다[4].

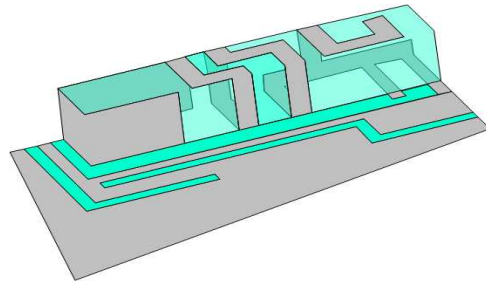
II. 안테나 구조 및 설계

그림 1 (a)에 제안된 안테나를 나타내었다. 접지면을 포함한 전체 크기는 50 mm ×100 mm이고 안테나 방사 소자의 크기는 각각 5 mm × 26.5 mm × 4.8 mm이다. 제안된 안테나는 FR-4 ($\epsilon_r=4.4$, 두께= 0.8 mm) 기판위에 설계되었다. 안테나의 급전에는 50 옴의 wire 포트 급전을 이용하였다. 그림 1 (b), (c)에 나타낸바와 같이 두 개의 안테나 1, 2는 서로 대칭적으로 위치시켰으며, 동일한 크기를 갖는 안테나로 설계되어졌으며 두 개의 개방 슬롯을 안테나 부근에 형성시켜 안테나 사이의 격리도를 향상 시키었다. 그림 1 (d)에 안테나 방사체 부분의 상세 치수를 나타내었다.

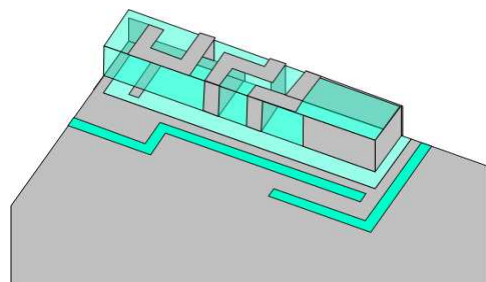


단위 : mm

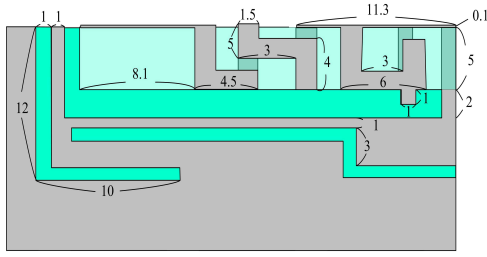
(a) 윗면
(a) Top view



(b) 옆면 (안테나 1)
(b) Side view(antenna 1)



(c) 옆면 (안테나 2)
(c) Side view(antenna 2)



(d) 안테나의 상세치수
 (d) Geometry of the proposed antenna
 그림 1. 제안된 안테나의 구조
 Fig. 1. The proposed antenna structure

안테나의 소형화를 위해서 폴디드 구조와 미엔더 구조 등을 결합한 PIFA 형태로 설계되었다. 또한 안테나 간의 전자기 결합을 최소화시키기 위하여 LTE 13 대역과 LTE 7 대역에서 $\lambda/4$ 의 길이를 갖는 두 개의 개방 슬릿을 사용을 형성시켰었다. 이들 슬릿은 해당 주파수 대역에서 저지 대역 특성을 나타내므로 두 안테나 사이의 격리도 향상을 나타내게 된다.

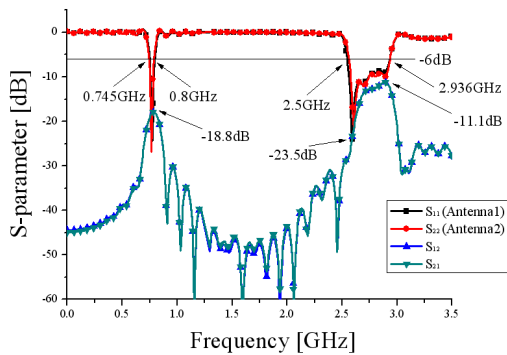
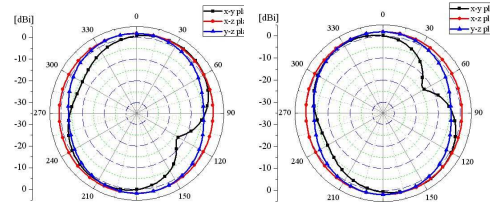


그림 2. 제안된 안테나의 반사손실 및 격리도
 Fig. 2. Simulated isolation and return loss of the proposed antenna

그림 2에 설계된 안테나의 S - parameter 특성을 나타내었다. 모의실험 결과, LTE 13 과 LTE 7 대역의 임피던스 대역폭 ($VSWR \leq 3$)은 각각 0.76 GHz (0.745 ~ 0.8 GHz), 2.56 GHz (2.5 ~ 2.936 GHz)으로 나타났으며 안테나 사이의 격리도는 LTE 13, LTE 7 대역에서 각각 -18

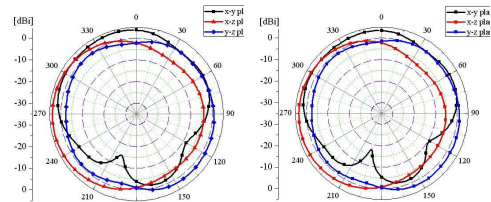
dB, -23.5 dB로 나타나 본 연구에서 제안한 조건을 모두 만족시킴을 확인하였다. 제안된 안테나의 모의 실험되어진 방사패턴 결과를 그림 3, 4에 나타내었다.



(a) 안테나 1 (a) Antenna 1
 (a) 안테나 2 (b) Antenna 2

그림 3. LTE13 대역에서의 방사패턴 (0.76 GHz)

Fig. 3. Simulated radiation patterns at LTE 13 band



(a) 안테나 1 (a) Antenna 1
 (a) 안테나 2 (b) Antenna 2

그림 4. LTE7 대역에서의 방사패턴(2.6 GHz)
 Fig. 4. Simulated radiation patterns at LTE7 band

안테나 1에서 LTE 13대역의 평균 이득은 - 0.44 dBi, 효율은 58%이고, LTE 7대역의 평균 이득은 3.67 dBi, 효율은 89.1%이다. 그리고 안테나 2에서 LTE 13 대역의 평균 이득은 - 0.92 dBi, 효율은 51.52%이고 LTE 7대역에서의 평균 이득은 3.36 dBi이고, 효율은 92%이다. 그림 5와 그림 6에는 제안된 안테나의 모의실험된 전류분포를 나타내었다. 입력 신호가 인가된 안테나 부근에 놓여진 개방 슬릿에 전류가 강하게 유도되어지고 있으므로 입력 신호가 인가되지 않은 반대편에 있는 안테나에 유도되는 전류의 크기는 미약하게 나타나므로 두 안테나 사이의 격리도가 향상됨을 알 수 있다.

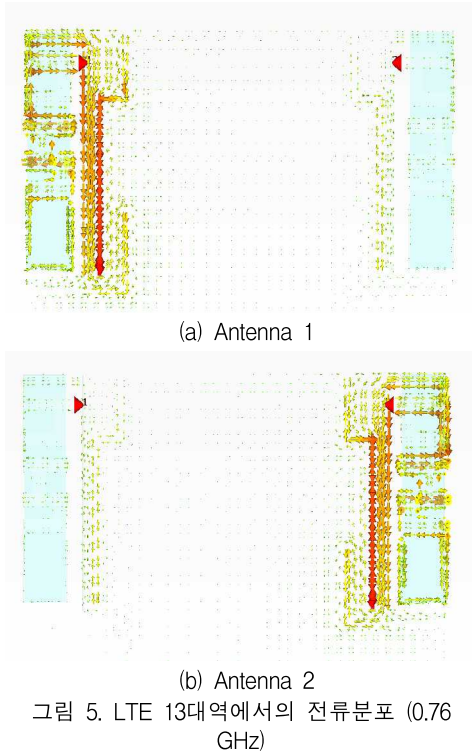


그림 5. LTE 13대역에서의 전류분포 (0.76 GHz)
Fig. 5. Surface current distribution at 0.76 GHz

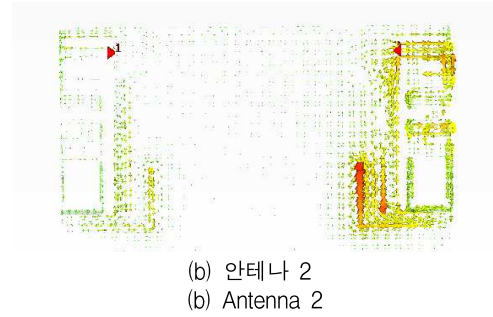
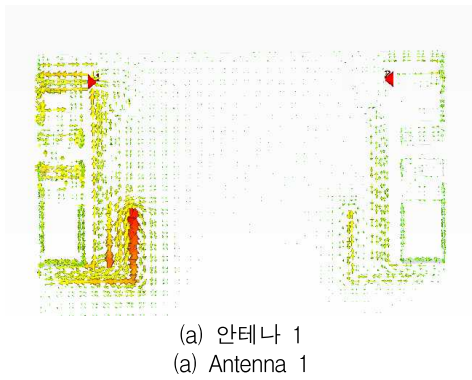
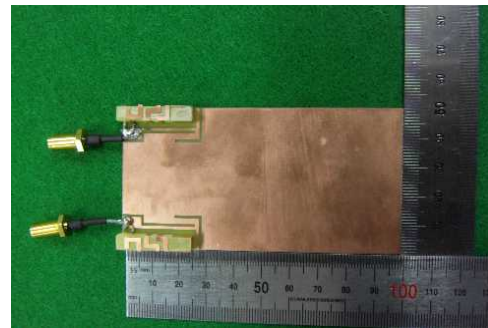


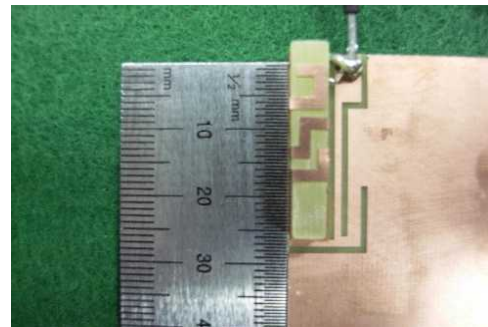
그림 6. LTE 7 대역에서의 전류분포 (2.6 GHz)
Fig. 6. Surface current distribution at 2.6 GHz

III. 제안된 안테나의 제작 및 특성

그림 7에 제작된 안테나를 나타내었다. 제작된 안테나는 wire 포트 급전으로 실제 모바일 기기 등에서 사용하는 급전하는 방법을 적용하였다.



(a) 안테나(그라운드포함)
(a) The fabricated antenna with a ground plane



(b) 안테나 및 슬릿
(b) Antenna with two slits

그림 7. 제작된 안테나
Fig. 7. The photographs of the fabricated antenna

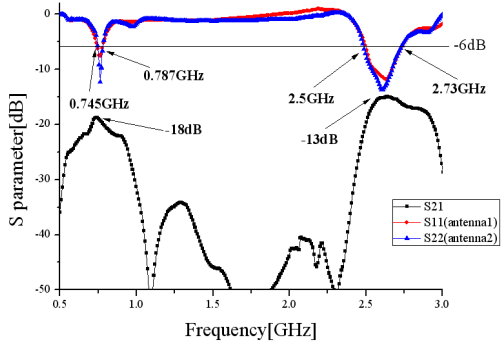
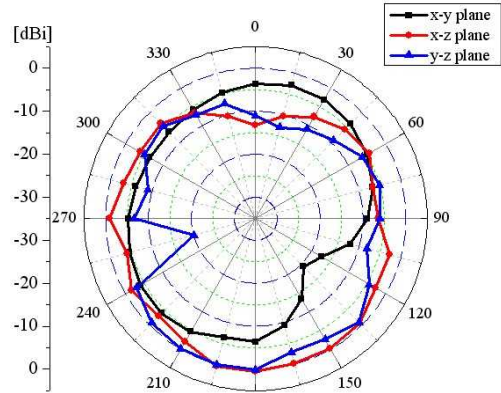


그림 8. 제작된 안테나의 반사손실 및 격리도 (측정값)

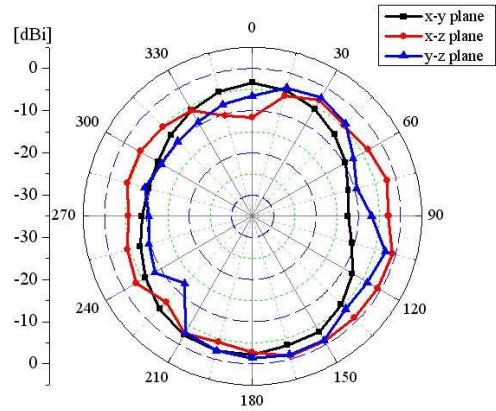
Fig. 8. Measured isolation and return loss of the proposed antenna

그림 8에 제작된 안테나의 S - parameter 측정값을 나타내었다. LTE 13대역과 LTE 7대역에서 임피던스 대역폭($VSWR \leq 3$)은 각각 0.76 GHz (0.745 ~ 0.787 GHz), 2.63 GHz (2.5 ~ 2.73 GHz)로 나타났으며, 안테나 사이의 격리도는 각각의 대역에서 -18 dB, -13 dB의 값을 나타내었다. 측정 결과는 그림 2에 나타난 모의실험 결과와 비슷한 특성을 나타냄을 확인하였다.

제작된 안테나의 측정되어진 방사패턴 결과를 그림 7과 그림 8에 나타내었다. 위의 측정된 방사패턴 결과는 모의실험 결과와 비슷한 거의 무지향성 방사 특성을 나타내었다. 안테나 1에서 LTE 13대역의 평균이득은 - 4.1 dBi, 효율은 41.2%, LTE 7대역의 평균이득은 - 0.9 dBi, 효율은 81.21%로 나타났다. 안테나 2에서 LTE 13대역의 평균이득은 - 4.2 dBi, 효율은 40.8%, LTE 7대역에서의 평균이득은 -1.05 dBi이고, 효율은 80.45%를 나타내었다.



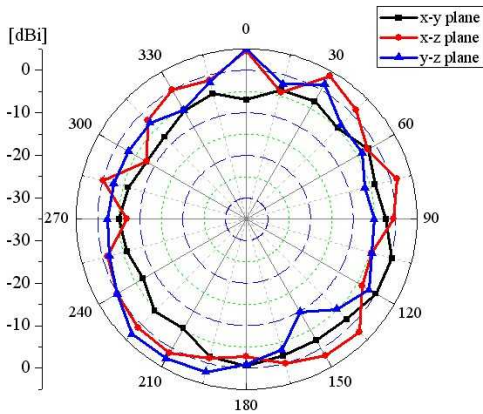
(a) 안테나 1
(a) Antenna 1



(b) 안테나 2
(b) Antenna 2

그림 9. LTE 13 대역에서 안테나의 방사패턴 (0.76 GHz)

Fig. 9. Measured radiation patterns at LTE 13 band



(b) 안테나 2
(b) Antenna 2

그림 10. LTE 7 대역에서 안테나의 방사패턴 (2.6GHz)

Fig. 10. Measured radiation patterns at LTE 7 band

IV. 결론

본 연구에서는 LTE 13과 LTE 7 대역을 동시에 만족시키는 이중 LTE 대역 MIMO 안테나를 제안하였다. 제안된 안테나는 저자세의 크기를 갖으며 동시에 이중 LTE 대역을 만족시켰고 값이 비교적 저렴한 FR-4 기판을 이용하여 설계되었다. 제작된 안테나는 목표로 정한 LTE 13대역과 LTE 7대역을 모두 만족시키며 국제 기준을 만족시키는 격리도 값을 갖으며 LTE 13 대역 (0.746 GHz ~ 0.787 GHz)에서 약 41%, LTE 7 대역 (2.5 GHz ~ 2.69 GHz)에서 약 81%의 비교적 양호한 효율 값을 갖음을 확인하였다. 따라서 제작된 안테나는 앞으로 상용될 4G 이동통신 기술인 LTE 시스템에 유용하게 적용될 수 있을 것으로 사료된다.

후 기

본 연구는 경기도에서 지원하는 경기도지역협력 연구센터사업의 결과로 수행되었습니다.

참 고 문 헌

- [1] M. G. Kim, "On Recent Industry Activities for 3GPP Long Term Evolution (LTE) toward the Next Generation Mobile Communication Markets", 대한전자공학회 하계종합학술대회, 31권 1호, 2008.
- [2] J. S. Cho. W. Kim, "A Frequency Reconfigurable Multi-port Antenna Operating over LTE, GSM, DCS, and PCS bands.", Antennas and Propagation Society International Symposium, 2009. pp. 1-4, June, 2009.
- [3] R. A. Bhatti, S. G. Yi, S. O. Park, "Compact antenna Array with Port Decoupling for LTE-Standardized Mobile Phones", Antennas and Wireless Propagation Letters, vol. 8, pp. 1430-1433, Jan. 2010.
- [4] G. B. Park, M. C. Kim, T. S. Yang, J. H. Byun, A. S. Kim, "The Compact Quad-band Mobile Handset Antenna for the LTE 700 MIMO Application", Antennas and Propagation Society International Symposium, 2009, pp. 1-4, June 2009.
- [5] S. C. Chen, Y. S. Wang, S. J. Chung, "A Decoupling Technique for Increasing the Port Isolation Between Two Strongly Coupled Antennas", IEEE Trans, Vol. 56, pp. 3650-3658, Dec. 2008.
- [6] Y. S. Jeong, S. H. Lee, J. H. Yoon, W. Y. Lee, W. Y. Choi, Y. J. Yoon, "Internal Mobile Antenna for LTE, GSM850, GSM900, PCS1900, WiMAX, WLAN.", Radio and Wireless Symposium (RWS), pp. 559-562, Jan. 2010.
- [7] M. S. Han, J. H. Choi, "MIMO Antenna using a Decoupling Network for Next

Generation Mobile Application”, Communications and Information Technology, pp. 568-571, Dec. 2009.

[8] S. J. Hong, J. W. Lee, J. H. Choi, “Design of UWB Diversity Antenna for PDA Applications”, Advanced Communication Technology, 2008. Vol. 1, pp. 583 - 585, Feb. 2008.

[9] C. Y. Lui, Y. S. Wang, S. J. Chung, “Two nearby dual-band antennas with high port isolation”, Antennas and Propagation Society International Symposium, pp. 1-4, July 2008.

저자약력

최 원 상(Won-Sang Choi)

정회원



2011년 2월 : 경기대학교 전자
공학과 졸업

2011년 3월~현재 : 경기대학교
전자공학과 석사과정

<관심분야> 전자공학, 통신공학, RF 공학

이 흥 민 (Hong-Min Lee)

평생회원



1972년 2월 : 연세대학교 전기
공학과 (공학사)

1974년 2월 : 연세대학교 전자
공학과 (공학석사)

1990년 8월 : 연세대학교 전자
공학과 (공학박사)

1991년 3월~현재 : 경기대학교
전자공학과 교수

<관심분야> 안테나 설계 및 해석, RF
수동소자, Metamaterial