

두 개의 슬롯을 이용한 단말기용 다중대역 내장형 안테나*

An internal multi-band antenna for mobile handset using two slots

안 상 권*
(Sang-Kwon Ahn)

최 선 호*
(Sunho Choi)

곽 경 섭**
(Kyung-Sup Kwak)

요 약

본 논문에서는 LTE 700, GSM 850, GSM 900, GSM 1800, GSM 1900, UMTS 대역에서 동작 가능한 안테나를 설계 제작하였다. 작은 크기의 안테나로 광대역 특성을 얻기 위해 다중대역 모노폴 안테나를 기반으로 커플링 구조를 사용하였고 두 개의 slot을 삽입하여 hexa-band 대역폭 특성을 구현하였다. 시뮬레이션에 의한 최적화된 파라미터를 가지고 제작하였고 제작된 안테나는 VSWR \leq 3:1에서 Low 주파수대역 410MHz 대역폭 (0.688-1.098GHz)과 High 주파수대역 643MHz 대역폭 (1.607-2.250GHz)이 측정되어 hexa-band(0.698-0.960GHz, 1.710-2.170GHz) 대역폭을 만족하고 높은 이득 (-0.52-4.68dBi) 및 전방향성 (Omni-directional) 방사 패턴을 얻었다.

핵심어 : 다중대역, 마이크로스트립, 모노폴, 슬롯, 모바일

ABSTRACT

This paper describes the design, fabrication, and measurement of a compact hexa-band coupling antenna for 4G mobile handset using a small element with two slots. In order to obtain sufficient bandwidth (LTE700, GSM850, GSM900, GSM1800, GSM1900, UMTS) with a Voltage Standing Wave Ratio (VSWR) \leq 3:1, two slots are inserted in the small element, and coupling patch is used. The measured result of the fabricated antenna provides 410MHz bandwidth form 0.688 to 1.098GHz and 643 MHz bandwidth form 1.607 to 2.250GHz (\leq VSWR 3:1) with the gain ranging from -0.52 to 4.68 dBi. Also, a good radiation pattern is achieved within the hexa-band (0.698-0.960GHz and 1.710-2.170GHz) range.

Key words : multi-band, microstrip, LTE, two slots, mobile

I. 서 론

최근 모바일 단말기는 사용자의 요구에 따라 다

양한 서비스를 제공하며 발전하고 있으며 5세대에 대한 국제적인 논의가 이루어지고 있다. 세대가 거듭할수록 통신기능 이외의 여러 가지 다양한 서비

† 본 논문은 인하대학교의 지원에 의하여 이루어짐.

* 주저자 : 인하대학교 일반대학원 박사과정

** 공저자 및 교신저자 : 인하대학교 정보통신공학부 교수

† 논문접수일 : 2014년 01월 02일

† 논문심사일 : 2014년 01월 23일

† 게재확정일 : 2014년 02월 02일

스가 하나의 통신 기기에 집약되고 있고 얇고 작은 모양의 디자인이 각광받고 있어 최근 다기능 및 고도화 기능을 갖춘 얇고 작은 모양의 개인 휴대용 통신기기가 요구되고 있다. 이에 따라 무선이동통신 시스템 통신기기에 알맞은 얇고 작은 모양의 다중대역 안테나의 개발이 필요하다.

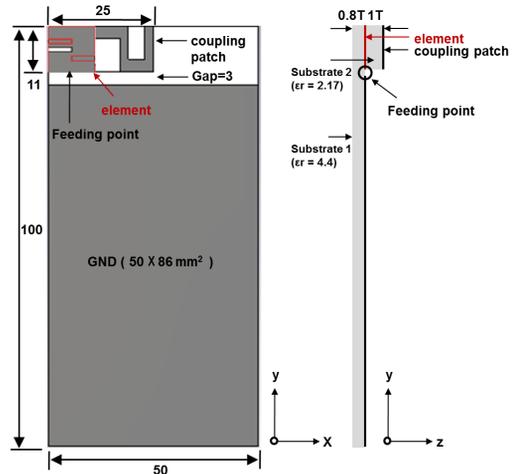
현재 개인 스마트 휴대용 통신기기에 적합한 다중대역 안테나로는 역-F (inverted-F)[1-3], 평면 모노폴 다중대역 안테나[4-6]등이 연구되었다. 역-F (inverted-F)는 소형 및 경량이면서 제작이 쉽고 안테나 특성이 우수하지만 안테나의 높이가 낮아질수록 대역폭이 좁아지는 특성을 갖는 단점이 있다. 특히, 평면 모노폴 다중대역 안테나는 시스템에 비해 작은 크기를 차지하여 회로 기판과 함께 설계 및 제작할 수 있는 장점이 있으나, 4G 모바일 핸드폰을 위한 낮은 주파수(LTE 700)에서는 서비스 대역폭을 충분하게 얻지는 못하였다[4-6]. 하지만 본 논문에서 제안된 안테나는 LTE 700(698-787MHz)을 포함하면서 유사하거나 더 높은 이득을 얻었다.

본 논문에서는 두 개의 슬롯을 이용하여 4G 모바일 핸드폰 (LTE/GSM/UMTS) 을 위한 작은 hexa-band 커플링 안테나를 제안하였다. 광대역 특성을 얻기 위해 두 개의 슬롯을 삽입하였고 커플링 패치를 이용하여 LTE 700 (698-787 MHz), GSM 850 (824-894 MHz), GSM 900 (880-960 MHz), GSM 1800 (1710-1880 MHz), GSM 1900 (1850-1990 MHz) 그리고 UMTS (1920-2170 MHz)에 만족하는 대역폭을 확보하였다. 제안된 안테나의 VSWR, 방사패턴 그리고 안테나 이득에 대한 시뮬레이션 및 실제 측정 결과를 II절에 기술하였고, III절에 결론을 맺었다.

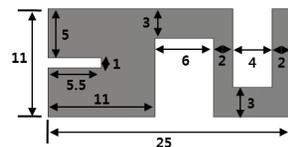
II. 안테나 제작 및 측정 결과

본 논문은 4G 휴대 단말기를 위한 hexa-band 대역에 사용가능한 커플링 안테나에 대하여 설계 및 제작 하였다. 그림 1은 CST사의 MWS 시뮬레이터를 이용하여 안테나 전체 구조를 나타냈다. 제안한 안테나는 작은 두 개의 슬롯을 삽입하고 커플링 패치를 이용하여 hexa-band (LTE700, GSM850, GSM900,

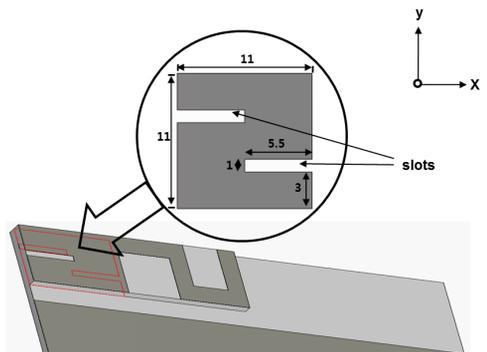
GSM1800, GSM1900, UMTS)대역을 포함하는 0.698-0.960GHz와 1.710-2.170GHz 대역폭을 확보하였다.



〈그림 1〉 제안된 hexa-band 안테나 구조.
〈Fig. 1〉 Geometry of the proposed hexa band antenna (in millimeters).



(a) coupling patch



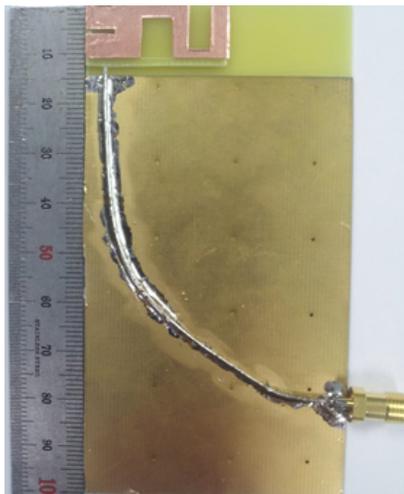
(b) element(in millimeters)

〈그림 2〉 제안된 hexa-band 안테나 메탈 패턴 (a) 커플링패치 (b) 방사패치.

〈Fig. 2〉 Dimension of the metal pattern of the proposed antenna (a) coupling patch (b) element

제안한 안테나는 $\epsilon_r=4.4$, 높이 0.8mm FR4 기판을 모바일 스마트 핸드폰 회로 보드와 같은 크기로 사용하였고 그라운드의 크기는 $50 \times 86\text{mm}^2$, 그라운드가 없는 크기는 $50 \times 12\text{mm}^2$ 이다. 또한 두 개의 슬롯을 갖는 급전 방사패치로서 $11 \times 11\text{mm}^2$ 의 사각 패치가 위치한다. 사각패치 중앙으로 50- Ω 급전부분이 있고 그라운드와 사각패치 사이는 3mm의 공간을 갖는다.

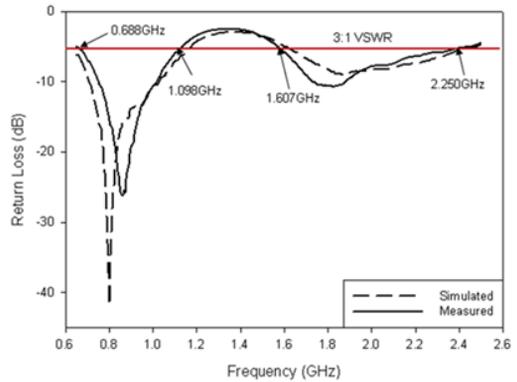
그림 2는 두 개의 슬롯을 갖는 작은 방사패치와 커플링 되는 패치의 사이즈를 나타낸다. 커플링 패치는 테프론 $\epsilon_r=2.17$ (Taconic TLY-5A-0620-C1/C1)인 기판위에서 $25 \times 11\text{mm}^2$ 크기로 방사패치와 커플링 특성을 갖게 된다. 제안한 안테나는 CST사의 MWS 시뮬레이터를 이용하여 안테나 파라미터를 최적화 하였고 그 값으로 설계 및 제작하였다. VSWR는 에이질런트 N5230A 회로망 분석기를 사용하여 측정하였다.



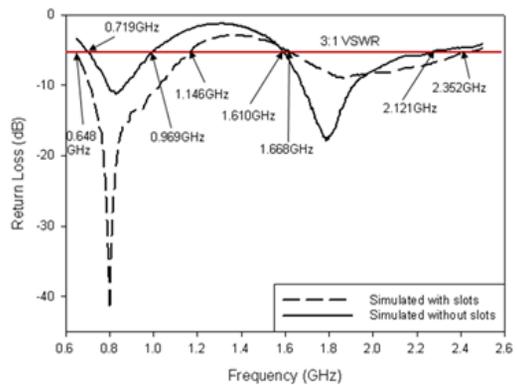
〈그림 3〉 제작된 안테나.
 〈Fig. 3〉 Photograph of the manufactured antenna.

그림 3은 제안한 안테나의 실제 제작된 정면도로서 방사패치 위에 커플링 패치가 위치한 모습을 보이고 있다. 그림 4는 실제 제작된 제안한 안테나의 측정된 값과 시뮬레이션의 반사계수 특성을 나타내었다. 제작한 안테나에서 측정된 주파수 대역은 $VSWR \leq 3:1$ 기준으로 hexa-band (LTE700, GSM850, GSM900, GSM1800, GSM1900, UMTS)대역을 포함

하는 0.698-1.098GHz와 1.607-2.250GHz 대역폭을 확보하였다.

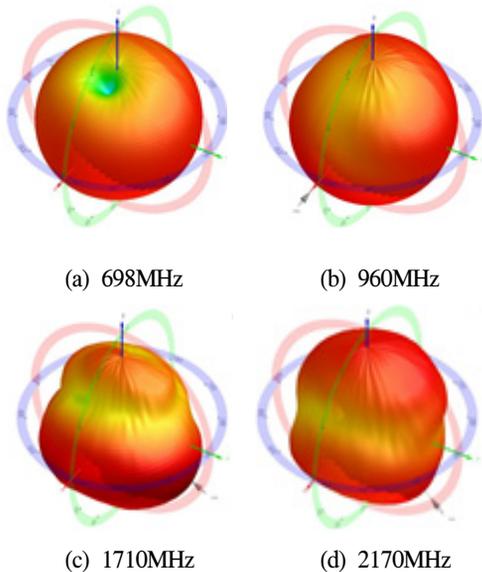


〈그림 4〉 제안된 안테나의 실제 측정값과 시뮬레이션 측정값의 반사계수 비교.
 〈Fig. 4〉 Simulated and measured return loss of the proposed antenna.



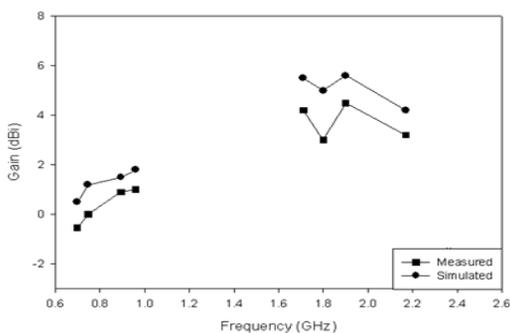
〈그림 5〉 두 개의 슬롯을 방사패치에 삽입할 때와 삽입하지 않았을 때의 시뮬레이션 측정값의 반사계수 비교.
 〈Fig. 5〉 Simulated return loss of the proposed antenna with and without two slots in element.

그림 5는 제안한 안테나의 방사패치에 두 개의 슬롯을 삽입한 경우와 삽입하지 않았을 경우의 시뮬레이션 반사계수를 비교하였다. 방사패치에 두 개의 슬롯을 삽입했을 때 321MHz (0.648-0.969)와 684MHz (1.668-2.352GHz) 대역폭을 만족하는 모습을 보인다.



〈그림 6〉 제안한 안테나의 방사 패턴 (a) 698MHz (b) 960MHz (c) 1710MHz (d) 2170MHz.
 〈Fig. 6〉 Radiation patterns of the proposed antenna (a) 698MHz (b) 960MHz (c) 1710MHz (d) 2170MHz.

그림 6의 (a)-(d)는 698, 960, 1710, 2170 MHz에서의 방사패턴이다. 제안된 안테나는 측정된 모든 대역에서 이동 통신 장치의 내장형 안테나로서 효율적인 전방향성 방사패턴이 측정되었다.



〈그림 7〉 제안한 안테나의 시뮬레이션 결과와 측정값의 이득 비교.
 〈Fig. 7〉 Simulated and measured gain of the proposed antenna.

그림 7은 구현된 안테나의 시뮬레이션 및 측정된 이득을 비교하여 나타내었다. LTE700, GSM850, GSM900 보다 높은 주파수인 GSM1800, GSM1900, UMTS 대역에서 상대적으로 전류가 집중되는 안테나 구조로 되어 있어 높은 이득이 나타난 것으로 판단된다. 안테나 이득의 측정값은 -0.52-4.68dBi의 이득을 얻었다.

III. 결론

본 논문에서는 두 개의 슬롯을 이용한 4G 모바일 단말기용 hexa-band 커플링 안테나를 제안하였다. 그 결과 LTE700, GSM850, GSM900, GSM1800, GSM1900, UMTS를 모두 포함하는 광대역 특성을 얻었다. 제안한 안테나에서 측정된 주파수 대역은 $VSWR \leq 3:1$ 기준으로 hexa-band대역을 포함하는 0.698-1.098GHz와 1.607-2.250GHz로 확인되었다. 또한 4G 스마트 안테나에 적용 가능한 -0.52-4.68dBi의 안테나 이득을 얻었으며 전방향성 (Omni-directional) 방사패턴을 나타내었다. 본 논문에서 제안한 안테나는 hexa-band 안테나로서 특히, LTE 700 대역을 포함하면서 충분한 이득을 구현하였다. 기존 내장형 안테나로 주로 사용되었던 PIFA 형태 보다 작고 얇은 안테나 형태를 지니고 있어 점점 소형 경량화하는 무선통신 단말기에 효과적으로 적용 가능하도록 하였고, 실제 4G 스마트 안테나의 사이즈와 성능이 유사하도록 하였다. 향후 제안된 안테나의 측정결과를 선행연구로 하여 스마트폰에서의 활용가능성을 위해서는 실제 스마트폰에서의 구현 및 실험이 추가적으로 필요하다.

참고 문헌

[1] Y. B. Kwon, J.I. Moon and S. O. Park, "An internal triple-band planar inverted-F antenna", *IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters*, vol. 2, pp.341-344, 2003.

- [2] P. Ciaia, R. Staraj, G. Kossiavas and C. Luxey, "Design of an internal quad-band antenna for mobile phones", *IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters*, vol. 14, no. 4, pp.148-150, April 2004.
- [3] I. Ang, Y. X. Guo and M. Y. W. Chia, "Compact internal quad-band antenna for mobile phones", *Microwave and Optical Technology Letters*, vol. 8, no. 3, pp.217-223, August 2003.
- [4] H. W. Hsieh, Y. C. Lee, K. K. Tiong and J. S. Sun, "Design of a Multiband antenna for mobile handset operations", *IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters*, vol. 8, pp.200-203, 2009.
- [5] J. Gu, X. Zhou, Y. Yang and J. Fang, "A multi-band compact monopole antenna for mobile handsets", in Proc. *Microwave and Millimeter Wave Technology, ICMMT 2008. Int. Conf.*, vol. 3, pp.1092-1094, 2008.
- [6] X. Jing, Z. Du and K. Gong, "Compact planar monopole antenna for multi-band mobile phones", in Proc. *APMC 2005. Asia Pacific Conf.*, vol. 4, 2005.

저자소개



안 상 권 (Ahn, Sang-Kwon)

2011년 4월~현재 : KT(주) 근무
2009년 8월~2011년 3월 : 영국 AIRCOM Int. Senior Consultant
2005년 12월~2009년 7월 : 포스데이타(주) 부장
1998년 11월~2005년 12월 : SK Broadband(주) 과장
1993년 11월~1996년 2월 : 삼성 종합기술원 연구원
2009년 2월 : 인하대학교 대학원 정보공학과 박사 수료
1998년 2월 : 충남대학교 대학원 전기공학과 석사 졸업
1994년 2월 : 충남대학교 전기공학과 학사 졸업
e-mail : spmahn69@gmail.com
연락처 : 032) 864-8935



최 선 호 (Choi, Sunho)

2012년 11월~2013년 10월 : 미국 조지아텍 ATHENA Lab. Post-Dr.
2011년 3월~2012년 10월 : 인하대학교 통신공학연구실 Post-Dr.
2011년 2월 : 인하대학교 대학원 정보공학과 박사 졸업
2007년 2월 : 인하대학교 대학원 정보공학과 석사 졸업
2001년 2월 : 초당대학교 정보통신공학과 학사 졸업
e-mail : shchoi7728@gmail.com
연락처 : 032) 864-8935



곽 경 섭 (Kwak, Kyung-Sup)

2000년 3월~현재 : 인하대학교 정보통신공학부 석좌교수(IFP)
2003년 8월~현재 : 인하대학교 초광대역무선통신연구센터(UWB-ITRC) 센터장
2009년 1월~2009년 12월 : 한국ITS학회 회장
2006년 1월~2006년 12월 : 한국통신학회 회장
2000년 3월~2002년 2월 : 인하대학교 정보통신대학원 원장
1989년 2월~1990년 2월 : 미국 IBM Network Analysis Center 연구원
1988년 2월~1989년 2월 : 미국 Hughes Network System 연구원
1988년 2월 : 미국 UCSD 통신이론 및 시스템(공학박사)
1981년 12월 : 미국 USC 전기공학과(공학석사)
1977년 2월 : 인하대학교 전기공학과(공학사)
e-mail : kskwak@inha.ac.kr
연락처 : 032) 860-7416