JKIICE Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering

한국정보통신학회논문지(J. Korea Inst. Inf. Commun. Eng.) Vol. 19, No. 4 : 772~779 Apr. 2015

재구성 특성을 갖는 다중대역 이동통신 단말기용 안테나의 설계 및 제작

임대수 · 김기래 · 윤중한*

Design of a multi-band antenna for a mobile communication terminal with reconfiguration characteristic

Dae-soo Im · Ki-Rae Kim · Joong-han Yoon*

Department of Electronics Engineering, Silla University, Busan 617-736, Korea

요 약

본 논문에서는 스위칭 선로를 이용한 다중대역 이동통신 단말기용 재구성 안테나를 설계 및 제작하였다. 제안된 안테나는 평면형 스트립선로와 접지면에 단락되는 스터브, 그리고 2개의 스위칭 선로를 구성함으로써 제안된 대역 LTE band 13, GSM, K-PCS, WCDMA대역을 각각 만족하도록 설계하였다. 얻어진 최적화된 수치를 사용하여 제안된 안테나를 제작하였다. 시뮬레이션 결과와 측정결과가 어느 정도 일치하고 있는 데이터를 얻었으며 -6dB 임피던스 대역폭을 기준으로 sw1과 sw2의 상태가 ON일 경우 LTE band 13대역을 또한 sw1의 상태가 off, sw2의 상태가 on일 경우 GSM, K-PCS대역을 만족한다. 마지막으로 sw1과 sw2가 off 될 경우 WCDMA대역을 만족하고 있음을 확인하였다. 그리고 제안된 대역 LTE band 13, GSM, K-PCS대역에서 이득과 방사패턴의 특성을 얻었다.

ABSTRACT

In this paper,a reconfigurable multi-band mobile antenna with switching line for LTE band 13, GSM, K-PCS, WCDMA band. The proposed antenna is planar strip line design and composed of stub shorted to the ground plane and two switching line for proposed band operation. To obtain the optimized parameters, we used the simulator, Using the obtained parameters is fabricated. The numerical and experiment results demonstrated that the proposed antenna satisfied the – 6 dB impedance bandwidth requirement while simultaneously covering when the state of sw1 and sw2 on for LTE band 13, the state of sw1 off and sw2 on for GSM, K-PCS, the state of sw1 off and sw2 off for WCDMA. Respectively and characteristics of gain and radiation patterns are determined for a reconfigurable multi-band mobile terminal.

키워드 : 재구성 안테나, 이동통신 단말기용, 다중대역

Key word : Reconfigurable antenna, Mobile communication terminal, Multi-band

Received 29 December 2014, **Revised** 02 February 2015, **Accepted** 16 February 2015

* **Corresponding Author** Joong Han Yoon(E-mail : jhyoon@silla.ac.kr, Tel : +82-51-999-5875)
Department of Electron Engineering, Silla University, Busan 617-736, Korea

Open Access http://dx.doi.org/10.6109/jkiice.2015.19.4.772 print ISSN: 2234-4772 online ISSN: 2288-4165

ⓒThis is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(http://creativecommons.org/li-censes/by-nc/3.0/) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.
Copyright Ⓒ The Korea Institute of Information and Communication Engineering.

Ⅰ. 서 론

최근 LTE(Long Term Evolution) 기술을 이용한 무선통신 시스템이 상용화되어 다양한 기기에서 사용되어지고 있다. 대부분의 모바일 기기에서 사용하고 있는 LTE 주파수 대역은 3GPP(3rd Generation Partnership Project)에서 발표한 Release 8 표준을 따르고 있다. 이 표준에 의거하여 LTE 주파수 대역은 700 ~ 900 MHz의 하위 대역과 1400 ~ 2700 MHz 사이의 상위 대역으로 다양하게 나뉘어져 있으며 현재 국가별, 통신사별로 사용 중인 LTE 주파수 대역이 다르기 때문에, 따라서 단말기에서 사용하는 각각의 주파수에서 특성을 만족하는 다중밴드 안테나의 설계가 필요하다[1].

그 결과 다중 대역 특성을 만족하기 위하여 slot을 이용한 방법[2-5], 기생패치를 이용한 방법[6-9], 등의 다양한 연구들이 수행되었다. 위의 연구에서는 기본 구조에 slot을 추가하여 커플링을 발생시키고, 이를 통하여 다중밴드 및 대역폭을 확장하는 기술이 소개되었다. 또 다른 다중대역 특성을 만드는 다른 방법으로 기생패치를 추가하는 구조가 있으며, 이를 이용하여 안테나를 설계할 경우 급전부의 변형이 주변 소자들에 영향을 줄 수 있기 때문에 이를 고려하여 설계해야 한다.

최근 휴대폰 환경에서 LCD는 계속해서 커지고 있고, 스마트폰의 디자인문제와 추가 모듈 삽입으로 인해 비접지 평면에 존재하는 안테나 공간이 지속적으로 좁아지고 있다. 따라서 줄어드는 안테나 설계 공간의 한계를 극복하기 위해서 다양한 이동통신 단말기용 다중밴드 안테나에 대한 설계가 이루어지고 있다[10-13].

제한된 비접지평면에서의 안테나 크기를 줄이고 넓은 동작 대역을 포함하기 위해서 새로운 기술이 요구된다. 그것들 중 한 가지가 재구성 안테나 기술이다. 주파수 재구성 안테나는 서로 다른 동작 대역에서 안테나의 물리적 크기를 재사용할 수 있기 때문에 다중 대역 안테나의 물리적인 크기를 줄일 수 있다 따라서 주파수 재구성 기술은 안테나의 크기가 증가하거나 복잡해지는 문제점들을 해결하기 위한 매우 좋은 기술이로 현재까지 이동통신 단말기용 재구성 안테나에 관해 활발히 연구가 진행되고 있다[14-18].

본 논문에서는 재구성 가능한 이동통신 단말기용 내장형 안테나를 설계하고 구현하여 특성을 측정하였다. 제안된 스위칭 선로를 이용하여 3가지 상태로 구분하여 설계하였으며 제안된 재구성안테나의 전산모의실험을 위해 Ansoft사의 HFSS[19]를 사용하였다. 제안된 재구성 안테나는 -6 dB를 기준으로 sw1, sw2가 ON 될 경우 LTE band 13을, sw1-OFF와 sw2-ON 될 경우 GSM, K-PCS을 또한 sw1-ON과 sw2-OFF 될 경우 WCDMA 대역을 각각 포함하도록 설계하였다.

Ⅱ. 본 론

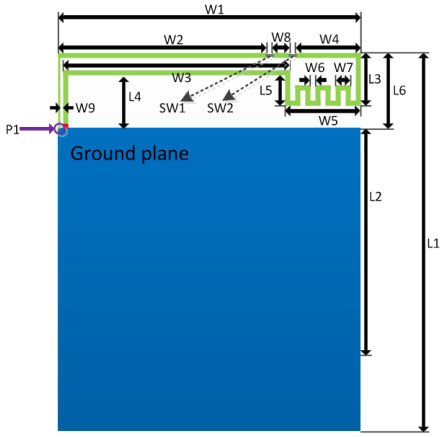


그림 1. 제안된 안테나의 구조
Fig. 1 Structure of proposed

그림 1은 재구성 안테나의 구조를 나타낸 그림이다. 제안된 안테나는 그림 1에서 보는바와 같이 두께 0.8 mm, 유전율 4.4, 손실 탄젠트 0.02를 갖는 120 × 60 mm^2(W1×L1)크기의 FR-4 기판 단면에 제작되었다. 안테나는 15 × 60 mm^2(W1×L6)의 크기를 갖으며 1개의 방사체와 2개의 스위칭 선로로 구성되어 있다. 스위칭 선로의 ON/OFF 상태에 따라서 방사체가 전기적으로 단락되거나 개방되어진다. 안테나를 제외한 나머지 부분은 접지 평면이다. 안테나의 구조는 미앤더라인과 연결되어있는 스트립 라인과 접지면과 단락된 스트립 라인 이용하여 설계하였고, 단순한 설계와 쉬운 분석을 위해 안테나 선로의 폭은 1.0 mm 고정하여 설계되었다.

그림 2는 p1 지점의 마이크로스트립 선로와 접지면 사이의 단락과 개방 변화에 따른 반사손실 특성을 나타낸 그림이다. 그림에서 보는바와 같이 모의실험 결과 마이크로스립 선로와 접지면 사이를 개방시킬 경우 안

테나로의 동작특성을 얻을 수 없었다. 그러나 마이크로스트립 선로와 접지면사이를 단락시킬 경우 -6 dB를 기준으로 720~820 MHz의 대역폭을 얻는 것으로 알 수 있다. 이 결과로 부터 마이크로스트립 선로와 접지면사이를 단락시킬 경우 제안된 주파수 대역 중 LTE band 13(746~787 MHz)을 만족하는 것을 알 수 있다.

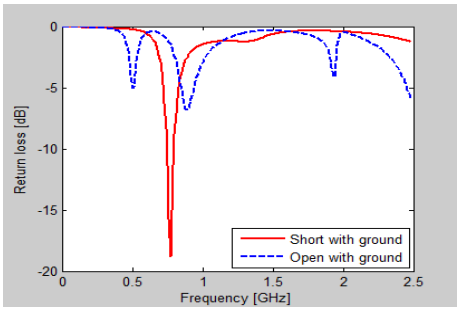


그림 2. 제안된 안테나의 방사체와 접지면과의 단락, 개방에 따른 영향
Fig. 2 Effects of a short or open in the radiation patch and the ground plane of the proposed antenna

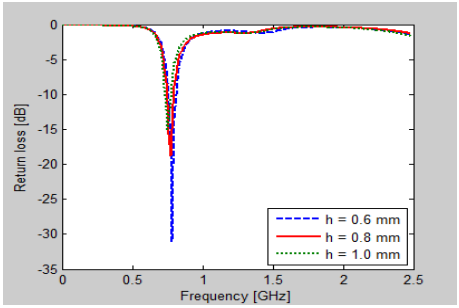


그림 3. 제안된 안테나의 기판 높이에 따른 영향
Fig. 3 Effect of the substrate height of proposed antenna

그림 3은 2개의 스위칭 선로가 모두 ON 상태일 경우의 기판 높이 변화에 따른 반사손실 특성을 나타낸 그림이다. 기판의 높이가 0.6 mm 일 경우 모의실험 반사손실 특성은 좋으나 -6 dB를 기준으로 87 MHz(748~835 MHz)대역폭을 가지므로 제안된 LTE 주파수 대역(746~787 MHz)을 만족하지 않는다. 또한 기판의 높이가 1.0 mm 일 경우 제안된 LTE 주파수 대역을 만족하고 반사손실은 760 MHz에서 -15dB을 얻었다. 그러나 기판의 높이가 0.8 mm일 경우의 반사손실 특성이 기판 높이가 1.0 mm 일 경우보다 -3dB 낮은 -18 dB가 나타나는 것을 알 수 있었다. 따라서 기판의 높이를 0.8 mm로 설정하여 제안된 주파수 대역을 만족하고 충분한 반사손실 특성을 얻었다.

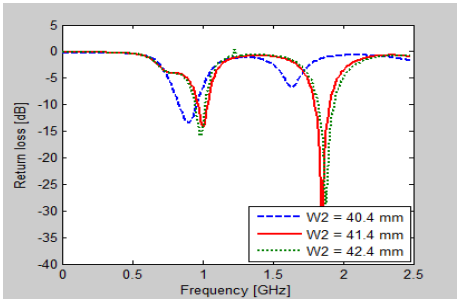


그림 4. 제안된 안테나의 스위칭 선로 위치에 따른 영향
Fig. 4 Effect of the PIN diode position of proposed antenna

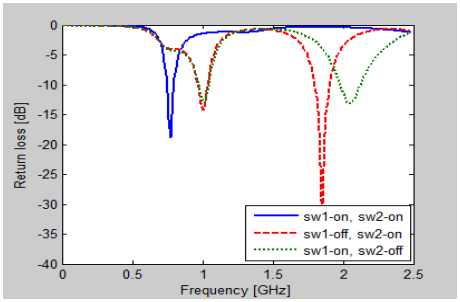


그림 5. 스위칭 선로 변화에 따른 반사손실 영향
Fig. 5 Effect of PIN diode on/off

그림 4는 스위칭 선로의 위치 변화에 따른 주파수 변화를 나타낸 그림이다. 그림에서 보는바와 같이 W2 길이의 변화에 따라 재구성되는 주파수의 변화를 알 수 있다. W2의 길이가 40.4 mm 일 경우 모의실험 결과 -6dB를 기준으로 238 MHz(772~1010 MHz)의 대역폭과 140 MHz의 대역폭(1710~1880 MHz)을 얻었다. 그러나 제안된 GSM/K-PCS 주파수대역(1,850~1,990 MHz)을 만족하지 않는 것으로 알 수 있다. 또한 W2의 길이가 42.4 mm 일 경우 150 MHz(905~1055 MHz)의 대역폭과 200 MHz(1780~1980 MHz)의 대역폭을 얻었으며 충분한 반사손실을 얻었다. 그러나 제안된 주파수범위를 포함하지 않는 것으로 알 수 있다. 따라서 첫 번째 스위칭 선로의 위치 즉 W2의 길이가 41.4 mm 일 경우 제안된 주파수 범위를 만족하고 충분한 반사손실을 얻는 것으로 알 수 있다.

그림 5는 스위칭 선로 변화에 따른 반사손실 영향을 나타낸 그림이다. 상태 1은 2개의 스위칭 선로 상태가 모두 on 일 경우이다. 그리고 상태 2는 1번 스위칭 선로가 off되고 2번 스위칭 선로가 on될 경우를 나타낸다. 또한 상태 3은 2개의 스위칭 선로가 모두 off 된 경우를 나타낸다. 그림에서 보는 바와 같이 상태 1의 경우 -6 dB를 기준으로 70 MHz(740~810 MHz) 대역폭을 얻었다. 그리고 상태 2의 경우 그림에서 보는 바와 같이 -6 dB를 기준으로 145 MHz(920~1065 MHz)의 대역폭과 241 MHz(1760~2001 MHz)의 대역폭을 얻었다. 또한 상태 3의 경우 -6dB를 기준으로 144 MHz(923~1067 MHz)의 대역폭과 300 MHz(1910~2210 MHz)의 대역폭을 얻었다. 그 결과 스위칭 선로의 변화에 따라 제안된 주파수 대역인 LTE band 13(746~787 MHz), GSM/KPCS (1850~1990 MHz), WCDMA (1,910~2,170 MHz) 대역을 만족하는 것을 알 수 있다.

그림 6은 제안된 안테나의 전류밀도 분포를 나타낸 그림이다. 그림 6(a)에서 보는바와 같이 750 MHz 대역에서는 급전선로와 미앤더라인까지의 마이크로스트립 선로에서 전류밀도 분포가 밀집되는 것으로 알 수 있다. 그리고 그림 6(b)는 1790 MHz 에서의 전류밀도 분포를 나타낸 그림이다. 그림에서 보는바와 같이 1번 스위칭 선로가 개방되는 위치에서 전류밀도가 분포가 밀집되는 것을 알 수 있다. 또한 그림 6(c)는 2050 MHz 에서의 전류밀도 분포를 나태는 그림으로 그림에서 보는바와 같이 스위칭 선로가 개방된 위치, 접지면과의 단락된 선로에서 전류밀도가 분포가 밀집되는 것을 알 수 있다. 위에서 언급한 시뮬레이션결과로부터 제안된 안테나의 최적화된 수치는 [표 1]에 나타내었다.

표 1. 제안된 안테나의 최적화된 파라미터 값들
Table. 1 Optimized parameters of value for proposed

parameter	value[mm]	parameter	value[mm]
W1	60.0	W9	0.5
W2	41.4	L1	120.0
W3	45.0	L2	90.0
W4	13.0	L3	10.5
W5	15.0	L4	10.5
W6	1.0	L5	7
W7	3.0	L6	15.0
W8	3.6	h	0.8

Ⅲ. 제작 및 측정

제작된 안테나는 신라대학교 공과대학 공동기기실내에 있는 회로망 분석기(Network Analyzer, Anritsu MS4623B)를 이용하여 반사손실을 측정하였으며 방사패턴은 군포에 위치한 이노링크의 무반사실에서 측정하였다. 그림 7은 제안된 안테나의 반사손실에 대한 시뮬레이션 결과와 실제 제작 후 측정한 결과를 비교하여 나타내었다. 그림에서 알 수 있듯이 시뮬레이션 결과와 측정결과가 약간의 오차가 있으나 두 값이 비슷한 경향을 보이고 있음을 확인 할 수 있다. 이러한 오차는 제작상의 오류라기보다는 기판의 유전율 오차와 시뮬레이션 상에 존재하지 않는 입력포트에 의한 영향 때문인 것으로 판단된다. 측정결과 sw1과 sw2의 상태가 on일 경우 반사손실 -6 dB를 기준으로 100 MHz(720~820 MHz)의 대역폭을 얻었으며 sw1이 off 상태, sw2가 on

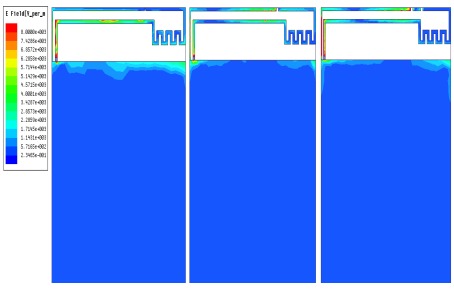


그림 6. 제안된 안테나의 전류밀도 (a) 750 MHz (b) 1790 MHz (c) 2010 MHz
Fig. 6 The current density of proposed antenna (a) 750 MHz (b) 1790 MHz (c) 2010 MHz

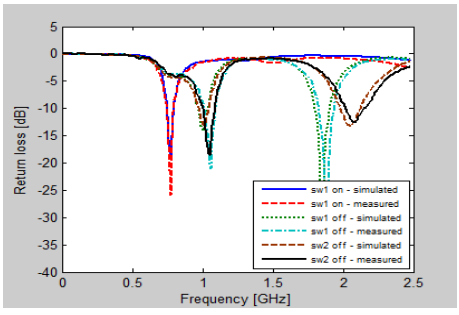
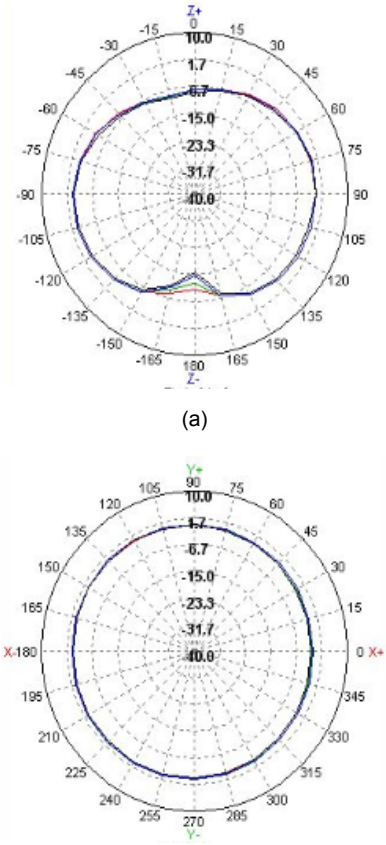
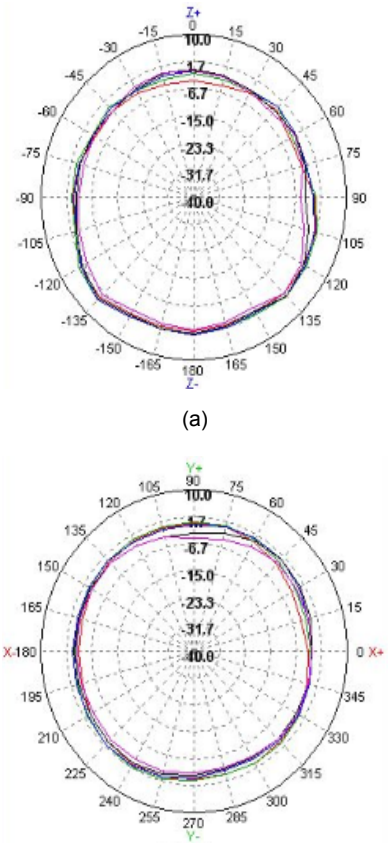


그림 7. 제안된 안테나의 시뮬레이션 결과와 측정된 반사손실
Fig. 7 The measured return loss and simulation results of proposed antenna



(a) (b)

그림 8. 700 MHz 대역의 방사패턴 (a) E면 (b) H면
Fig. 8 radiation pattern of 700 MHz band (a) E-plane (b) H-plane



(a) (b)

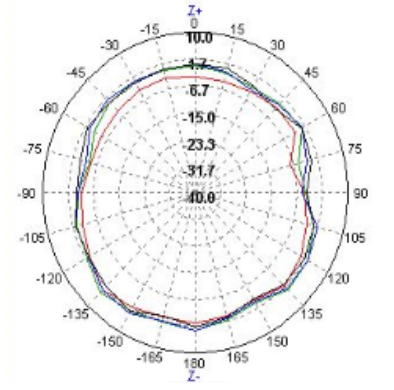
그림 9. 1800 MHz 대역의 방사패턴 (a) E면 (b) H면
Fig. 9 radiation pattern of 1800 MHz band (a) E-plane (b) H-plane

될 경우의 반사손실도 -6 dB를 기준으로 160 MHz (960~1120 MHz)의 대역폭과 200 MHz(1790~1990 MHz)의 대역폭을 얻었으며 또한 sw1이 on 되고 sw2가 off 될 경우도 반사손실 -6 dB를 기준으로 120 MHz (995~1115 MHz)의 대역폭과 350MHz(1910~2260 MHz)의 대역폭을 얻어 본 논문에서 제안된 대역 LTE band 13, GSM 1800, WCDMA대역을 각각 만족하고 있음을 확인하였다.

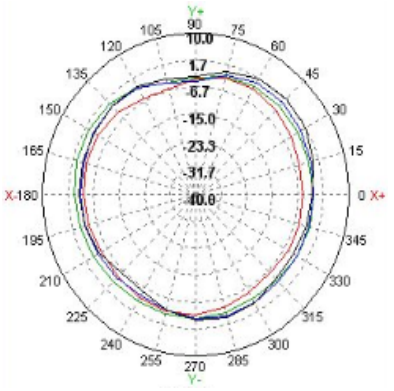
그림 8, 9, 10은 제작된 안테나의 측정된 방사패턴을 나타내고 있다. 그림 8(a), 8(b)는 700 MHz 대역에서 방사패턴을 나타낸 것으로 그림에서 보는 바와 같이 각각의 주파수 750 MHz(빨강), 770 MHz(초록), 790 MHz(파랑), 810 MHz(검정)에서 전형적인 모노폴 안테나의 방사패턴을 나타낸다. 그림 9(a), 9(b)는 1800 MHz 대역에서 방사패턴을 나타낸 것으로 그림에서 보는 바와 같이 각각의 주파수 1760 MHz(빨강), 1810 MHz(초록), 1860 MHz(파랑), 1910 MHz(검정), 1960 MHz(보라)에서 모두 전방향성의 방사패턴을 나타낸다. 그림 10(a), 10(b)는 1900 MHz 대역에서 방사패턴을 나타낸 것으로 그림에서 보는 바와 같이 각각의 주파수 1910 MHz(빨강), 2010 MHz(초록), 2110 MHz(파랑), 2220 MHz(검정)에서 모두 전방향성의 방사패턴을 나타낸다.

그림 11은 WLAN 각 주파수 대역에서의 이득을 나

타내고 있다. 그림 11(a)은 750 MHz 대역, 그림 11(b)은 1800 MHz 대역, 그림 11(c)는 1900 MHz대역에서의 각각 최대이득과 평균이득을 나타내고 있다. 그림 11(a)에서 볼 수 있듯이 750 MHz대역에서 최대이득은 －0.07～0.33 dBi 그리고 평균 이득은 －2.54～-1.98 dBi로 값을 얻었다. 특히 최대이득은 790 MHz에서 0.33 dBi값을 얻었다. 한편 1800 MHz대역에서 이득은 그림11(b)에서 볼 수 있듯이 최대이득은 2.51～4.39 dBi 그리고 평균이득은 －1.96～-0.45 dBi로 값을 얻었다. 또한 그림 11(c)에서 볼 수 있듯이 1900 MHz 대역에서 최대이득은2.85～4.41 dBi 그리고 평균 이득은 －2.74～-0.71 dBi로 값을 얻었다.

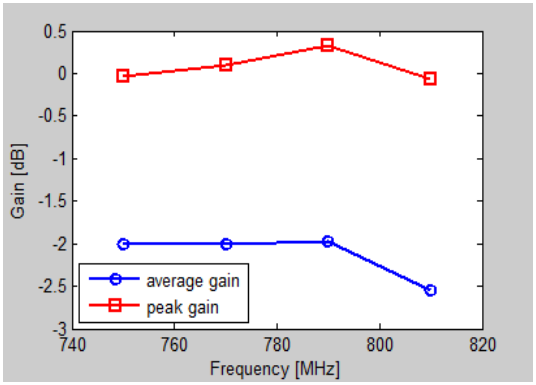


(a)

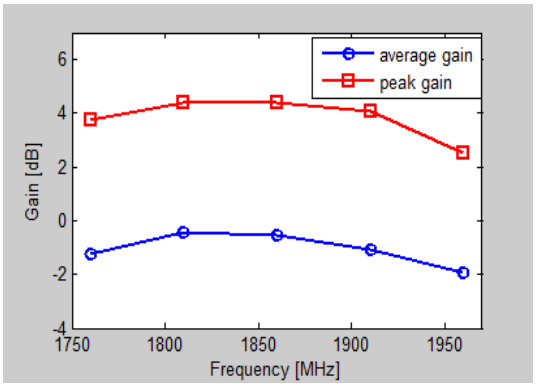


(b)

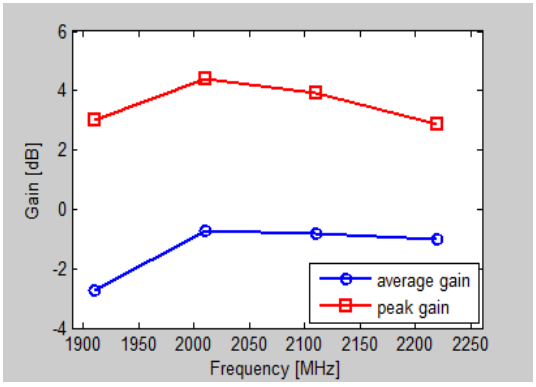
그림 10. 700 MHz 대역의 방사패턴 (a) E면 (b) H면
Fig. 10 radiation pattern of 1900 MHz band (a) E-plane (b) H-plane



(a)



(b)



(c)

그림 11. 제안된 안테나의 최대이득과 평균이득 (a) 750 MHz 대역; (b) 1800 MHz 대역; (c) 1900 MHz 대역
Fig. 11 Measured peak and average gain of the proposed antenna (a) 750 MHz Band; (b) 1800 MHz Band (c) 1900 MHz Band

Ⅳ. 결 론

본 논문에서는 이동통신 단말기에 적용 가능한 재구성 안테나를 설계, 제작 및 측정하였다. 제안된 안테나는 마이크로스트립 선로, 2개의 스위칭 선로 그리고 접지면으로 구성되어 있으며 최적화된 수치를 얻기 위해 상용 툴을 사용하였으며 얻어진 최적화된 수치를 사용하여 제안된 안테나를 제작하였다. 측정결과 700 MHz 대역에서 -6 dB를 기준으로 100 MHz(720~820 MHz)의 대역폭을 얻었으며 -0.07~-0.331 dBi의 이득과 55.68~63.39%의 방사효율 특성을 얻었다. 그리고 1800 MHz 대역에서는 -6dB를 기준으로 200 MHz(1790~1990 MHz)을 얻었으며 2.51~4.38 dBi의 이득과 63.71~90.15%의 방사효율 특성을 얻었다. 또한 2 GHz 대역에서 -6 dB를 기준으로 350 MHz(1910~2260 GHz)의 대역폭을 얻었으며 2.85~4.41 dBi의 이득과 53.18~84.99%의 방사효율 특성을 얻었다. 그 결과 제안된 주파수대역 LTE band 13/GSM 1900/ WCDMA 대역을 각각 만족시켰다. 또한 전방향성의 방사패턴과 2D 이득을 얻었다.

REFERENCES

[1] S. Y. Jyn, "4G mobile communication frequency usage and implications of major countries: Focused on LTE ", *Policy of Broadcast Communication* , vol. 23, no. 19, pp.1-22, Oct. 2011.

[2] S. K. Ahn, S. H. Choi, K. S. Kwak, "An internal multi-band antenna for mobile handset using two slots", *The Journal of The Korea Institute of Intelligent Transport Systems*, vol. 13, no. 1, pp. 61-66, Feb. 2014.

[3] D. H. Park, Y. S. Kwak, B. C. Ahn, "On the multi-band Microstrip patch antennas using slots in the feeding patch", T*he Journal of Korean Institute of Information Technology*, vol. 4, no. 5, pp.7-11, 2006.

[4] C. I. Lin, "Printed monopole slot antenna for internal multiband mobile phone antenna", *IEEE Transaction on Antenna and Propagation,* vol. 55, no. 12, pp. 3690-3697, Dec. 2007.

[5] K. L. Wong, Y. W. Chi, S. Yang, "internal muti-band printed folded slot antenna for mobile phone application", *Microwave and Optical Technology Letters*, vol. 49, no. 8, pp. 1833-1837, Aug. 2007.

[6] Y. W. Jang, H. S. Shin, C. Y. Lee, "Multi-band and high-gain printed antenna with a inserted parasitic patch", *Journal of Institute of Electronics and Information Engineers*, vol. 40, no. 4, pp. 83-87, 2003.

[7] B. W. Jung, H. Y. Lee, J. C. Lee, J. H. Kim, N. Y. Kim, B. J. Lee, M. J. Park, "Dualband internal antenna for GPS/PCS handset", J*ournal of Electromagnetic Engineering and Science*, vol. 14, no. 6, pp. 550-557, Jun. 2003.

[8] C.T. Lee, K.L. Wong, "Planar monopole with a co -up ling feed and an inductive shorting strip for LTE/GSM/UMTS operation in the mobile phone", I*EEE Transaction on Antenna and Propagation*, vol. 58, no. 7, pp. 2479-2483, Jul. 2010.

[9] H. W. Liu, S.Y. Lin, and C. F. Yang, "Compact inverted-F antenna with meander shorting strip for laptop computer WLAN applicaions", *IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters*, vol. 10, pp.540-543, May 2011.

[10] T. H. Son, "Branch loop antenna for the mobile handset", *The Journal of The Korea Institute of Intelligent Transport Systems*, vol. 12, no. 1, pp. 58-65, 2012.

[11] T. H. Son, "Multi-current distributed folded monopole antenna for triple band mobile phone handset", *Journal of Electromagnetic Engineering and Science*, vol. 18, no. 10, pp. 1189-1195, 2007.

[12] W. J. Liao, S. H. Chang, L. K. Li, "A compact planar multiband antenna for integrated mobile devices", *Progress In Electromagnetics Research*, vol. 109, pp. 1-16, 2010.

[13] Y. W. Jang, "A circular microstrip-fed single-layer single-slot antenna for multi-band mobile communications", *Microwave and Optical Technology Letters,* vol. 37, no. 1, pp. 59-62, Apr. 2003.

[14] Y. Sung, “Compact quad‐band reconfigurable antenna for mobile handset applications”, *Electron. Letters*, vol. 48, no. 16, pp.977‐979, Aug. 2012.

[15] Y. K. Park and Y. Sung, “A reconfigurable antenna for quad ‐band mobile handset applications”, *IEEE Trans. Antennas Propagation*, vol. 60, no. 6, pp. 300‐3006, Jun. 2012.

[16] Y. Li, Z. Zhang, J. Zheng, Z. Feng and M. F. Iskander, “A compact hepta‐band loop‐inverted F reconfigurable antenna for mobile handset”, *IEEE Trans. Antennas Propagation,* vol. 60, no. 1, pp. 389‐392, Jan. 2012.

[17] Y. K. Park, Y. J. Sung, "A Reconfigurable Antenna for Quad-Band Mobile Handset Application", *Journal of Electromagnetic Engineering and Science*, Vol. 23, No. 5, pp. 570-582, 2012.

[18] S. G. Hwang, H. D. Park, "A Study on Frequency Reconfigurable Antenna using a PIN-Diode", *Korea Information and Communications Society Conference*, Vol. 12, No. 11, pp. 53-54, 2012.
[19] Ansoft Corporation High Frequency Strecture Simulator (HFSS),Available; http://www.ansoft.com/products/hf/hfss

임대수(Dae-Soo Im)

2013 신라대학교 전자공학과 졸업(공학사)
2015 신라대학교 전자공학과 졸업(공학석사)
※관심분야 : 재구성 안테나, 이동통신 단말기용, 다중대역

김기래(Gi-rae Kim)

1986년 서강대학교 전자공학과 졸업(공학사)
1988년 동 대학원 전자공학과 졸업(석사)
1998년 경남대 대학원 전자공학과 박사
1988년~1993년 삼성전자(주) 정보통신연구소 선임연구원
1999년~현재 신라대학교 공과대학 전자공학과 교수
※ 관심분야 : 초고주파 회로 설계, MMIC, 전파 해석 및 모델링

윤중한(Joong-Han Yoon)

1992년 인하대학교 전자공학과 졸업(공학사)
1994년 인하대학교 전자공학과 졸업(공학석사)
2003년 인하대학교 전자공학과 졸업(공학박사)
2005년 인하대학교 Post-Doc.
2006년 요코하마 국립대학교 Post-Doc.
2008년 삼성전기 책임연구원
2008년 9월 ~현재 신라대학교 전자공학과 부교수
※관심분야 : 모바일 안테나, 레이더