

# 해상 무선통신을 위한 이중대역 마이크로 스트립 안테나 설계

최 조 천\*, 이 광 복\*, 김 갑 기\*\*, 이 성 로<sup>o</sup>

## Design of Dual-Band Microstrip Antenna for Marine Telecommunication

Jo-cheon Choi\*, Gwang-bok Lee\*, Kab-ki Kim\*\*, Seong Ro Lee<sup>o</sup>

### 요 약

본 논문에서는 LTE와 WiMAX 시스템에 적용 가능한 마이크로스트립 패치 안테나를 설계하였다. 제안된 모노폴 안테나의 기판은 FR-4이고 크기는 70.88mm×54.88mm이다. 제안된 안테나는 평면형 모노폴 설계를 기본구조로 구성함으로써 LTE와 WiMAX 대역을 포함하는 이중대역 특성을 갖도록 설계하였다. 최적화된 파라미터를 얻기 위해 상용 툴(CST's Microwave Studio Program)을 사용하여 시뮬레이션 하였으며 안테나 성능에 민감하게 작용하는 파라미터를 찾아내서 최적화된 수치를 얻었다. 얻어진 최적화된 수치를 사용하여 제안된 안테나를 설계하였다. 따라서 제안된 안테나는 LTE와 WiMAX 대역을 동시에 만족하였다. 그리고 LTE와 WiMAX 대역에서 좋은 이득과 방사패턴의 특성을 얻었다

**Key Words** : dual-band, microstrip antenna, WiMAX, LTE, VSWR

### ABSTRACT

In this letter, we designed monopole microstrip antenna for WLAN / WiMAX system. The monopole antenna is designed by FR-4 substrate with size is 30mm×40mm. The proposed antenna is based on a planar monopole design which cover WLAN and WiMAX frequency bands. To obtain the optimized parameters, we used the simulator, CST's Microwave Studio Program and found the parameters that greatly effect antenna characteristics. Using the obtained parameters, the antenna is designed. Thus the proposed antenna satisfied the -10 dB impedance bandwidth requirement while simultaneously covering the WLAN and WiMAX bands. And characteristics of gain and radiation patterns are obtained for WLAN/WiMAX frequency bands.

### I. 서 론

최근 해양에서 일어나는 사고와 함께 인터넷 이동

통신 기술의 급속한 발전으로 인하여 어떠한 환경에서도 고속의 데이터를 송수신할 수 있도록 현대 무선 통신 시스템을 구성하는 기지국 또는 단말기용 고주

※ 이 논문은 2014년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업(NRF-2009-0093828)과 미래창조과학부 및 정보통신산업진흥원의 IT융합 고급인력과정 지원사업의 연구결과로 수행되었음(NIPA-2014-H0401-14-1009).

• First Author : Dept. of Marine Computer Engineering, Mokpo Maritime University, choijo@mmu.ac.kr 중신회원

o Corresponding Author : Dept. of Information Electronics Engineering, Mokpo National University, srlee@mokpo.ac.kr, 정회원

\* Dept. of Marine Electronic and Communication Engineering, Mokpo Maritime University, lgb2008@mmu.ac.kr

\*\* Dept. of Marine Information Communication Engineering, Mokpo Maritime University, microkim@mmu.ac.kr

논문번호 : KICS2014-10-408, Received October 8, 2014; Revised December 8, 2014; Accepted December 8, 2014

과 부품은 고성능, 경량화, 소형화 등의 소자 특성과 함께 우수한 재현성 및 저가형 제품이 요구되어지고 있으며 안테나, 여파기 등을 포함한 많은 RF소자에 대한 연구들이 진행되고 있다.<sup>[1-3]</sup>

이러한 이동통신에 필요한 제품의 발전을 통하여 데이터의 전송속도는 점점 빨라지고 있는 상황이며 이 속도를 통하여 이용자들은 다양한 서비스를 사용할 수 있게 될 것이다.<sup>[4]</sup>

현재 세계 이동통신은 휴대 통신 서비스에 인터넷이 접속 가능하도록 해주는 Wibro와 WLAN인 Wi-Fi의 장점을 접목시킨 초고속 통신망인 WiMAX(World interoperability for Microwave Access) 즉 에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있으며 주로 3.5 ~ 3.7GHz의 주파수 대역을 많은 나라들이 사용하고 있다. 그리고 우리가 사용하는 LTE는 계속된 발전을 통하여 광대역 LTE와 LTE-A가 되었다. 따라서 본 논문에서는 LTE용 주파수인 2.1GHz와 3.7GHz인 WiMAX용 안테나를 설계하여 시뮬레이션을 통한 그 특성을 측정하고자 한다.

## II. 안테나의 설계 이론

### 2.1 패치의 폭과 길이

공진 주파수  $f_r$ 에서 동작하도록 유전율이  $\epsilon_r$ 이고 두께가  $h$ 인 기판위에 구형 마이크로 스트립 패치 안테나를 설계하는 경우 실제 폭  $W$ 는 다음과 같다.<sup>[5]</sup>

$$W = \frac{c}{2f_r} \left( \frac{\epsilon_r + 1}{2} \right)^{-1/2} \quad (1)$$

이 된다. 여기서  $C$ 는 광속도,  $f_r$ 은 안테나의 공진주파수이다. 공진패치의 길이와 폭이 유한하기 때문에 공진패치 Edge에서의 계와 폭에 대해서 프린징이 발생하게 된다. 총 프린징 효과는 공진패치의 크기와 기판 높이의 함수로서 안테나의 공진주파수에 영향을 주기 때문에 고려해야 한다. 마이크로스트립 선로에서 대부분의 전기력선은 기판에 존재하고 그 일부는 공기에 존재한다.

즉, 파의 일부는 기판에, 다른 일부는 공기로 진행하기 때문에 선로에서 프린징과 전파 전파를 제한하기 위하여 실효 유전율을 도입한다. 실효 유전율  $\epsilon_{re}$ 은  $W/h > 1$  인 경우.<sup>[5]</sup>

$$\epsilon_{re} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left( 1 + \frac{12h}{W} \right)^{-1/2} \quad (2)$$

으로 나타낼 수 있다. 프린징 효과 때문에 마이크로 스트립 안테나의 공진패치는 물리적인 크기보다 전기적으로 더 큰 것처럼 보인다.

기본 E-평면(x-y평면)에서 길이에 대한 공진패치 크기는 각 종단에서  $\Delta l$ 만큼 확장되었다.  $\Delta l$ 은 Hammerstad 실험식으로 프린징 필드에 의한 확장효과이며 식 (3)과 같다.

$$\Delta l = 0.412 \frac{(\epsilon_{re} + 0.3)(W/h + 0.264)}{(\epsilon_{re} - 0.258)(W/h + 0.8)} \quad (3)$$

실효유전율  $\epsilon_{re}$ 와 선로확장  $\Delta l$ 에 의해 방사체 길이  $L$ 은

$$L = \frac{c}{2f_r \sqrt{\epsilon_{re}}} - 2\Delta l \quad (4)$$

이 된다. 사각형 공진패치의 경우 길이  $L$ 은 일반적으로  $\lambda_0/3 < L < \lambda_0/2$ 이다.

### 2.2 공진 주파수의 결정

마이크로스트립 패치 안테나의 공진주파수  $f_r$ 은 식 (4)에 의해

$$f_r = \frac{c}{2(L + 2\Delta l) \sqrt{\epsilon_{re}}} \quad (5)$$

과 같이 나타낼 수 있다. 공진주파수는 안테나 소자의 전지적인 길이 ( $L + \Delta l$ ), 실효유전율과 기판의 두께에 관계가 있지만 주로 길이에 의해 결정된다.

## III. 안테나 제원 및 시뮬레이션 결과

그림 1은 본 논문에서 제안하는 안테나로 LTE와 WiMAX대역에서 사용할 수 있도록 최적화된 변수를 통하여 설계한 안테나이다. 설계한 안테나의 기판의 두께는 1.6mm이며 패치의 두께는 0.05mm로 설계하였다. 그라운드는 뒷면 전체를 사용하였으며 두께는 0.035mm로 설정하였다. 그림 2는 제안된 안테나의 입력 대비 반사손실로서 LTE주파수인 2.1GHz에서

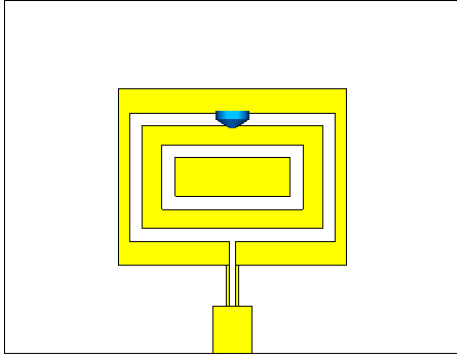


그림 1. 설계된 안테나의 layout  
Fig. 1. Layout of the designed antenna

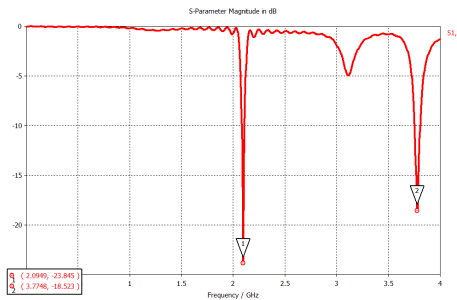


그림 2. 입력 대비 반사손실 |S11|  
Fig. 2. Input return loss |S11|

-10dB이하인 -23.845dB 값을 나타냈고, WiMAX대역인 3.7GHz에서는 마찬가지로 -10dB이하인 -18.523dB를 가졌다. 두 대역 모두 그림에서 보이듯이 협대역이지만 이 안테나는 두 대역에서 충분히 사용할 수 있는 결과를 보이게 되었다.

그림 3은 2.1GHz에서 E-평면과 H-평면의 방사패턴을 보여주는 그림이며 그림 4의 경우에는 3.7GHz에서 E-평면과 H-평면의 방사패턴을 보여주고 있다.

방사패턴의 경우 그림 3과 그림 4에서 보는 것과 같이 완전한 무지향성 안테나는 아니지만 무지향성에

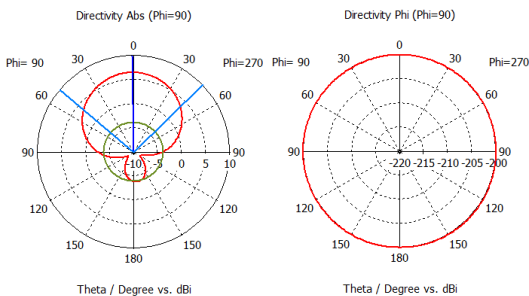


그림 3. 2.1GHz에서의 방사패턴  
Fig. 3. Radiation pattern of 2.1GHz

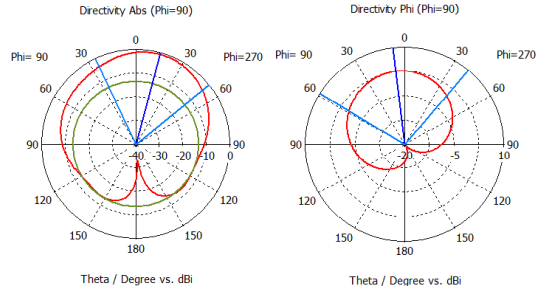


그림 4. 3.7GHz에서의 방사패턴  
Fig. 4. Radiation pattern of 3.7GHz

가까운 특성을 보여주고 있다.

## VI. 결론

논문에서는 마이크로스트립 이중대역 안테나를 설계하여 LTE와 WiMAX대역에서 사용할 수 있도록 하였다. 마이크로스트립 패치 안테나를 CST microwave studio를 사용하여 제안하여 설계하였다. 제안한 안테나의 기판의 두께는 1.6mm이며 패치의 두께는 0.05mm로 설계하였다. 그라운드는 뒷면 전체를 사용하였으며 두께는 0.035mm로 설계하였다.

시뮬레이션 결과 2.1GHz에서 입력대비 반사손실 값이 -23.845의 값을 가졌으며 3.7GHz에서는 -18.523의 값을 나타내었다. 방사패턴의 경우 완벽한 전방향성은 아니지만 무지향성에 가까운 형태를 얻을 수 있었으며 높은 이득과 공진주파수를 얻었다. 따라서 본 논문에서 제안한 안테나는 LTE와 WiMAX대역에서 충분히 사용될 수 있을 것으로 사료된다. 추후 지속적으로 시뮬레이션 하여 최소의 사이즈와 최적의 데이터를 가지고 제작을 하여 측정할 것이며 또한 해상에서 사용할 수 있는 WLAN대역을 추가하여 하나의 안테나로 모든 대역을 포함할 수 있도록 설계할 것이다.

## References

- [1] C. L. Hus, F. C. Hus, and J. T. Kuo, "Microstrip bandpass filters for ultra-wideband wireless communications," *IEEE MTT-S Int. Microwave Syst. Dig.*, CDROM, 2005.
- [2] G. Y. Chen, J. S. Sun, S. Y. Huang, Y. D. Chen, and C. H. Lin, "Characteristics of UWB antenna and wave propagation," *Int. Signal Process. Commun. Syst.*, vol. 13, pp. 713-716, Dec. 2005.

- [3] S.-S. Kim, Y.-J. Choi, and Y.-D. Joo, "Design and fabrication of a weathercock-shaped double bandwidth microstrip patch antenna that combines u-slot and short-pin for WLAN systems," *J. KICS*, vol. 38, no. 5B, pp. 337-343, May 2013.
- [4] M. Kim, *Propulsion trend of 4th Generation Mobile Communication Systems and view of Wibro*, Hana Financial Group Inc., vol. 230, no. 10, pp. 44-53, 2009.
- [5] P. Kim, "Broadband wireless LAN with laminated 2x1 antenna array study on the design and fabrication," Department of Marine Electronics and Communications, Graduate School, Mok-Po National Maritime University, pp. 38-40, 2004.

**최 조 천 (Jo-cheon Choi)**



1986년 : 서울과학기술대학교  
전자공학과 학사  
1990년 : 조선대학교 컴퓨터공  
학과 석사  
1998년 : 한국해양대학교 전자  
통신공학과 박사  
현재 : 목포해양대학교 해양컴퓨  
터공학과 교수

<관심분야> 해양전자통신, 계측제어

**이 광 복 (Gwang-bok Lee)**



2014년 : 목포해양대학교 전자  
공학과 학사  
현재 : 목포해양대학교 대학원  
해전자통신컴퓨터학 석사 과  
정  
<관심분야> 해상무선통신, 이  
동통신

**김 갑 기 (Kab-ki Kim)**



1980년 : 광운대학교 통신공학  
과 학사  
1984년 : 건국대학교 대학원 전  
자공학과 석사  
1998년 : 건국대학교 대학원 전  
자공학과 박사  
현재 : 목포해양대학교 해양전자

통신공학부 교수

<관심분야> 마이크로파 통신, 해상무선통신, 이동통신

**이 성 로 (Seong Ro Lee)**



1987년 2월 : 고려대학교 전자공  
학과 공학사  
1990년 2월 : 한국과학기술원 전  
기 및 전자공학과 공학석사  
1996년 8월 : 한국과학기술원 전  
기 및 전자공학과 공학박사  
1997년 9월~현재 : 목포대학교 공  
과대학 정보전자공학과 교수

<관심분야> 디지털통신시스템, 이동 및 위성통신시스  
템, USN/텔레미틱스응용분야, 임베디드시스템