

## 삼중대역 평면형 모노폴 안테나 설계

이동철,<sup>o</sup> 황호순, 장재삼, 임정섭, 이문수  
경상대학교 공학원(컴퓨터 정보통신 연구소)  
[dclees@dacom.net](mailto:dclees@dacom.net)

### Design of Triple-Band Planar Monopole Antenna

Dong-Cheol Lee<sup>o</sup>, Ho-Soon Hwang, Jae-Sam Chang, Lim Jung-sup, Mun-Soo Lee  
Gyeongsang National University Engineering research institute(Research Institute of  
Computer and Information Communication)

#### 요약

본 논문에서는 셀룰라 통신대역, WiBro 통신과 WLAN(IEEE802.11b/g)통신, 5GHz대역 WLAN(IEEE802.11a) 통신에 사용될 삼중대역 평면형 모노폴 안테나를 설계하였다. 안테나의 크기를 줄이기 위해 저역과 중역 방사소자를 구부리고, 필요한 대역폭을 얻기 위해 방사소자 폭을 증가시켜 여러가지 형태의 안테나를 설계하고 실험적으로 고찰하였다.

제작된 안테나의 방사특성(대역폭과 방사패턴)은 HFSS로 계산된 것과 유사한 특성을 가지고 안테나 크기는 11% 감소되고 대역폭은 800MHz대역에서 30%~40% 증가되었다.

#### Abstract

In this paper, the triple-band planar monopole antennas are designed for cellular communication, WiBro and WLAN(IEEE802.11b/g) communication and WLAN(IEEE802.11a) communication of 5GHz band. Various types of antennas are designed and examined experimentally as bended in the low and middle band radiation elements to decrease antennas size and increased radiation elements width to improve bandwidth.

The proposed antennas are improved by 11% in antenna size with bended low-band radiation elements down and are extended by 30%~40% in bandwidth by increasing the width of the radiation element at 800MHz band.

Key words : 삼중대역 안테나(Triple antenna), 평면형 모노폴(Planar monopole), WLAN, 셀룰라, WiBro

#### I. 서론

최근 이동형 고속 데이터 수요의 증가로 인해 기존의 셀룰라(Cellular), PCS(personal Communication system), WLAN(Wireless Local Area Network) 및 WiBro(Wireless Broadband service)등의 상호 통합된 형태의 서비스로 이동형 멀티미디어 서비스를 제공하는 유무선 통합 서비스 연구가 활발히 진행되고 있다.

이러한 유무선통합 서비스 제공을 위해서는 하나의 멀티미디어 단말기로 각기 다른 주파수 대역을 사용하는 통합 서비스를 제공 받아야 한다.

이러한 유무선통합 서비스 제공을 위해서는 하나의 멀티미디어 단말기로 각기 다른 주파수 대역을 사용하는 통합 서비스를 제공 받아야 한다.

평면형 모노폴 안테나는 hook-like 방사 스트립<sup>[1]</sup>, 직선 방사 스트립<sup>[2]</sup>, 역-F 방사 스트립<sup>[3]</sup>, 평면 도선<sup>[4]</sup>등과 같은 안테나들이 제안되고 있다.

이러한 평면형 안테나는 시스템에 비해 작은 크기를 차지하고 회로 기판과 함께 설계·제작될 수 있다는 장점들이 있으나 다중대역 안테나로 설계 시 좁은 대역폭을 가진다는 단점들이 있다. 따라서 대역폭 증가를 위해 기생 소자들의 결합에 의한 방법<sup>[4]</sup>과 방사소자들의 폭을 넓게 하는 방법<sup>[5]</sup>들을 사용한다.

따라서 본 연구에서는 평면 도선 안테나 기본 구조에서 방사소자들을 구부러는 방법으로 안테나 크기를 줄이고, 방사소자들의 폭을 넓게 하는 방법으로 대역폭을 증가시키는 다양한 형태의 안테나를 설계·제작하여 실험적으로 고찰한다. 설계 주파수는 800MHz 대역 셀룰라 통신과 2.3 ~ 2.5GHz 대역의 WiBro 통신과 WLAN (IEEE802.11 b/g)통신, 5.15 ~ 5.825GHz 대역의 WLAN(IEEE802.11a) 통신 대역이다.

제작에 사용된 기판은 단말기 회로 제작에 많이 사용되는 유전율 4.4, 두께 0.8mm인 FR4 기판을 사용하고, 안테나 해석은 상용 전자기 해석 툴인 HFSS를 사용하였다.

## II. 삼중대역 안테나 구조

본 연구에서는 안테나 크기를 줄이기 위해 안테나 방사소자를 구부리고, 직각으로 굽은 부분의 손실을 줄이기 위해 굽은 부분을 직각에서 원형으로, 그리고 대역폭 향상을 위해 방사소자 폭을 넓히는 방법을 이용하여 여러 가지 안테나를 제안 한다.

제안된 여러 가지 안테나를 쉽게 구분하기 위해 안테나의 일련번호를 다음과 같이 분류한다.

- URo1F(Uniform width Round corner Fold in One element): 직각으로 꺾이는 부분의 전송선로 손실 감소를 위해 원형으로 설계한 형태
- nURi1F(non Uniform width Right corner Fold in One element) : 중 방사소자의 선로 폭을 넓게 주어 장 방사소자의 공진 주파수 대역폭을 넓게 설계한 형태
- URi2F(Uniform width Right corner Fold in Two element) : 안테나의 크기를 줄이기 위해 단 방사소자 부분을 구부려 설계한 형태
- URo2F(Uniform width Round corner Fold in Two element) : 안테나의 크기를 줄이기 위해 중 방사소자 부분을 구부려 설계하고 직각으로 꺾이는 부분의 전송선로 손실을 줄이기 위해 원형으로 설계한 형태
- nURi2F(non Uniform width Right corner

Fold in Two element) : 안테나의 크기를 줄이기 위해 중 방사소자 부분을 구부려 설계하고 장 방사소자의 선로 폭을 넓게 주어 장 방사소자의 공진 주파수 대역폭을 넓게 설계한 형태

그림 1은 여러 가지 제안된 안테나 구조를 나타낸 것이다.

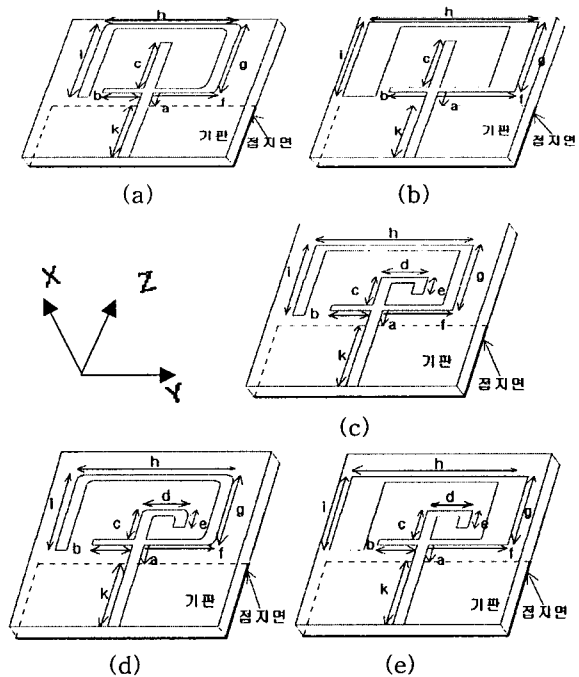


그림 1. 제안된 안테나 구조

- (a) URo1F (b) nURi1F  
 (c) URi2F (d) URo2F (e) nURi2F

Fig 1. Geometry of the proposed antennas

그림 1과 같은 안테나 구조는 안테나 부분에 비록 유전체 기판이 존재하나 접지 면이 존재하지 않으므로 모노폴 안테나의 특성을 가진다. 따라서 안테나의 공진은  $\lambda/4$  길이에서 이루어진다. 이와 같은  $\lambda/4$  공진 길이를 갖는 삼중대역 모노폴 안테나는 장 방사소자( $\overline{afghi}$ )에서 첫 번째 주파수 공진이 발생하며, 중 방사소자( $\overline{ac}$  또는  $\overline{acde}$ )에서 두 번째 주파수 공진, 단 방사소자( $\overline{ab}$ )에서 세 번째 주파수 공진이 발생한다.

그리고 k 는 안테나의 급전부분으로 기판의 아래 접지면이 존재하므로 마이크로스트립 선로의 특성을 가지는 마이크로스트립 급전 역할을 하게 된다.

### III. 설계 및 제작

안테나의 설계는 기판의 유전율이 4.4 이고, 기판의 두께가 0.8mm인 FR4 기판을 사용하여 유한요소법(Finite Element Method)을 이용한 전자계 해석 툴인 HFSS로 설계하였다.

방사소자의 폭은 50Ω 마이크로스트립 급전 선로의 폭인 1.53mm와 같도록 하였으며, 장 방사소자 공진 주파수 대역폭을 넓히기 위한 nURi1F와 nURi2F의 안테나는 그림 1의 g와 i 부분의 선로폭을 4mm로 하여 설계하였다. g와 i 부분의 선로폭만 넓힌 것은 중 방사소자와의 결합에 의한 기생 캐패시턴스를 최소화하기 위한 것이다. 또한 반사손실을 줄이기 위한 URo1F와 URo2F의 안테나는 장 방사소자 및 중 방사소자의 전체 길이의 변화를 최소화하기 위해 직각으로 굽은 끝 부분을 원형 처리하여 설계하였다. 설계된 안테나의 설계치는 표 1과 같다.

표 1. 안테나의 설계 값

Table 1. Design parameters of antennas

구분	장 방사소자	중 방사소자	단 방사소자
공진 주파수	850MHz	2.4GHz	5.5GHz
소자길이	86.5mm	25.5mm	9.5mm
방사 소자 폭	1.53mm	1.53mm	1.53mm
급전 길이	45mm	45mm	45mm

표 1의 설계된 안테나의 크기를 보면 장 방사소자의 공진 주파수에서 전체 길이는 86.5mm(0.24λ) 이고, 중 방사소자 공진 주파수에서 전체 길이는 25.5mm(0.20λ)이며, 단 방사소자 공진 주파수에서 전체 길이는 9.5mm(0.17λ)의 공진 길이를 가지므로 자유공간에서 일반적인 모노폴 안테나의 공진 길이인 λ/4 보다 짧은 공진 길이를 가지는 것을 알 수 있다. 이것은 인쇄기판형 모노폴 안테나를 지지하는 유전체가 안테나의 공진 길이를 감소시키는 역할을 하기 때문이다.

또한 안테나의 크기를 줄이기 위해 중 방사소자를 구부린 안테나인 URi2F는 구부리지 않은 안테나인 URo1F 안테나 보다 안테나의 가로 크기는 20mm에서 26.5mm로 다소 커지나 안테나의 세로 크기는 29mm에서 20mm로 작아지는 효과

를 얻을 수 있게 설계한다.

제작된 안테나들은 그림 2와 같다.

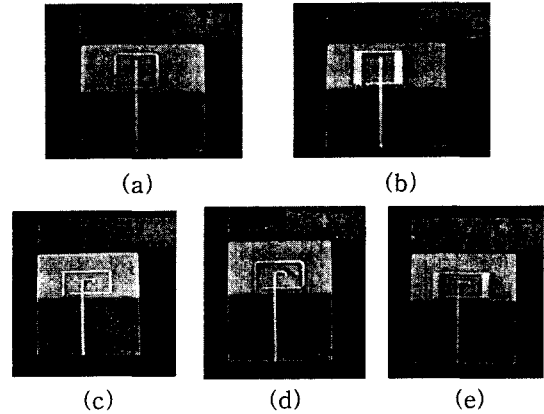


그림 2. 제작된 안테나

(a) URo1F (b) nURi1F

(c) URi2F (d) URo2F (e) nURi2F

Fig 3. Photograph of fabricated antennas

### IV. 실험 및 결과

표 1의 장 방사소자, 중 방사소자, 단 방사소자의 설계 값으로 안테나의 크기를 줄이는 방법과 방사소자 선로폭을 넓혀 대역폭 개선 효과를 가지도록 설계된 안테나들의 반사손실 특성은 그림 3과 같다.

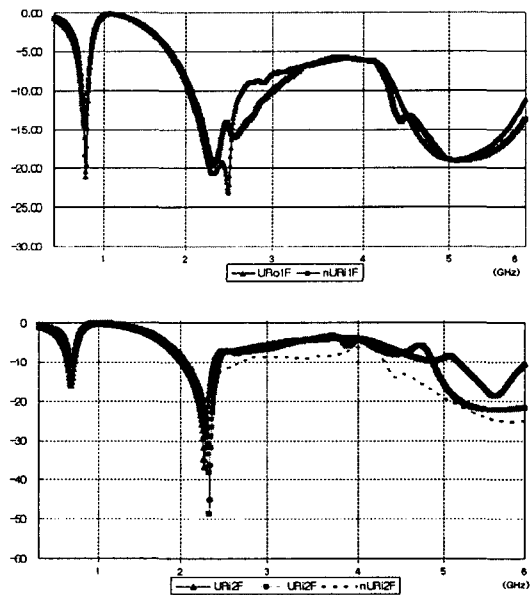


그림 3. 반사손실 설계 값

Fig 3. Calculated return loss

제작된 안테나들의 반사손실 측정 값은 그림 4와 같고 측정된 안테나들의 -10dB 대역폭은 표 2와 같다.

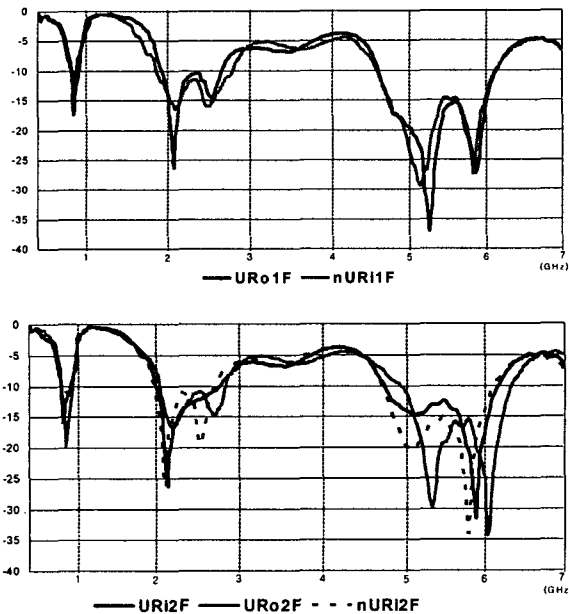


그림 4. 측정된 삼중대역 안테나의 반사손실  
Fig 4. Measured return loss

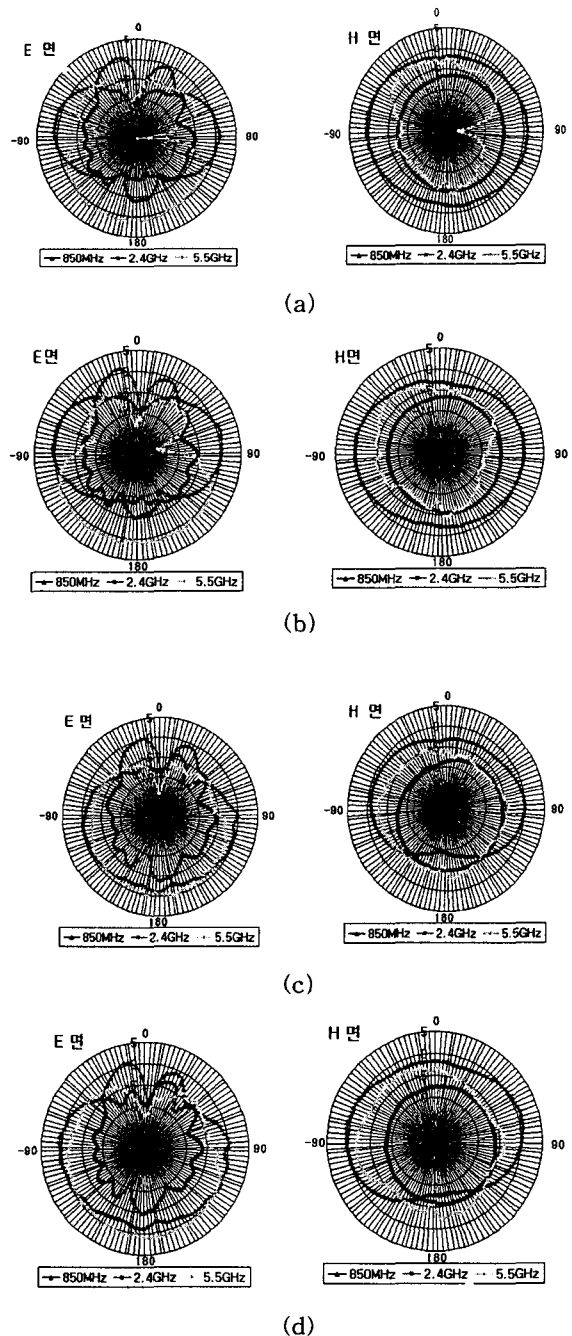
표 2. 측정된 안테나들의 -10dB 대역폭  
Table 2. -10dB Bandwidth of measured antennas  
(단위 : GHz)

안테나 일련번호	장 방사소자	중 방사소자	단 방사소자
URo1F	0.84~0.90	1.98~2.72	4.70~6.15
nURi1F	0.82~0.92	1.93~2.86	4.68~6.16
URi2F	0.80~0.90	1.99~2.74	4.81~6.18
URo2F	0.80~0.94	2.21~2.83	5.01~6.34
nURi2F	0.79~0.92	1.94~2.71	4.76~6.13

제작된 안테나들은 모두 설계 주파수 대역인 셀룰라 대역(수신 : 824MHz-849MHz, 송신 : 869MHz -894MHz)과 WiBro(2.3GHz-2.4GHz), 2.4GHz 대역 WLAN(2.4GHz-2.472GHz), 5GHz 대역 WLAN(5.15GHz-5.35GHz, 5.45GHz-5.675GHz, 5.725GHz-5.825GHz) 대역을 만족하며, 장 방사 대역의 대역폭을 넓게 하기 위한 nURi1F와 nURi2F 안테나들은 URo1F와 URi2F 안테나들보다 각각 40MHz(약 40%)와 30MHz(약 30%)의 대역폭

이 늘어남을 실험적으로 확인 할 수 있었다. 또한 nURi1F와 nURi2F 안테나들은 URo1F와 URi2F 안테나들 보다 중 방사소자 대역폭과 단 방사소자 대역폭도 늘어남을 실험적으로 확인 할 수 있었다. 또한 방사소자의 굽힌 부분을 원형으로 처리한 URo1F, URo2F 안테나는 직각으로 처리한 nURi1F, URi2F 안테나보다 양호한 반사손실을 나타냄을 실험적으로 알 수 있었다.

측정된 안테나의 E 면(X-Z면)과 H 면(X-Y면)의 방사패턴은 그림 5와 같다.



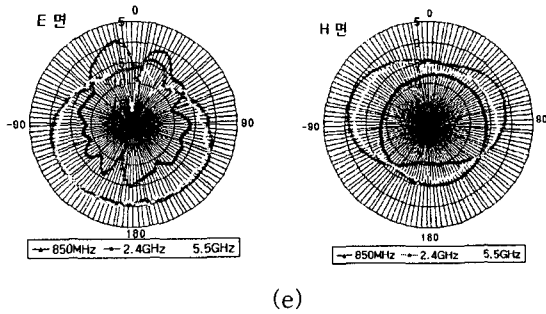


그림 5. 측정된 안테나의 방사패턴  
 (a) URo1F (b) nURi1F  
 (c) URi2F (d) URo2F (e) nURi2F  
 Fig 5. Radiation pattern of measured antennas

그림 5에서 안테나의 크기를 줄이기 위해 중 방사소자를 구부린 안테나인 URi2F와 구부리지 않은 안테나인 URo1F는 유사한 방사패턴을 가진다.

## V. 결론

본 논문에서는 800MHz 대역의 셀룰라 통신대역과 2.3GHz~2.472GHz 대역의 WiBro 통신과 WLAN(IEEE802.11b/g)통신, 5GHz대역 WLAN(IEEE802.11a) 통신에서 사용될 수 있는 다양한 형태의 삼중대역 평면형 모노폴 안테나를 설계·제작하여 실험적으로 고찰하였다.

중 방사소자를 구부린 안테나(URi2F)는 구부리지 않은 안테나( URo1F)와 유사한 방사패턴을 가지면서 안테나의 크기는 20mm x 29mm에서 26.5mm x 20mm로 작아져 전체적인 안테나 크기는 약 11% 작아졌다. 대역폭을 넓히기 위해 장 방사소자의 폭을 4mm로 한 경우(nURi1F, nURi2F) 약 40%(nURi1F)와 약 30%(nURi2F)의 대역폭이 개선됨을 실험적으로 확인 할 수 있었다.

본 논문에서 설계된 안테나는 향후 이동전화와 WiBro, WLAN 서비스가 통합된 유무선통합 서비스의 단말기에 적용될 수 있을 것으로 예상된다.

## 참 고 문 헌

- [1] C. Wu, "Printed antenna structure for wireless data communication," U.S pat. 6 008774, Dec. 28, 1999.  
 [2] L. M. Burns and C. L. Woo, "Dual orthogonal monopole antenna system," U.S.

Pat. 590838, Nov.23, 1999.

- [3] Y.L.Kuo, T.W.Chou, and K.L.Wong, "A novel dual-band printed inverted-F antenna," Microwave Opt. Technol. Lett., vol.31, pp.353-355, Dec. 5, 2001.  
 [4] RL Li, G Dejean, MM Tentzeris, J. Laskar "Novel multi band broadband planar wire antennas for wireless communication hand held terminals," IEEE Antennas and Prop. Society International Symp. vol. 3, pp. 44-47, June 22-27, 2003.  
 [5] Kuo, YL, and Wong, KL: 'Printed double-T monopole antenna for. 2.4/5.2GHz dual-band WLAN operations', IEEE Trans. Antennas. Propag.,vol.51, pp2187-2192,, september 2003.

**M E M O**