

논문 2006-43TC-4-7

FMC(Fixed Mobile Convergence) 단말용 삼중대역 평면형 모노폴 안테나 설계

(Design of Triple-Band Planar Monopole Antenna for Fixed Mobile
Convergence Subscriber Unit)

이동철*, 정영호*, 황호순*, 이문수*

(Dong Cheol Lee, Young-Ho Jung, Ho Soon Hwang, and Mun Soo Lee)

요약

본 논문에서는 FMC(Fixed Mobile Convergence) 서비스를 위해 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 to using fixed mobile convergence subscriber unit. 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 the width of radiation elements to improve bandwidth. The proposed antennas are reduced 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.

Keywords : 삼중대역 안테나(Triple antenna), 평면형 모노폴(Planar monopole), FMC(Fixed Mobile Convergence) WLAN.

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 유무선 통합 멀티미디어 서비스를 제공하는 FMC(Fixed Mobile Convergence) 서비스 연구

가 활발히 진행되고 있다. 이러한 FMC (Fixed Mobile Convergence) 서비스 제공을 위해서는 하나의 멀티미디어 단말기로 각기 다른 주파수 대역을 사용하는 통합 서비스를 제공 받아야 한다.

평면형 모노폴 안테나는 hook-like 방사 스트립^[1], 직선 방사 스트립^[2], 역-F 방사 스트립^[3], 평 도선^[4]등과 같은 안테나들이 제안되고 있다. 이러한 평면형 안테나는 시스템에 비해 작은 크기를 차지하고 회로 기판과 함께 설계·제작될 수 있다는 장점들이 있으나 다중대역 안테나로 설계시 좁은 대역폭을 가진다는 단점들이 있다. 따라서 대역폭 증가를 위해 기생 소자들의 결합에 의한 방법^[4]과 방사소자들의 폭을 넓게 하는 방법^[5]들을 사용한다.

* 정희원, 경상대학교 공학연구원(컴퓨터정보통신연구소) (Engineering Research Institute(RICIC), GyeongSang National Universty)

※ 이 논문은 2004년도 경상대학교 연구년제 연구교수 연구지원비에 의하여 수행되었음.

접수일자: 2006년2월13일, 수정완료일: 2006년4월11일

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

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 세 개의 방사소자(장, 중, 단)로 구성되는 안테나의 크기를 줄이기 위해 장 또는 중 방사소자를 구부리며, 코너를 직각에서 원형으로 처리한다. 그리고 장 방사소자의 폭을 부분적으로 넓혀 800MHz의 셀룰러 대역을 충족하도록 설계한다.

본 연구에서 제안된 여러 가지 안테나를 쉽게 구분하기 위해 다음과 같이 안테나의 ID번호를 부여한다.

- URo1F(Uniform width, Round corner Fold in One element): 모든 방사소자 폭 균일, 장 방사소자 코너를 원형으로 처리한 형태
- nURi1F(non Uniform width, Right corner Fold in One element) : 장 방사소자 폭 불균일, 장 방사소자 코너를 직각으로 처리한 형태
- URi2F(Uniform width Right corner Fold in Two element) : 모든 방사소자 폭 균일, 장 방사소자와 중 방사소자 코너를 직각으로 처리한 형태.
- URo2F(Uniform width Round corner Fold in Two element) : 모든 방사소자 폭 균일, 장 방사소자와 중 방사소자 코너를 원형으로 처리한 형태.
- nURi2F(non Uniform width Right corner Fold in Two element) : 장 방사소자 폭 불균일, 장 방사소자와 중 방사소자 코너를 직각으로 처리한 형태.

그림 1은 여러 가지 제안된 안테나 구조를 나타낸 것이다.

그림 1과 같은 안테나 구조는 안테나 부분에 비록 유

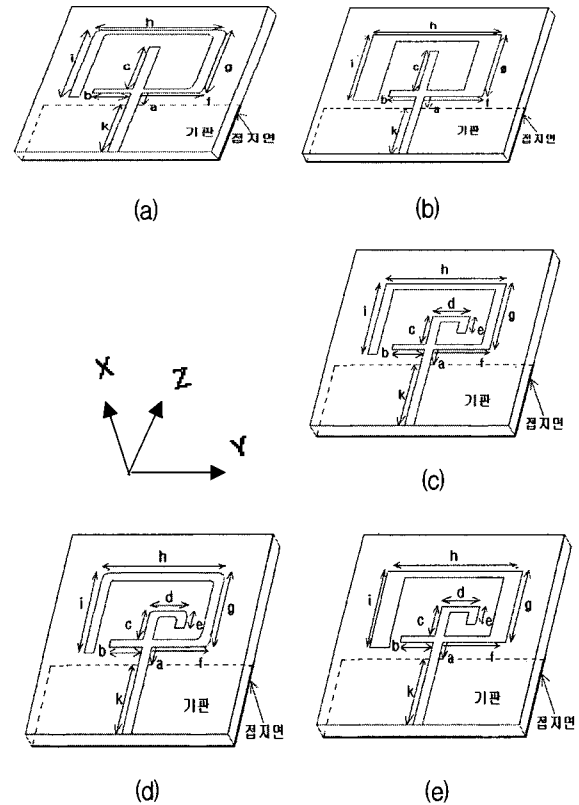


그림 1. 제안된 안테나 구조

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

Fig. 1. Geometry of the proposed antennas.

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

전체 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 k는 안테나의 급전부분의 길이에 해당되며, 기판의 아래에 접지면이 존재하므로 마이크로스트립 선로의 특성을 가진다.

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 nURi1F 와 nURi2F 의 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 URo1F 와 URo2F 의 안테나는 장 방사소자 및 중 방사소자의 전체 길이의 변화를 최소화하기 위해 직각으로 굽은 코너 부분을 원형 처리하여 설계하였다. 설계된 안테나의 설계치는 표 1과 같다.

표 1의 설계된 안테나의 크기를 보면 장 방사소자의 공진 주파수에서 전체 길이는 86.5 mm(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

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

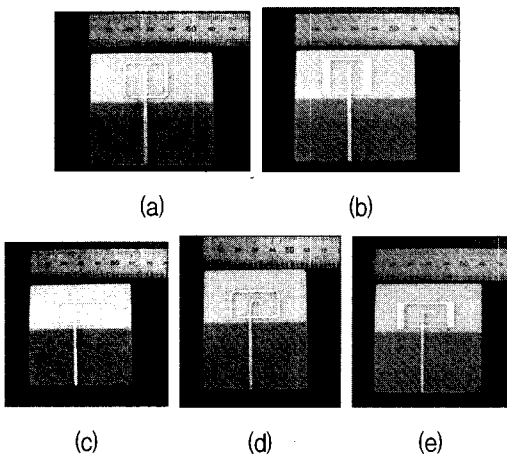


그림 2. 제작된 안테나
(a) URo1F (b) nURi1F
(c) URi2F (d) URo2F (e) nURi2F

Fig. 3. Photograph of fabricated antennas.

일반적인 모노폴 안테나의 공진 길이인 λ/4 보다 짧은 공진 길이를 가지는 것을 알 수 있다. 이것은 인쇄회판형 모노폴 안테나를 지지하는 유전체가 안테나의 공진 길이를 감소시키는 역할을 하기 때문이다.

또한 안테나의 크기를 줄이기 위해 장 방사소자는 물론 중 방사소자도 구부린 안테나인 URi2F는 장 방사소자만 구부린 안테나인 URo1F 보다 안테나의 가로 크기는 20mm에서 26.5mm로 다소 커지나 안테나의 세로 크기는 29mm에서 20mm로 작아지는 효과를 얻을 수 있다. 제작된 안테나들은 그림 2와 같다.

IV. 실험 및 결과

그림 3은 HFSS로 계산된 안테나의 반사손실 특성을 나타낸 것이고, 그림 4는 제작된 안테나의 반사특성을 벡터 회로망 분석기(HP-8510C)로 측정된 결과이다.

표 2는 그림 4의 측정결과를 좀더 세밀하게 나타내기 위한 측정된 안테나들의 -10dB 대역폭 값들이다.

표 2에서 제작된 안테나들은 중 방사소자 대역폭인 WiBro(2.3GHz-2.4GHz)과 2.4 GHz 대역 WLAN (2.4 GHz-2.472GHz), 단 방사소자 대역폭인 5GHz 대역 WLAN(5.15GHz-5.35GHz, 5.45GHz-5.675GHz, 5.725 GHz -5.825GHz) 대역을 만족함을 실험적으로 알 수 있었다.

그러나 URo1F는 셀룰라 대역(수신 : 824MHz -849

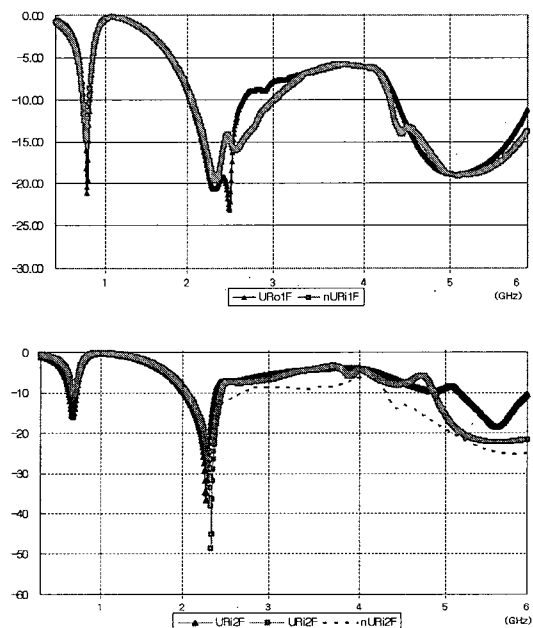


그림 3. 반사손실 설계 값
Fig. 3. Calculated return loss.

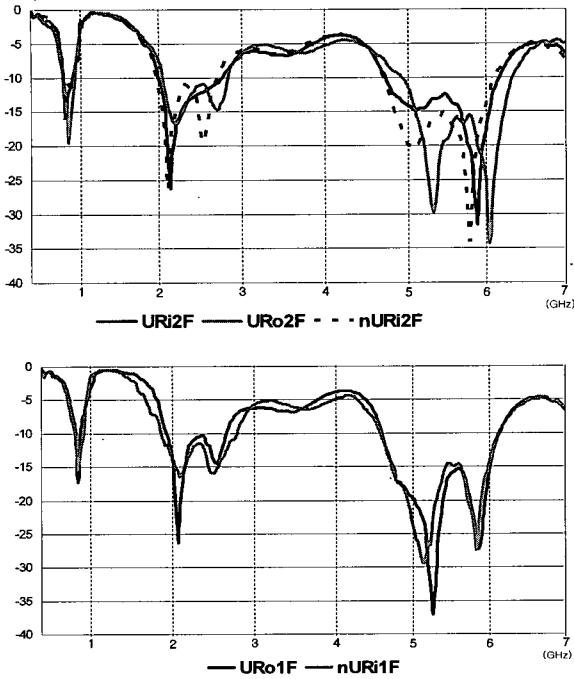


그림 4. 측정된 삼중대역 안테나의 반사손실
Fig. 4. Measured return loss.

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

MHz, 송신 : 869MHz -894MHz)의 대역폭을 만족하지 못하였으며, 대역폭을 넓히기 위해 장 방사소자 폭을 부분적으로 넓힌 nURi1F는 셀룰라 대역의 대역폭을 만족하였다. URo1F에 대한 nURi1F의 대역폭은 약 40MHz(약 40%) 개선됨을 실험적으로 알 수 있었다.

그리고 URi2F와 nURi2F 안테나의 경우에는 모두 셀룰라 대역폭을 만족하지만 nURi2F가 URi2F 보다 약 30MHz(30%) 개선됨을 실험적으로 알 수 있었다.

또한 반사 손실 특성 개선을 위해 장 방사소자와 중 방사소자의 직각으로 굽은 코너 부분을 원형으로 처리한 URo1F, URo2F 안테나는 직각으로 처리한 nURi1F, URi2F 안테나보다 양호한 반사손실을 나타냄을 실험적

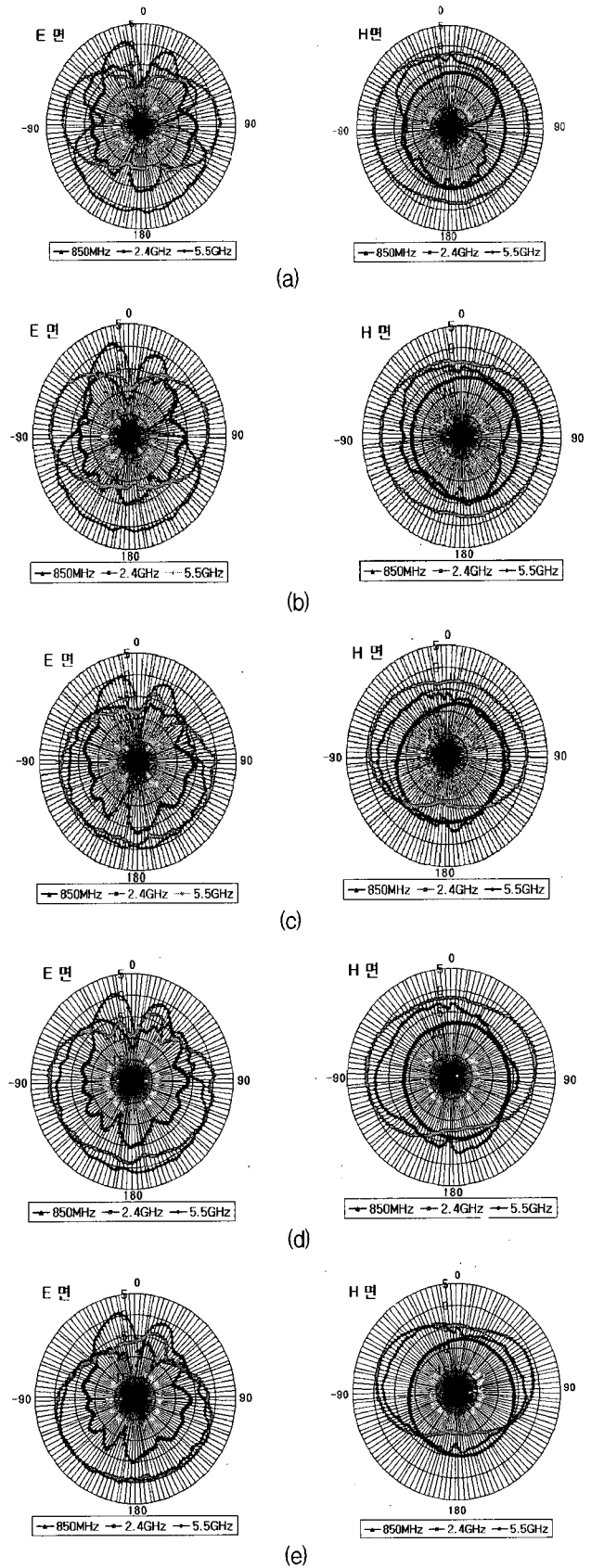


그림 5. 측정된 안테나의 방사패턴
(a) URo1F (b) nURi1F (c) URi2F
(d) URo2F (e) nURi2F

Fig. 5. Radiation pattern of measured antennas.

으로 알 수 있었다.

그림 5는 제작된 안테나의 E 면(X-Z면)과 H 면(X-Y면)의 방사패턴을 무반사 패턴 측정기(SATIMO)로 측정한 결과이다

Propag., vol. 51, pp 2187-2192,, september 2003.

V. 결 론

본 논문에서는 800MHz 대역의 셀룰라 통신대역과 2.3GHz~2.472GHz 대역의 WiBro 통신과 WLAN (IEEE802.11b/g) 통신, 5GHz대역 WLAN (IEEE 802.11a) 통신에서 사용될 수 있는 다양한 형태의 삼중대역 평면형 모노폴 안테나를 설계·제작하여 실험적으로 고찰하였다.

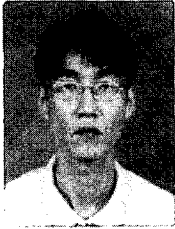
장 방사소자와 중 방사소자를 구부림으로써 안테나 크기를 11% 정도 줄일 수 있고, 구부린 방사소자의 코너를 원형 처리하여 반사손실을 개선시켰다. 대역폭 개선을 위해 장 방사소자의 폭을 부분적으로 넓힌 경우 대역폭은 약 30%~40% 개선되었다.

본 논문에서 설계된 안테나는 PDA, PMP(Portable Multimedia Player), PSP(PlayStation Portable), 노트북과 같은 향후 이동전화와 WiBro, WLAN 서비스가 통합된 유무선통합 멀티미디어 서비스인 FMC(Fixed Mobile Convergence) 서비스의 단말기에 적용될 수 있을 것이다.

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.

저 자 소 개



이 동 철(정회원)
 1992년 경상대학교
 전자재료공학과 학사 졸업
 1994년 경상대학교
 전자공학과 석사 졸업
 1997년 ~ 현재 경상대학교
 전자공학과 박사 과정

1997년 ~ 현재 데이콤종합연구소 선임연구원
 <주관심분야 : 무선통신, 무선랜, 안테나>



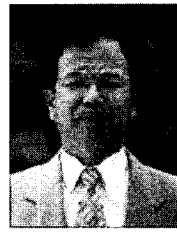
정 영 호(정회원)
 1996년 경상대학교
 전자공학과 학사 졸업
 2001년 경상대학교
 전자공학과 석사 졸업
 2003년 ~ 현재 경상대학교
 전자공학과 박사 과정

1997년 ~ 현재 한국항공 선임연구원
 <주관심분야 : 무선통신, 안테나>



황 호 순(정회원)
 1978년 목포해양전문학교 통신과
 졸업
 1997년 진주산업대학교
 전자계산학과(공학사)
 2002년 경상대학교
 전자공학과(공학석사)

2002년 ~ 현재 경상대학교 전자공학과(박사과정)
 <주관심분야 : 무선통신, 안테나, RF>



이 문 수(정회원)
 1970년 한국항공대학교
 통신공학과 학사 졸업
 1980년 한양대학교
 전자통신공학과 석사 졸업
 1984년 한양대학교
 전자통신공학 박사 졸업

1981년 ~ 1986년 제주대학교 통신공학과 부교수
 1986년 9월 ~ 1987년 8월 미국 COMSAT 연구소
 연구원
 1999년 6월 ~ 1999년 8월 Syracuse 대학교
 방문교수
 2004년 1월 ~ 2005년 2월 미시시피 대학교
 방문교수
 1987년 ~ 현재 경상대학교 전자공학과 정교수
 <주관심분야 : 마이크로파, 무선통신, 안테나>