

논문 2007-44TC-12-10

CPW 급전 삼중대역 내장형 평면 모노폴 안테나 설계

(Design of the CPW-Fed Triple-band Internal Planar Monopole Antenna)

임 정 섭**, 김 철 복*, 장 재 삼**, 이 호 상**, 정 영 호**, 조 동 기**, 이 문 수****

(Jung-Sup Lim, Cheol-Bok Kim, Jae-Sam Jang, Ho-Sang Lee, Young-Ho Jung,
Dong-Ki Cho, and Mun-Soo Lee)

요 약

본 논문에서는 Cellular, PCS, Wibro 대역을 동시에 만족시킬 수 있는 CPW 급전 삼중대역 내장형 평면 모노폴 안테나를 설계하였다. CPW 급전 방식의 모노폴 안테나를 설계함으로써 방사 소자의 크기를 약 $\lambda/4$ 로 줄일 수 있었고, 방사 소자를 구부림으로써 소형화하였다. 그 뿐만 아니라 CPW 급전 방식을 이용함으로써 슬림형 핸드폰에 적용할 수 있는 평면형 안테나로 설계하였다. 안테나 방사 소자의 길이를 조절함으로써 원하는 공진 주파수에서 원하는 특성을 갖도록 설계할 수 있었다. 제작된 안테나의 방사 손실은 각각의 대역폭에서 -7 dB이하의 값을 가졌다. 측정된 방사 패턴은 모노폴 안테나의 방사특성을 나타내었고, 각 대역의 중심주파수에서 이득은 -5.2 dBi, -2 dBi, -0.4 dBi의 값을 가졌다.

Abstract

In this paper, the CPW-fed triple-band internal planar monopole antenna which simultaneously meets the three bands such as Cellular, PCS and Wibro is designed. The size of the radiation elements can be reduced to about $\lambda/4$ by designing the CPW-fed monopole antenna and then we can miniaturize the antenna size by meandering the radiation elements. In addition, we design the planar antenna for the slim-type mobile phone. We can obtain the desired antenna properties by controlling the length of each radiation elements. The measured return loss of the antenna is less than -7 dB at the desired bandwidth. And the measured radiation patterns are similar to that of the monopole antenna. The designed antenna has the gains -5.2 dBi, -2 dBi, -0.4 dBi at each resonant frequencies respectively.

Keywords: CPW-Fed, Meander, Planar Monopole, Triple-Band Antenna

I. 서 론

최근 이동통신 및 위성통신 등 무선통신의 급속한 발달로 인하여 음성 위주의 협대역 통신뿐만 아니라 인터넷, 멀티미디어와 같은 데이터 통신서비스까지 필요로 하고 있다. 이를 위해서는 원하는 주파수 대역에서 규격에 맞는 대역폭을 가져야만 한다. 따라서 음성신호를

위한 주파수 대역인 Cellular(824~894 MHz), PCS (personal communication system: 1750~1990 MHz)와 무선휴대인터넷통신을 위한 Wibro(Wireless broadband service: 2.3~2.4 GHz)의 주파수 대역을 동시에 만족할 수 있는 다중대역 안테나의 설계가 요구되고 있다. 이 뿐만 아니라 휴대전화의 디자인 측면에서 작고 얇은 휴대전화가 선호되고 있으며, 이에 따라 평면형 소형 안테나 제작이 필요하다.

이와 같은 요구에 부응하기 위해 여러 가지 다중대역 안테나가 연구되었다. 대표적인 예로써 적층구조 안테나^[1~2]와 PIFA(planar inverted_F antenna)^[3~4]가 제시되었다. 그러나 이들 안테나는 적층구조 및 공기층으로 인해 안테나 부피가 커지게 되는 단점이 있다. 그 외의

* 학생회원, ** 정회원, 경상대학교 전자공학과
(Gyeongsang National University, Dept. Electronic Engineering)

*** 중신회원, 경상대학교 공학연구원
(Engineering Research Institute, Gyeongsang National University)

접수일자: 2007년9월27일, 수정완료일: 2007년12월13일

다중대역 안테나로써 기생패치안테나^[5], 패치 면에 슬롯 또는 슬릿을 삽입한 안테나^[6~7] 등이 연구되었다. 하지만 이들 안테나 역시 크기가 커서 내장형 안테나로써는 적합하지 않다.

따라서 본 논문에서는 내장형 휴대폰 안테나로써 삼중대역 평면형 모노폴 안테나를 설계하였다. 모노폴 형태로 안테나를 제작함으로써 방사 소자의 크기를 공진 주파수의 $\lambda/4$ 로 줄일 수 있었고, 안테나를 평면 구조로서 구현하기 위해 CPW 급전을 사용하였다. 이는 일반적으로 마이크로스트립 급전방법의 단점인 급전선에 의한 방사를 배제할 수 있어 안테나 효율, 방사패턴 등에서 더욱 양호한 결과를 예측할 수 있다^[8~9]. 설계 주파수는 음성통신과 무선 휴대 인터넷 통신을 동시에 할 수 있도록 휴대전화에서 사용되는 Cellular 대역 및 PCS 대역과 Wibro 대역으로 하였다. 최적화 된 안테나는 각각의 모노폴 길이와 폭을 조절하여 원하는 주파수에서 원하는 대역폭을 만족하였다.

II. 안테나 구조

최근 고성능 항공기, 위성과 미사일 및 이동 통신 분야에서는 두께가 얇고, 무게가 가벼우면서 설치가 용이한 안테나를 요구하고 있으며, 이와 같은 요구를 만족하기 위해 마이크로스트립 안테나가 주로 사용되고 있다. 마이크로스트립 급전방식 중 CPW 급전 방식은 급전선과 접지 면이 동일면상에 놓이므로 MMIC회로와 집적화가 쉽고, 능동 소자와의 접적이 용이하다는 장점

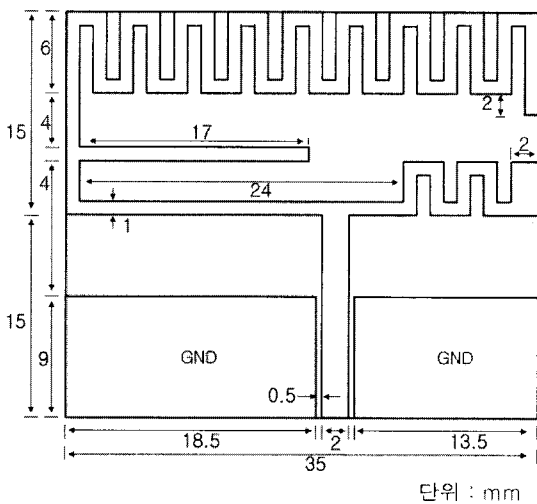


그림 1. CPW 급전 삼중대역 내장형 평면 모노폴 안테나의 구조

Fig. 1. Geometry of the CPW-fed triple-band internal planar monopole antenna.

을 가지고 있다.

그 뿐만 아니라 CPW 구조를 사용함으로써 평면형 모노폴 안테나를 구현할 수 있고, 모노폴 안테나로 설계함으로써 안테나 크기를 약 $\lambda/4$ 로 줄일 수 있다. 그림 1은 본 논문에서 제안된 안테나 구조를 나타낸 것이다. 안테나는 세 개의 방사소자로 구성되어 있으며, 급전점을 중심으로 왼쪽으로 가장 길게 된 방사소자는 Cellular 대역에서 공진을 발생시키며, 가운데 있는 방사소자는 PCS 대역에서 공진을 발생시킨다. 그리고 급전선 오른쪽의 가장 짧은 방사소자는 Wibro 대역에서 방사를 일으키게 된다. 이 때, 방사소자의 길이는 약 공진주파수의 $\lambda/4$ 이며, 이는 모노폴 안테나의 특성과 같다. 원하는 주파수 대역에 맞추어 설계된 방사 소자는 휴대폰에 적용할 수 있는 공간(35×15×0.8mm)내에서 구부림으로써 안테나 전체 크기를 최소화 할 수 있었다.

III. 설계 및 제작

안테나 설계는 유전율 4.4, 기판의 두께가 0.8mm, tangent loss 0.04인 FR4 기판을 사용하였다. 설계된 안테나는 상용 EM simulator인 CST Microwave Studio를 사용하여 최적화하였다.

그림 2~4는 각각의 방사 소자 길이에 따른 반사 손실을 계산한 것이다. 그림 2는 Cellular 대역의 방사소자 길이에 따른 반사 손실을 나타낸 것이다. 방사소자의 길이를 변화시키에 따라 세 가지 대역(Cellular, PCS, Wibro)의 공진 주파수가 모두 조금씩 바뀌어 알 수 있다.

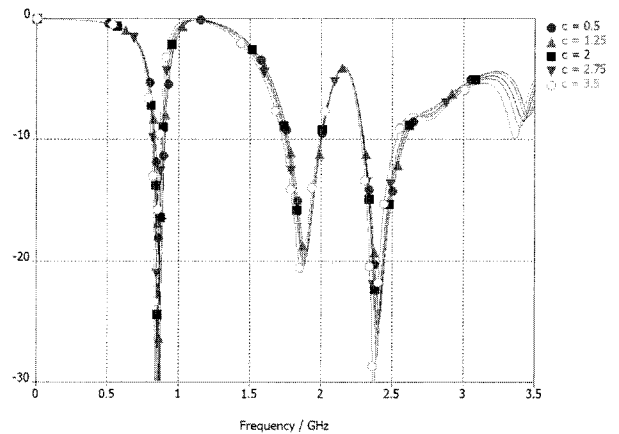


그림 2. Cellular 대역의 방사 소자 길이에 따른 계산된 반사손실

Fig. 2. Simulated return losses according to the lengths of the radiation element for Cellular band.

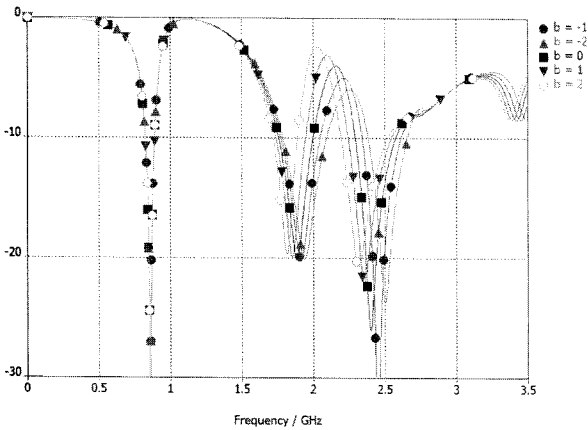


그림 3. PCS 대역의 방사 소자 길이에 따른 계산된 반사 손실

Fig. 3. Simulated return losses according to the lengths of the radiation element for PCS band.

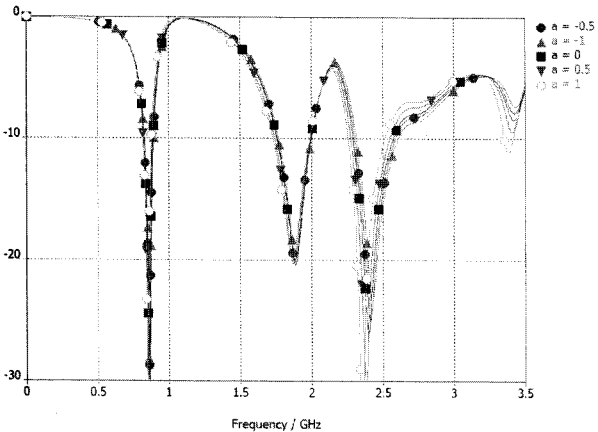


그림 4. Wibro 대역의 방사 소자 길이에 따른 계산된 반사손실

Fig. 4. Simulated return losses according to the lengths of the radiation element for Wibro band.

표 1. 안테나의 설계 값

Table 1. Design parameters of antennas.

	Cellular	PCS	Wibro
공진 주파수	854 MHz	1.8 GHz	2.35 GHz
소자 총 길이	127 mm	40 mm	32 mm
선로 폭	1 mm	1 mm	1 mm
급전선 폭	2 mm	2 mm	2 mm

그림 3은 PCS 대역의 방사 소자 길이에 따른 반사 손실을 나타낸 것으로서 Cellular 대역의 공진 주파수를 제외하고, PCS 및 Wibro 대역의 공진 주파수가 변화함을 알 수 있다. 마지막으로 그림 4는 Wibro 대역의 방사 소자 길이에 따른 반사 손실로써 Cellular 와 PCS 대역의 공진 주파수는 변화가 거의 없고, Wibro 대역에서만 공진 주파수가 변화함을 볼 수 있다. 이러한 특성

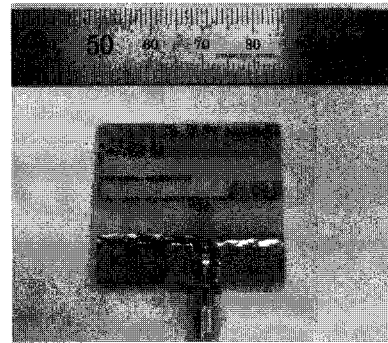


그림 5. 제작된 안테나 사진

Fig. 5. Photograph of the fabricated antenna.

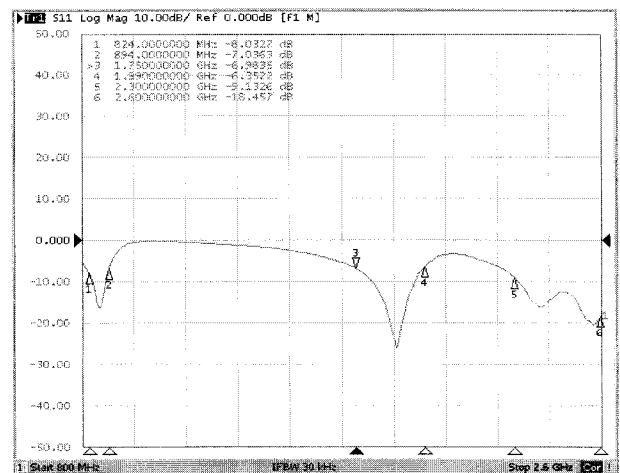


그림 6. 제작된 안테나의 반사손실

Fig. 6. Return loss of the fabricated antenna.

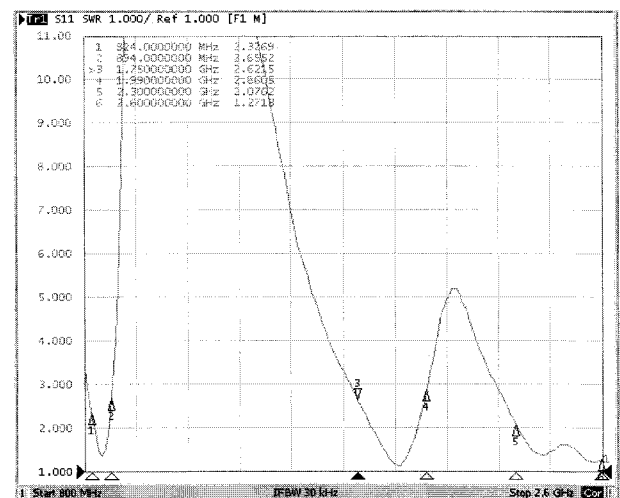


그림 7. 제작된 안테나의 VSWR

Fig. 7. VSWR of the fabricated antenna.

을 바탕으로 원하는 주파수 대역인 Cellular, PCS 와 Wibro 대역을 동시에 만족하도록 방사 소자의 길이를 조절하여 최적의 안테나를 설계하였다.

표 1은 설계된 안테나의 설계치를 나타낸다. Cellular

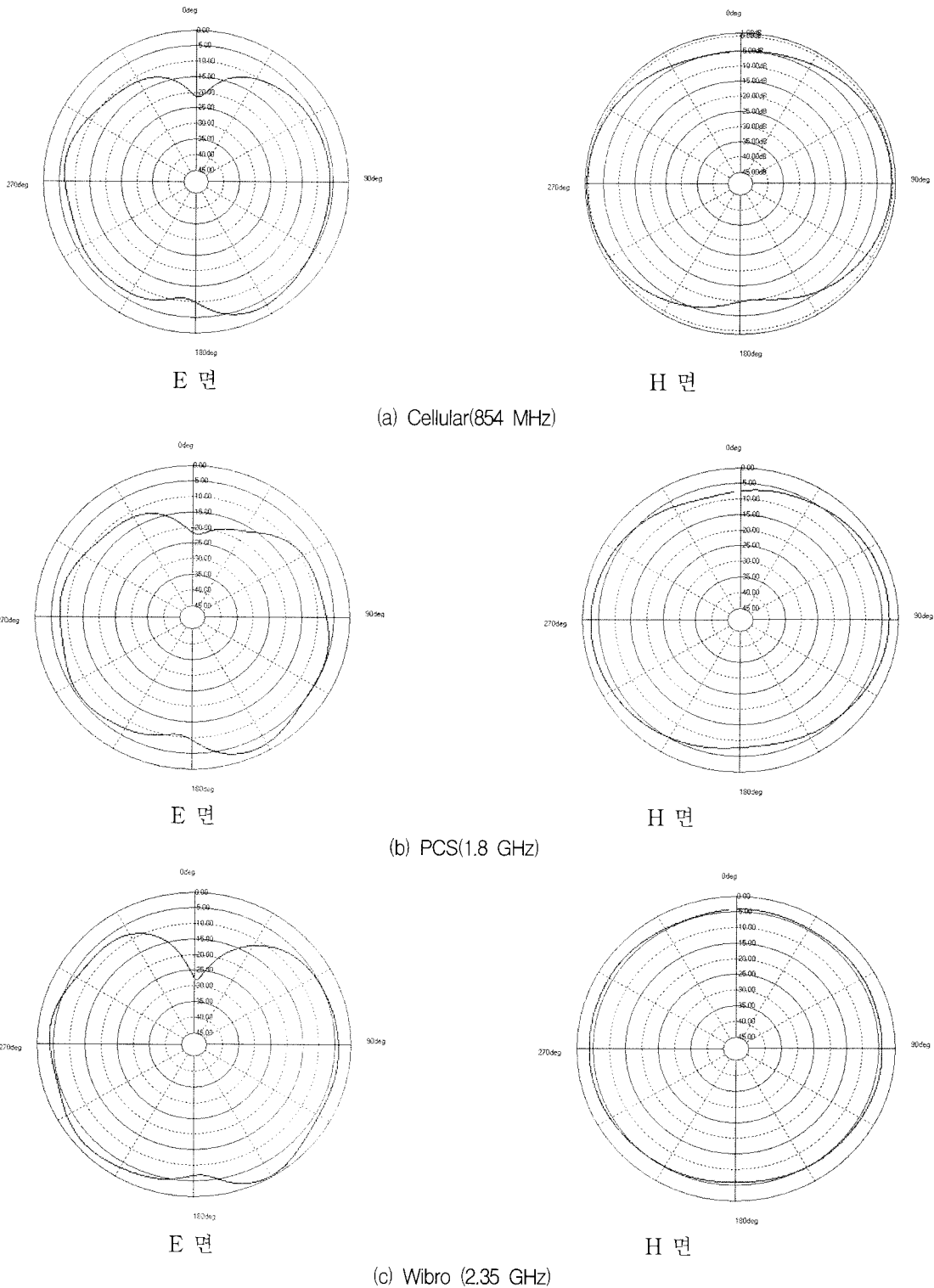


그림 8. 제작된 안테나의 방사 패턴

Fig. 8. Radiation patterns of the fabricated antenna.

대역과 PCS, Wibro에서 공진하는 방사 소자의 길이는 각각 127mm, 40mm, 32mm로써 공진주파수의 0.25λ , 0.24λ , 0.26λ 이며, 방사 소자의 폭은 1mm로 하였고, 급전선의 폭은 2mm로 하였다.

그림 5는 제작된 안테나의 사진이다. 제작된 안테나는 벡터 회로망 분석기(Agilent Technologies E5062A (300 KHz~3 GHz))를 사용하여 방사 손실과 VSWR를 측정하였고, 그림 6과 그림 7에 나타내었다. 제작된 안

테나는 824~894 MHz, 1.75~1.99 GHz와 2.3~2.6 GHz 대역에서 -7 dB 이하의 반사 손실과 3 dB 이하의 VSWR을 가졌다.

그림 8은 제작된 안테나의 방사 패턴 측정 결과를 나타낸 것이다. 측정된 방사 패턴은 모노폴 안테나의 것과 유사하게 무지향적인 특성이 나타났다. 측정된 방사 패턴으로부터 계산된 안테나의 이득은 854 MHz에서 -5.2 dBi, 1.8 GHz에서 -2 dBi, 2.35 GHz에서 -0.4dBi의 비교적 높은 이득을 가졌다.

IV. 결 론

본 논문에서는 Cellular 대역(824~894 MHz)과 PCS 대역(1750~1990 MHz), 그리고 Wibro 대역(2.3~2.4GHz)을 동시에 만족하는 CPW 급전 삼중대역 내장형 평면 모노폴 안테나를 설계하였다. 슬림형 소형 핸드폰에 적용하기 위하여 CPW 급전 방식의 평면형 안테나로 설계하였고, 모노폴 안테나로 설계함으로써 방사소자의 크기를 약 $\lambda/4$ 크기로 줄였다. 그리고 방사소자를 구부림으로 인해 안테나 크기를 소형화 하였다.

안테나 방사 소자의 길이를 조절함으로써 원하는 주파수 대역에서 원하는 특성을 갖도록 최적화 하였다. 제작된 안테나는 원하는 대역에서 -7dB이하의 반사 손실값을 가졌고, 측정된 방사패턴은 모노폴 안테나의 방사 패턴과 유사하였으며, 휴대폰에 적합한 무지향 방사 특성을 나타내었다.

참 고 문 헌

- [1] Y. X. Guo and G. S. Tan, "New compact six-band internal antenna." *IEEE antennas wireless propagation letters*, vol. 3, pp.259-297, June. 2004.
- [2] I. Ang, B. L. Ooi, "A broad band stacked microstrip patch antenna," *APMC2005 proceeding*.
- [3] W. I. Kwak, S. O. Park, J. S. Kim, "A folded planar inverted-F antenna for GSM/DCS/Bluetooth triple-band application," *IEEE antennas and propagation letters*, vol. 5, 2006.
- [4] H. Park, K. Chung, J. Choi, "Design of a planar inverted-F antenna with very wide impedance bandwidth," *IEEE Microwave and Wireless components letters*, vol. 16, no. 3, March 2006.
- [5] H. Park, K. Chung, J. Choi, "Design of a planar inverted-F antenna with very wide impedance bandwidth," *IEEE Microwave and Wireless*

- components letters*, vol. 16, no. 3, March 2006.
- [6] K. L. Wong, J. Y. Sze, "Dual-frequency slotted rectangular microstrip antenna," *Electron. Lett.* 33. 1368-1370, July 9, 1998.
- [7] J. H. Lu, K. L. Wong, "Dual frequency rectangular microstrip antenna with embedded spur lines and integrated reactive loading," *Microwave Opt. technol. Lett.* 21, 272-275, May 20, 1999.
- [8] C. A. Balanis, "Monopole Antennas", in *Antenna Theory and Design. New York : Wiley*, 1997, ch 4.
- [9] Melvin M. Weiner, "Monopole Antennas", *New York : Marcel Derrer*, 2003, pp. 49-69.

— 저 자 소 개 —



임 정 섭(정회원)
 1998년 경상대학교 전자공학과 학사
 2000년 경상대학교 전자공학과 석사
 2001년~현재 경상대학교 전자공학과 박사과정

1999년~현재 KT 재직
 <주관심분야 : Metamaterials, 마이크로파, 이동통신, ANT>



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

2000년~현재 한국항공 선임연구원 재직
 <주관심분야 : 무선통신, 안테나, 전자장 수치해석>



김 철 복(학생회원)
 2006년 경상대학교 전자공학과 학사
 2006년~현재 경상대학교 전자공학과 석사과정

<주관심분야 : 안테나 설계, RF회로, 전자장 수치해석, Particle swarm optimization, Metamaterials>



조 등 기(정회원)
 1999년 경상대학교 전자공학과 학사
 2001년 경상대학교 전자공학과 석사
 2004년~현재 경상대학교 전자공학과 박사과정

2001년~현재 한국소니전자 재직
 <주관심분야 : 이동통신, RF, PLL, ANT>



장 재 삼(정회원)
 1997년 경상대학교 전자공학과 학사
 1999년 경상대학교 전자공학과 석사
 2002년~현재 경상대학교 전자공학과 박사과정

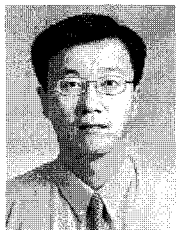
2002년~현재 (주)A-Telecom 재직
 <주관심분야 : 이동통신, RF, PLL, ANT>



이 문 수(종신회원)
 1970년 한국항공대 항공통신공학과 학사
 1980년 한양대학교 전자통신공학과 석사
 1984년 한양대학교 전자통신공학과 박사

1981년~1986년 제주대학교 통신공학과 부교수
 1986년~1987년 미국 COMSAT연구소 연구원
 1997년~1999년 경상대학교 부설 정보통신연구센터 소장

1998년~2000년 전자파학회 영남지부 지부장
 2004년~2005년 미시시피대학교 방문교수
 1986년~현재 경상대학교 전자공학과 교수
 <주관심분야 : 마이크로파, 이동통신, ANT, GIS>



이 호 상(정회원)
 1994년 경상대학교 전자공학과 학사
 1997년 경상대학교 전자공학과 석사
 2005년~현재 경상대학교 전자공학과 박사과정

1994년~현재 한국수자원공사 재직
 <주관심분야 : 레이더 시스템, 무선통신, ANT>