

휴대 방송용 단말기에 적합한 다중 대역 및 광대역 안테나 설계

Design of a Multi-Band and Wide-Band Antenna for a Portable Broadcasting Terminal

김정표 · 김기호 · 양묘근 · 성원모

Jeongpyo Kim · Giho Kim · Myoguen Yang · Wonmo Seong

요 약

본 논문에서는 휴대 방송용 기기에 적합한 다중 대역 및 광대역 안테나를 제안한다. 제안된 안테나는 두 복사체의 공진 주파수를 인접시킴으로써 DVB-H 서비스 대역에서의 광대역 특성을 만족시키고, 체배 주파수를 이용하여 DAB 서비스 대역에서 동작 가능케 한다. 3개의 공진 주파수 조정함에 있어서 상호 영향이 적기 때문에 비교적 쉽게 대역폭을 만족시킬 수 있다. 제작된 안테나는 DVB-H 서비스 대역인 470~740 MHz와 DAB 서비스 대역인 1,450~1,480 MHz 대역에서 VSWR 2:1 이하의 특성을 가지며, 각각 1.97~4.10 dBi와 1.98~2.04 dBi의 최대 이득 특성을 갖는다.

Abstract

The multi-band and wide-band antenna for a portable broadcasting terminal is proposed. The proposed antenna consists of two radiators with a parallel structure. The antenna has an enough wide impedance bandwidth for the DVB-H(Digital Video Broadcasting-Handheld) service band since two radiators have adjacent resonance frequencies and operates in the DAB(Digital Audio Broadcasting) service band using the third harmonic of the radiator 1. The fabricated antenna has VSWR characteristics of less than 2:1 in the frequency band 470~740 MHz for DVB-H and 1,450~1,480 MHz for DAB. The measured peak gain of the antenna is 1.97~4.10 dBi in the DVB-H band and 1.98~2.04 dBi in the DAB band.

Key words : DVB-H, DAB, UHF, Wide-band Antenna, Multi-band Antenna

I. 서 론

통신 서비스와 방송 서비스의 융합에 힘입어 기존의 DAB 방송을 비롯하여 위성을 이용하는 S-DMB 서비스와 기존의 통신망을 이용할 수 있는 T-DMB, DVB-H, Media-FLO 등의 휴대 방송 서비스에 대한 관심이 급증하고 있다. 이러한 서비스들이 초기 제안되었을 때는 각 서비스별 지역이 국한되었

으나, 시간이 흐름에 따라 동일 지역에 복수 표준을 채택하게 됨으로써 단말기 구현 방식에 따라 하나 또는 그 이상의 방송 서비스를 이용할 수 있게 되었다. 따라서 안테나 또한 각 서비스 대역을 만족시킬 수 있는 다중 대역 안테나 개발이 필요하다.

방송용 안테나로 가장 널리 사용되고 있는 모노폴 안테나는 약 10~15 %의 제한된 대역폭을 가지며, 체배 주파수 이외의 다중 대역 특성을 얻기 어렵기

「본 논문은 정보통신부 및 정보통신연구진흥원의 2006년도 정보통신선도기반기술개발사업의 연구결과로 수행되었습니다.」

이엠파블유 안테나 연구소(E.M.W. Antenna Lab.)

· 논문 번호 : 20061206-149

· 수정완료일자 : 2007년 1월 15일

때문에 성능 개선을 위해 다양한 방법들이 적용되고 있다^{[1],[2]}. 하지만 이러한 안테나들은 대역 확장과 함께 안테나 체적이 커지기 때문에 휴대 방송용 단말기에 적용하기 어렵다. 또한 광대역 및 다중 대역 특성을 갖는 내장형 안테나는 성능을 만족시키기 위해 접지면의 구조가 주요 설계 요소로 설정되어 실제 단말기 적용 시에 큰 예로 사항이 발생할 수 있다^{[3],[4]}.

본 논문에서는 DVB-H 및 L 대역 DAB 서비스용 단말기에 적용 가능한 다중 대역 및 광대역 안테나를 구현하고자 한다. DVB-H 대역의 경우, UHF(470~740 MHz) 대역을 사용하기 때문에 44 % 이상의 광대역 특성이 요구되며, 동시에 DAB용 L 대역(1,450~1,480 MHz)까지 만족해야 하기 때문에 다중 대역 기법이 요구된다. 따라서 휴대 방송용 단말기에 적용하기 쉽도록 일반적인 모노폴 안테나 동작 원리를 바탕으로 다중 대역 및 광대역 안테나를 제안한다.

II. 다중 대역 및 광대역 안테나 설계

본 논문에서 제안하는 안테나 구조는 그림 1과 같다. 안테나는 2개의 복사체로 구성되어 있으며, 미세

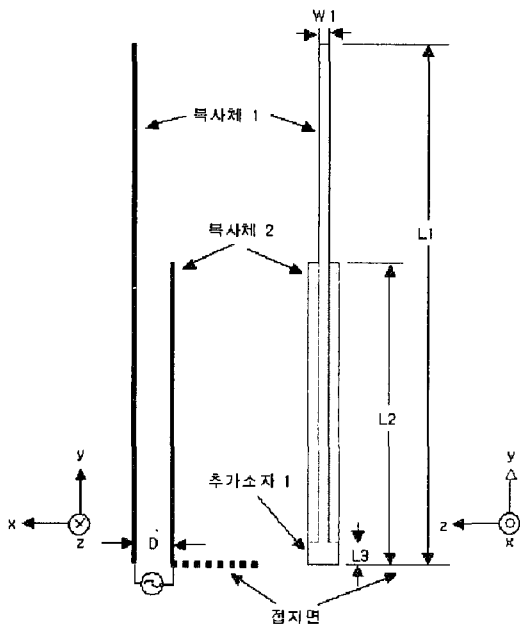


그림 1. 제안된 안테나 구조
Fig. 1. Proposed antenna structure.

조정을 위해 추가 소자 1이 복사체 1에 추가되었다. 이때 복사체 1은 급전 선로에 의해 신호가 급전되고, 복사체 2는 복사체 1과 평행 구조를 갖도록 접지면과 연결함으로써 두 복사체의 각 공진 주파수 조정과 두 복사체 간의 전자기 결합을 이용할 수 있도록 구성하였다. 또한 그림에는 표시되지 않았지만, 설계하고자 하는 안테나는 유전체 덮개로 덮여 있다.

제안된 안테나의 주요 설계 파라미터는 복사체 1의 길이 L_1 과 폭 W_1 , 복사체 2의 길이 L_2 , 두 복사체의 간격 D , 추가소자 1의 높이 L_3 등이 있고, 안테나 시뮬레이션은 CST사의 MWS 5.1을 이용하였다^[5].

그림 2는 각 파라미터 변화에 따른 안테나의 반사 손실 특성을 보여주고 있다. 그림 2(a)와 (b)는 각각 복사체 1의 길이 L_1 과 복사체 2의 길이 L_2 의 영향에 따른 반사 손실 특성을 나타낸다. 첫 번째 공진 주파수 f_1 과 셋째 공진 주파수 f_3 는 L_1 에 의해 조정되고, 두 번째 공진 주파수 f_2 는 L_2 에 의해 조정됨을 확인할 수 있다. 즉, f_1 과 f_2 는 각각 복사체 1과 복사체 2의 기본 공진 주파수이고 f_3 는 복사체 1의 체배 공진 주파수임을 확인할 수 있으며 이를 통해 보다 쉽게 이중 대역 및 광대역 특성을 얻을 수 있다. 또한 두 복사체 간의 간격 및 복사체 1의 폭을 이용하여 두 복사체 사이의 전자기 결합도를 조정할 수 있으며 그림 2(c)와 (d)를 통해 확인할 수 있다. 여기서 W_1 이 커질수록 또는 D 가 작아질수록 f_2 공진 특성은 사라지는데 이는 두 복사체의 전자기 결합도가 커짐에 따라 각 복사체가 상호 강하게 영향을 미치기 때문이다. 따라서 광대역 특성을 얻기 위해서는 각 공진 주파수가 독립적으로 조정될 수 있도록 결합도를 낮춰야 한다.

한편 DAB 대역에서의 보다 우수한 임피던스 정합 특성을 얻기 위해 추가 소자 1을 복사체 1에 추가하였고, L_3 가 커질수록 각 공진 주파수는 크게 변하지 않고 f_3 의 반사 손실이 보다 작아짐을 그림 2(e)를 통해 확인할 수 있다. 하지만 L_3 가 커질수록 두 복사체 간의 결합도가 증가하고 f_2 에 영향을 미치기 때문에 성능 요구 조건을 동시에 만족시킬 수 있는 최적 구조를 찾아야 한다. 최종 설계된 안테나의 각 파라미터 값은 표 1과 같다.

그림 3은 최종 설계된 안테나의 VSWR 특성을 보여준다. 설계 목표인 DVB-H 대역인 470~740 MHz

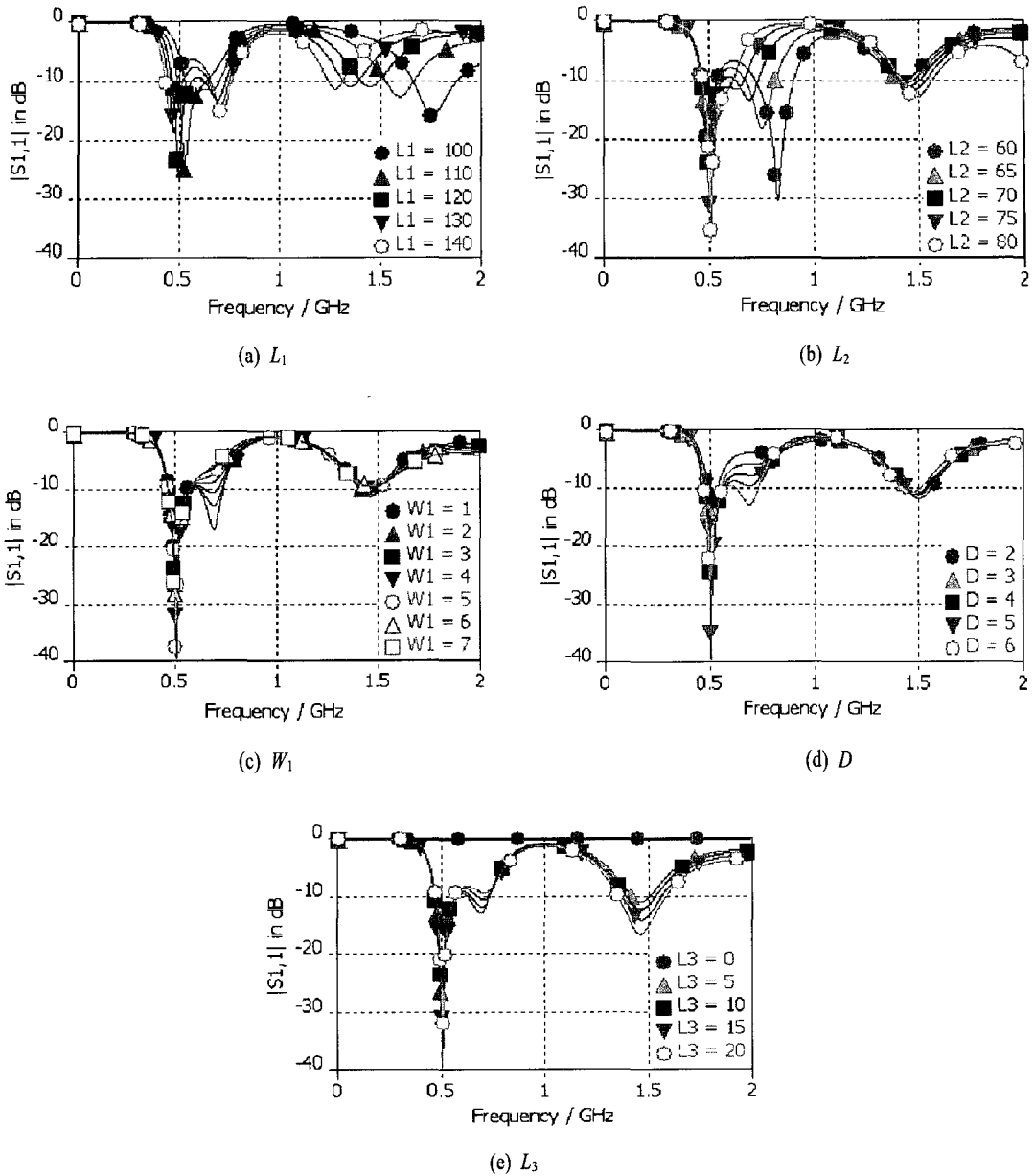


그림 2. 안테나 구조에 따른 반사 손실 특성
Fig. 2. Return loss characteristics.

과 DAB 대역인 1,450~1,480 MHz에서 모두 VSWR 이 2:1 이하임을 확인할 수 있으며, 이때 각 공진 주파수는 $f_1=500$ MHz, $f_2=700$ MHz, $f_3=1,465$ MHz이다. 두 복사체에 의한 각 공진 주파수 500 MHz, 700 MHz, 1,465 MHz에서의 전류 흐름은 그림 4에서 보여준다. 그림 4(a)로부터 복사체 1이 f_1 에 대해 $\lambda/4$ 모노폴 안테나와 동일한 전류 분포를 보여주고 있

고, 그림 4(b)로부터 복사체 2의 길이가 f_2 에 대해 $\lambda/4$ 모노폴 안테나와 동일한 전류 분포를 가짐을 확인할 수 있다. 또한 f_3 는 복사체 1이 $3\lambda/4$ 모노폴 안테나로 동작하기 때문에 체배 성분임을 그림 4(c)에서 보여준다. 따라서 각 공진 주파수 성분들은 두 복사체의 최소 이격 거리가 확보되면 비교적 독립적으로 동작함을 알 수 있고, 이로부터 주변 환경 변화에

표 1. 최종 설계된 안테나 크기

Table 1. Dimensions of the final designed antenna.

L_1	119 mm
L_2	71 mm
L_3	5 mm
W_1	2 mm
D	6 mm
접지면 크기	$150 \times 100 \times 0.4 \text{ mm}^3$
안테나 전체 크기	$121 \times 11 \times 10 \text{ mm}^3$

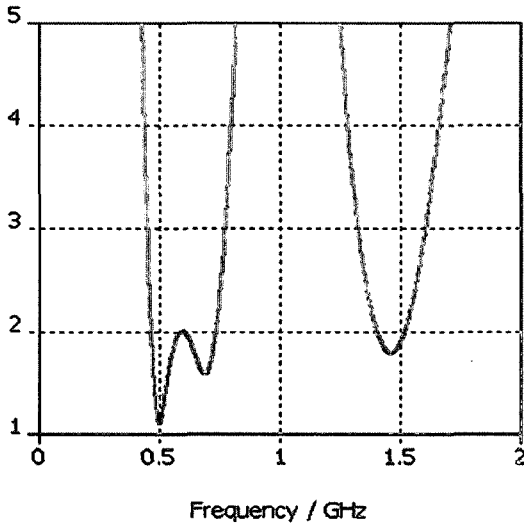


그림 3. VSWR 특성

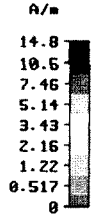
Fig. 3. Characteristic of the VSWR.

따라 보다 쉽게 안테나를 조정 및 구현할 수 있다.

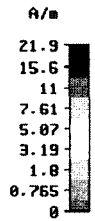
III. 제작 및 측정 결과

그림 5는 구현된 안테나 사진이다. 안테나는 두께 0.2 mm의 동판으로 만들어졌고, 유전체 덮개 내부에 실장되며, 그 내부 구조는 그림 1과 같다. 이때 접지면은 두께 0.4 mm의 FR-4 기판을 이용하였으며, 일반적인 전용 단말기 크기를 고려하여 $150 \times 100 \text{ mm}^2$ 의 크기를 갖도록 구현하였다.

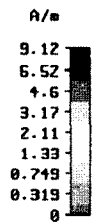
제작된 안테나의 임피던스 특성은 그림 6과 같다. 요구되는 DVB-H 대역 및 DAB 대역에서 모두 VSWR 2:1 이하를 만족함으로 확인할 수 있다. 그림 7은 제작된 안테나의 최대 이득 및 평균 이득을 보여 준다. DVB-H 대역에서는 1.97~4.10 dBi의 최대 이



(a) 500 MHz



(b) 700 MHz



(c) 1,465 MHz

그림 4. 전류 분포

Fig. 4. Current distribution.

득과 $-0.55 \sim -0.77 \text{ dBi}$ 의 평균 이득 특성을 가지며,

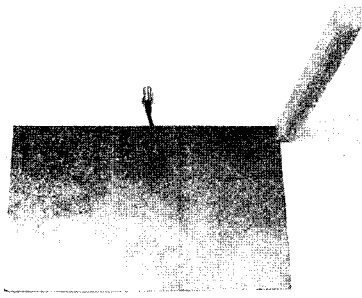


그림 5. 구현된 다중 대역/광대역 안테나
Fig. 5. Fabricated multi/wideband antenna.

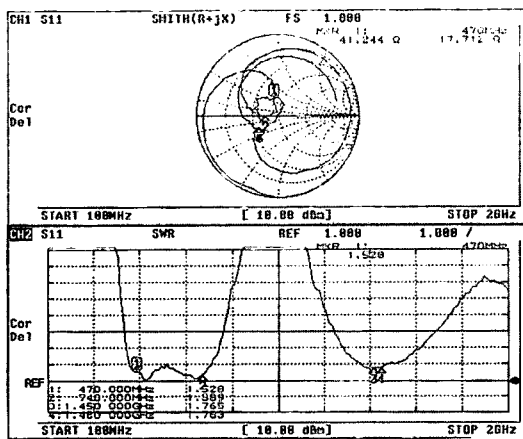


그림 6. 측정된 VSWR 특성
Fig. 6. Measured VSWR characteristic.

DAB 대역에서는 1.98~2.04 dBi의 최대 이득과 -1.11~-1.06 dBi의 평균 이득 특성을 갖는다.

그림 8은 각 공진 주파수에서의 3차원 방사 패턴

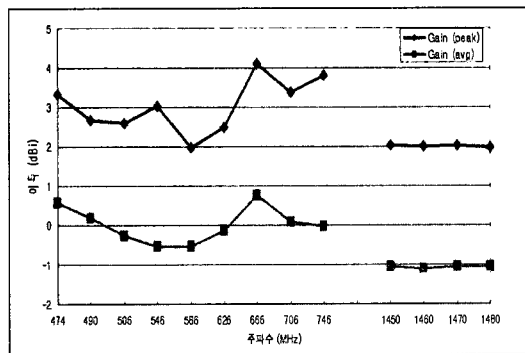
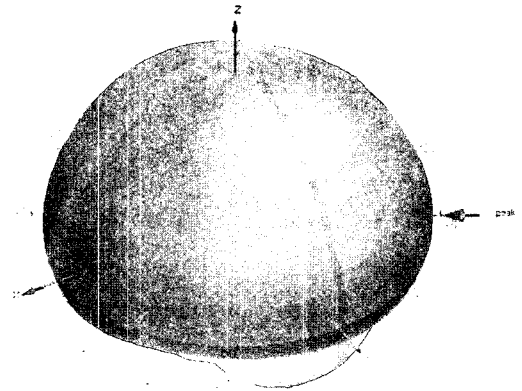
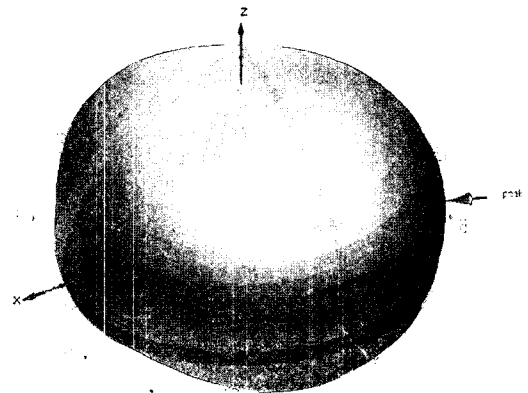


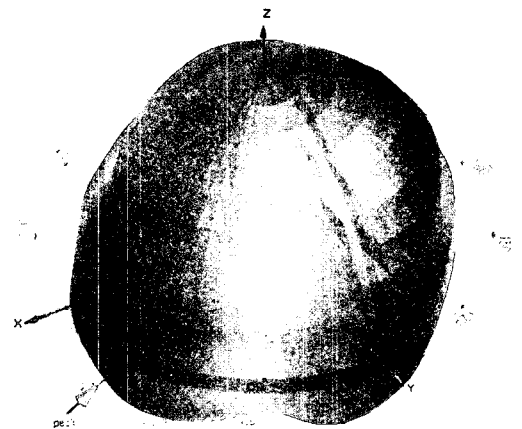
그림 7. 측정된 안테나 이득
Fig. 7. Measured antenna gain characteristics.



(a) 500 MHz



(b) 700 MHz



(c) 1,465 MHz

그림 8. 측정된 방사 패턴
Fig. 8. Measured radiation patterns.

을 보여준다. 그림 8(a)와 (b)로부터 500 MHz와 700 MHz에서는 안테나 복사체의 기본 공진 주파수 성분이기 때문에 방사 패턴이 안테나의 수직 방향으로 무지향 특성을 확인할 수 있다.

IV. 결 론

본 논문에서는 현대 방송용 기기에 적합한 다중 대역 및 광대역 안테나를 설계 및 구현하였다. 설계된 안테나는 적당한 이격 거리를 갖는 두 개의 복사체로 구성되며, 이때 두 복사체의 공진 주파수를 인접시킴으로써 DVB-H 서비스를 위한 UHF 대역에서의 광대역 특성을 만족시키고, 체배 주파수를 이용하여 DAB 서비스를 위한 L 대역에서 동작 가능케 함으로써 3개의 공진 주파수 조정함에 있어서 상호영향이 적고 비교적 쉽게 대역폭을 만족시킬 수 있었다. 제작된 안테나는 DVB-H 대역인 470~740 MHz와 DAB 대역인 1,450~1,480 MHz 대역에서 VSWR 2:1 이하의 특성을 가지며, 각각 1.97~4.10 dBi와 1.98~2.04 dBi의 최대 이득 특성을 갖는다. 따라서 DVB-H 및 DAB 서비스용 현대 방송용 단말기

에 쉽게 적용할 수 있을 것으로 예상된다.

참 고 문 헌

- [1] M. J. Ammann, Z. N. Chen, "A wide-band shorted planar monopole with bevel", *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, vol. 51, no. 4, pp. 901-903, Apr. 2003.
- [2] K. G. Thomas, N. Lenin, and M. Sreenivasan, "Wide-band dual sleeve antenna", *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, vol. 54, no. 3, pp. 1034-1037, Mar. 2006.
- [3] C. Su, L. Chou, C. Lin, and K. Wong, "Internal DTV receiving antenna for lptop appliction", *Micro-wave and Optical Technology Letters*, vol. 44, no. 1, pp. 4-6, Jan. 2005.
- [4] 서동현, 유연식, 전승길, 최재훈 "현대기기 내장형 디지털 TV용 폴디드 모노폴 안테나 설계", 2006년도 추계 마이크로파 및 전자전파 학술대회, 29(2), pp. 112-116, 2006년 9월.
- [5] CST Corporation, Tech. Rep., CST MWS 5.1, 2005.

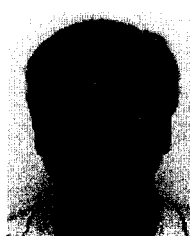
김 정 표



2000년 2월: 제주대학교 통신공학과 (공학사)
 2002년 2월: 한양대학교 전자통신전파공학과 (공학석사)
 2002년 3월~현재: 한양대학교 전자통신전파공학과 박사과정
 2004년 2월~현재: (주)EMW Antenna 선임연구원

[주 관심분야] 마이크로파 소자 및 시스템, 전자파 수치해석, 안테나 설계

양 묘 근



1995년 2월: 단국대학교 전자공학과 (공학사)
 1997년 2월: 단국대학교 전자공학과 (공학석사)
 2000년 2월~현재: (주)EMW Antenna 수석연구원
 [주 관심분야] 소형안테나

김 기 호



2000년 2월: 단국대학교 전자공학과 (공학사)
 2002년 2월: 단국대학교 정보통신공학과 (공학석사)
 2000년 1월~2004년 10월: 주식회사 하이게인 안테나
 2004년 11월~현재: (주)EMW Antenna 책임연구원

[주 관심분야] 소형안테나

성 원 모



1995년 2월: 단국대학교 전자공학과 (공학사)
 1997년 2월: 단국대학교 전자공학과 (공학석사)
 2007년 2월: 단국대학교 전자공학과 (공학박사)
 1998년 6월~현재: (주)EMW Antenna 연구소장

[주 관심분야] 안테나 설계 및 해석