

논문 2011-4-23

# 휴대용 단말기를 위한 블레이드 하이브리드 안테나

## Vlade Hybrid Antenna for the Mobile Phone Handset Terminal

오규종\*, 손태호\*\*

Kyujong Oh, Taeho Son

**요약** 최근 휴대단말기는 다양한 기능이 첨가되고 슬림화와 소형화 추세에 따라 내장형 안테나의 수납공간이 더욱 협소해지고 있다. 또 안테나가 복잡한 부품으로 둘러싸인 단말기 내부의 좁은 공간에 수납됨으로서 대역폭 확보가 어렵고 임피던스가 낮아지게 된다. 게다가 주변의 부품들에 의한 편파 손실이 추가됨으로써 낮은 효율로 인해 원하는 안테나 이득을 발생시키는데 어려움이 따른다. IFA는 모노폴 안테나를 변형시킨 ILA(Inverted L Antenna)를 기본으로 하는 낮은 프로파일(low profile) 구조의 안테나로, 휴대폰 내장형 안테나에 적합한 여러 장점을 가지고 있으나 모노폴 안테나에 비해 이득이 떨어지고 대역폭이 좁은 단점을 가지고 있다.

본 논문에서는 커플링 급전 구조를 사용한 블레이드 하이브리드 안테나를 제안한다.

**Abstract** In recent years mobile phone handset terminal has tended to have additional various functions and slim and light weight, and its internal space is getting smaller and narrower. According to complex parts, small and narrow inner space is caused not sufficient bandwidth and lower impedance. Moreover, additional polarization loss by the surrounding parts produces is lower effectiveness and increases difficulties for getting the antenna gain. For IFA is low profile structure based on the ILA(Inverted L Antenna) which is transformed from the monopole antenna. While this antenna has lots of advantages in internal antenna of mobile phone, it has some disadvantage of reduced bandwidth and gains compared with monopole antenna. In this paper, propose vlade hybrid antenna use for the coupling structure.

**Key Words** : Antenna, Hybrid, Vlade

### 1. 서론

최근 이동통신의 급속한 발전은 휴대 단말기를 이용하여 다양한 서비스를 제공하게 되었고 안테나의 소형화에 대한 연구가 꾸준히 이루어지고 있다. 안테나의 형태도 기존의 외장 안테나에 비해 밴드대역이나 이득 특성이 나뉘어도 불구하고 휴대폰 디자인의 다양성 때문에 내장형이 적용되고 있다. 내장형 안테나는 2000년대 초반부터 개발되어 휴대 단말기에 적용되고 있다. 당시 내

장형 안테나의 이득 및 방사특성은 외장형 안테나의 비하여 매우 크게 뒤떨어졌었다. 그러나 내장형 안테나의 방사효율 증대에 대한 꾸준한 연구로 인해 근래에는 외장형 안테나와 비슷하거나 오히려 더 양호한 특성의 수준까지 이르고 있다.

휴대폰 내장형 안테나는 IFA(Inverted F Antenna)를 시작으로 chip, PIFA, 모노폴, 브랜치라인 등의 안테나로 발전해 왔다. 그러나 소형화 추세에 따라 부피가 큰 여타의 안테나는 더 이상 적용되지 못하고, IFA 및 chip 안테나로 회귀되고 있다. chip의 경우 크기는 작은 장점을 가지고 있으나, 대역이 좁고 효율이 떨어지는 단점을 가지고 있다.

이동통신 단말기용 안테나는 소형화와 다중 대역 동

\*정회원, 가천의과대학교 보건행정과

\*\*정회원, 순천향대학교 정보통신공학과(교신저자)

접수일자 2011.6.29, 수정완료 2011.7.25

게재확정일자 2011.8.12

작이 요구된다. 안테나의 소형화는 이득 및 효율을 감소, 협대역 특성으로 인하여 다중 대역 동작을 어렵게 한다 [4].

내장형 안테나의 소형화를 위해 접힌 모노폴 안테나 (Folded monopole Antenna) 및 IFA(Inverted F Antenna)가 연구되어 왔는데, 접힌 모노폴 안테나는 광대역을 갖는 반면 부피가 크고, IFA는 크기가 작은 반면 다중대역 특성을 갖기 어렵다.

내장형 안테나에서 추가적인 대역 특성을 갖기 위한 방법으로는 기생소자나 브랜치 소자를 사용하는 방법과, 별도의 외부 정합 구조를 사용하는 방법이 있다. 기생 소자(parasitic element)나 브랜치 소자(branch element)를 사용하는 경우, 부가적인 공간이 필요하며, 외부 정합 구조를 사용하는 경우 역시 별도의 시스템 공간이 필요하며, 삽입 손실을 증가시킬 수 있다 [2][3][4][5].

본 논문에서는 커플링 급전 구조를 사용한 블레이드 하이브리드 안테나를 제안하여 CDMA, GSM, DCS, USPCS, WCDMA, WiBro, WiFi 대역에서 동작하는 안테나 제작하여 이동통신 단말기용 안테나로써 사용 가능성을 보인다.

## II. 안테나 구조 및 특성

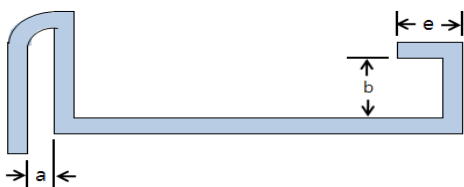


그림 1. 접힌 모노폴 안테나 모델  
Fig. 1. folded monopole antenna model

그림 1에 기존에 사용되어온 접힌 모노폴 안테나의 대표적인 형태를 보이고 그림 2에 a, b, c 파라미터를 조절하여 최적화된 S11 특성을 보였다.

그림 3은 하이브리드 형태를 구성하기 위하여 이 논문에서 제안한 Monopole 안테나의 기본구조이고, 그림 4는 a, b, c 파라미터를 최적화하여 측정된 모노폴 안테나의 VSWR로 넓은 대역을 가진다. Monopole 안테나는 접힌 구조를 통해 직렬 커패시턴스 성분을 보상시키고, 물리적인 길이를 조절하여 이득을 높일 수 있고 또한 넓은 대

역폭을 가진다. 하지만 기존의 Monopole 안테나의 경우 프레스 공법으로 생산함으로써 생산 단가가 높다는 문제를 가지고 있다.

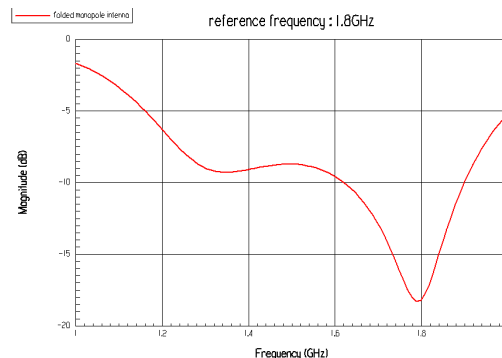


그림 2. 최적화된 S11 특성  
Fig. 2. optimize characteristic S11

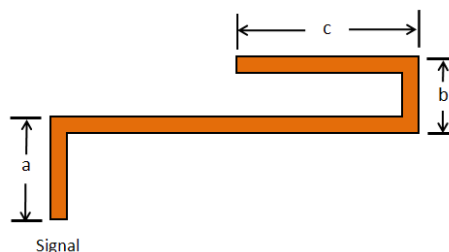


그림 3. 새로운 접힌 모노폴 안테나  
Fig. 3. new folded monopole antenna

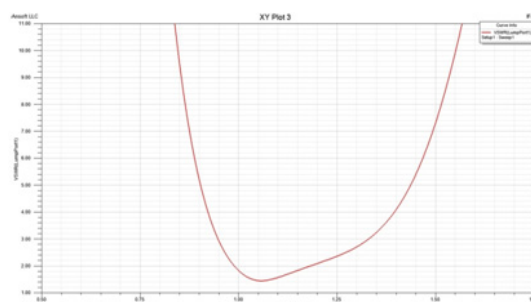


그림 4. 안테나의 VSWR  
Fig. 4. Measured VSWR

그림 5는 IFA형 안테나 구조이다. IFA는 부피가 작은 반면에 대역폭이 좁은 단점이 있다. 그림 6은 IFA형 안테나의 VSWR이다. Monopole 안테나에 비해 대역폭이 좁다.

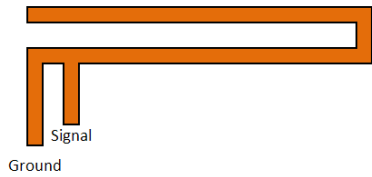


그림 5. IFA형 구조  
Fig. 5. Structure IFA

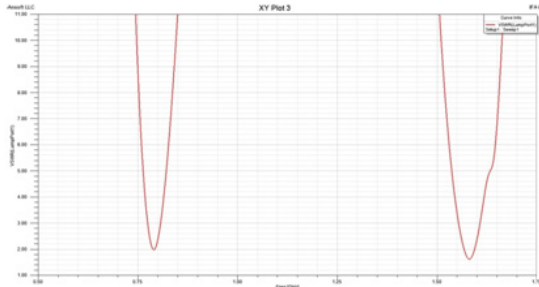


그림 6. IFA의 VSWR  
Fig. 6. Measured VSWR

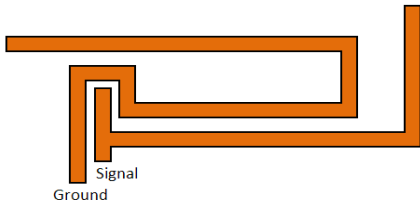


그림 7. Monopole + IFA  
Fig. 7. Monopole + IFA

그림 7은 더 넓은 대역을 얻기 위하여 접힌 모노폴과 IFA를 합친 Monopole + IFA 하이브리드 안테나 구조이다.

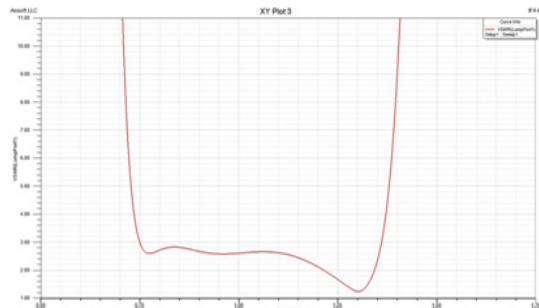


그림 8. Monopole + IFA VSWR  
Fig. 8. Measured VSWR of Monopole + IFA

그림 8은 Monopole + IFA 하이브리드 안테나의 VSWR이다. 접힌 Monopole 안테나의 VSWR과 IFA의 VSWR를 합친 만큼 더 넓은 대역을 보이고 있다.

### III. 안테나 제작

Vlade(Vertical-lade) 구조는 안테나를 수직으로 세운 형태를 말하는데, Vlade 구조를 그림 9에 나타내었다<sup>[6]</sup>.

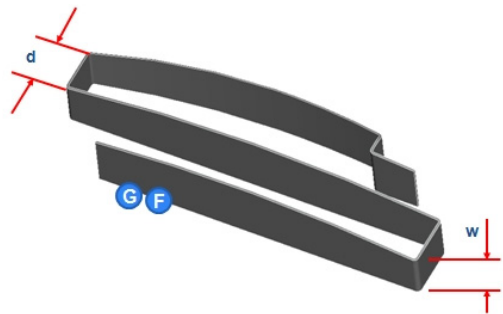


그림 9. Vlade(Vertical-lade) 구조  
Fig. 9. Structure Vlade(Vertical-lade)

블레이드 구조는 방사체의 크기를 작게 하면 효율이나 대역폭이 작아지는 IFA의 일반적 문제를 해결할 수 있는 구조로 같은 체적의 IFA에 비해 방사체의 크기 및 간격을 확보 할 수 있어, 더욱 소형화가 가능하다.

그림 10은 제안된 안테나이다. FR4 PCB상에 캐리어 없이 프린트형태로 동판을 붙인 구조이다. 공간 활용을 위해 블레이드 기법을 사용하였다.

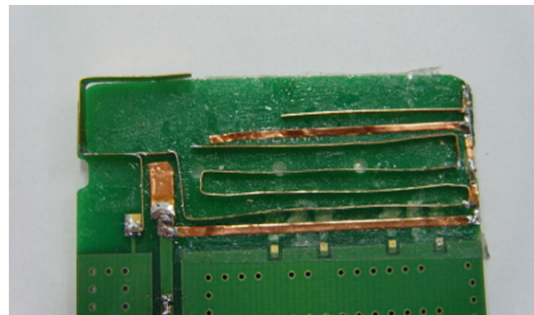


그림 10. 휴대폰 단말기의 안테나  
Fig. 10. Antenna for handset

Feed point에서 신호는 모노폴로 동작하고 Short

point에서 나온 선로가 모노폴로 동작하는 선로를 지나면서 커플링 구조를 갖게 하였다. 이러한 커플링 구조로 인해 Short point에서 나온 선로는 Short가 되는 동시에 커플링 급전이 되어 IFA구조가 된다. 이와 같이 블레이드 기법을 이용하여 Monopole과 IFA를 합친 구조를 갖게 된다.

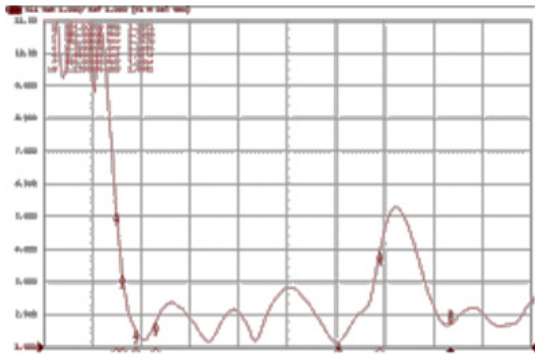


그림 11. 안테나 특성  
Fig. 11. Mesured VSWR

그림 11은 제작된 안테나의 Network Analyzer 측정 결과이다. VSWR 2 : 1 기준으로 CDMA(824~894MHz), GSM900(880 ~ 960MHz), DCS(1710 ~ 1880MHz), USPCS(1850 ~ 1990MHz), WCDMA(1920 ~ 2170MHz), WiBro(2330 ~ 2360MHz), WiFi(2400 ~ 2499MHz) 대역을 만족하고 있다.

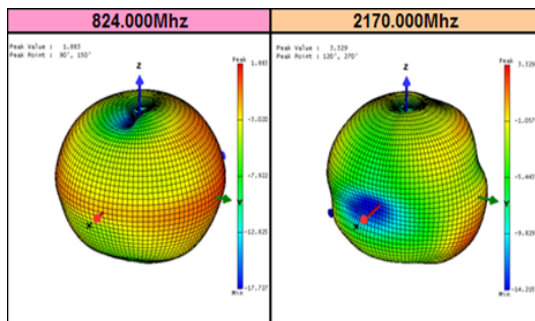


그림 12. 3D 방사패턴  
Fig. 12. 3D Radiation pattern

그림 12는 낮은 대역 824 MHz와 높은대역 2170 MHz에서의 3D 방사패턴이다. 약간의 NULL이 있지만 전체적으로 전방향성(Omni-directional)패턴을 보이고 있다.

표 1은 GSM/DCS/USPCS 대역을 만족하도록 구성된 기존의 3중 대역 접힌 모노폴 안테나의 결과 값이고<sup>[7]</sup> 표 2는 본 논문에서 새롭게 제안하여 제작한 안테나를 무반사 챔버에서 측정된 평균이득으로 -6.044 ~ -0.133 dBi를 갖는다.

표 1. 접힌 모노폴 안테나의 평균이득

Table 1. Average Gain for folded monopole Antenna

Freq. [MHz]	PwrSum Avg[dBi]
880	-1.40
915	-1.69
925	-1.90
960	-1.68
1710	-9.71
1785	-5.94
1805	-5.60
1850	-5.26
1880	-5.20
1910	-4.59
1930	-4.55
1990	-4.30

표 2. 제작 안테나의 평균이득

Table 2. Average Gain for Antenna

Freq. [MHz]	PwrSum Avg[dBi]	Freq. [MHz]	PwrSum Avg[dBi]
824	-1.384	1920	-4.035
849	-0.464	2110	-2.266
869	-1.072	2140	-2.403
880	-0.358	2170	-1.828
894	-0.133	2300	-0.204
915	-0.904	2320	-1.053
925	-0.419	2340	-1.462
960	-1.915	2360	-1.673
1710	-1.403	2380	-2.188
1785	-0.617	2400	-4.102
1850	-5.635	2420	-4.461
1880	-5.767	2440	-3.288
1910	-6.044	2460	-5.686
1920	-5.103	2480	-5.167
1960	-5.521	2500	-5.997

#### IV. 결론

본 논문에서는 블레이드 구조를 갖는 Monopole + IFA 하이브리드 안테나를 설계하고 제작하였다.

Monopole로 동작하는 선로와 short point에서 나오는 선로가 서로 커플링이 일어나며, 여기서 발생하는 커패시터 성분이 모노폴로 동작하는 선로의 높은 인덕턴스 성분을 부분적으로 보상해 준다. 제작된 안테나는 CDMA/GSM900/DCS/USPCS/

WCDMA/WiBro/WiFi 대역을 만족하였다.

이 결과로 본 논문에서 제안된 안테나는 이동 통신 단말기 안테나의 공간 활용 개선에 유용할 것으로 기대된다.

### 참 고 문 헌

- [1] 김상원, 최학근, 박재현, “커플링 급전 구조를 사용한 역 F형 안테나 설계”, *한국전파학회논문지*, 제 27권 제 7호, pp.726-733, 2010년 7월
- [2] H. Nakano, N. Ikeda, Y. Wu, R. Suzuki, H. Mi-maki, and J. Yamauchi, “Realization of dual-frequency and wide-band VSWR performances using normal-mode helical and inverted-f antennas”, *IEEE Transactions on Antenna and Propagation*, vol 46, no.6, pp.788-793, jun 1998
- [3] D. Lin, B. Gaucher, “A branched inverted-F antenna for dual band WLAN application”, *IEEE Antenna and Propagation Society International Symposium*, vol. 1, pp. 2623-2626, Jun. 2004
- [4] J.Ollikainen, O. Kivekas, C. Icheln, and P. Vaini-kainen, “Internal multiband handset antenna realized with an integrated matching circuit”, in *Proc. 12th Int. Conf. Antennas and Propagation*, vol. 57, no. 8, Aug. 2009
- [5] J. Villanen, C. Icheln, and P. Vainkainen, “ A coupling element-based quad-band antenna structure for mobile terminals” *Microwave Optical Technology Letter*, vol. 49, no. 6, pp. 1277-1282, Jun. 2007.
- [6] 천문규, 손태호, “이동통신 안테나의 효율 향상을 위한 블레이드기법”, *한국ITS학회 춘계학술대회 논문집*, 제9권 제1호, pp.98-101, May, 2010
- [7] 손태호, 이재호, “3중 대역 휴대폰 단말기용 다중 전류분포 폴디드 모노폴 안테나”, *한국전자과학회 논문지*, 제18권 제10호, pp.1189-1195, Oct, 2007

### 저자 소개

#### 손 태 호(정회원)



회원

- 1979년 2월: 한양대학교 전자통신공학과(공학사)
- 1986년 2월: 한양대학교 전자통신공학과(공학석사)
- 1990년 2월: 한양대학교 전자통신공학과(공학박사)
- 1980년~1981년: 영국 Ferranti사 연구원

- 1978년~1987년: LG정밀(주) 연구소 근무
  - 1992년~1994년: 천문우주연구원 객원연구원
  - 1999년~2000년: University of Illinois 연구교수
  - 2000년~2003년: (주)닛시텔레콤 위촉 연구소장
  - 2002년~2006년: (주)에스비텔콤 기술고문
  - 2005년~2008년: (주)하이트렉스 기술고문
  - 2006년~2009년: (주)동원 위촉 연구소장
  - 2007년~현재: (주)스카이크로스 기술고문
  - 1990년~현재: 순천향대학교 정보통신과 교수
- <주 관심분야> 위성통신, 휴대폰, RFID용 안테나 설계, 자동차용 전자장품 개발, 전자파 생체영향 등

#### 오 규 종(정회원)



- 1984년 2월: 건국대학교 전자공학과(공학사)
  - 1987년 8월: 건국대학교 전자공학과(공학석사)
  - 2011년 8월: 순천향대학교 정보통신공학과 박사
  - 1993년~2005년: 가천의과대학교 전산과 교수
  - 2006년~현재: 가천의과대학교 보건행정과 교수
- <주 관심분야> 휴대폰 내장형 안테나 설계, 필터, RFID, 마이크로 회로설계