

## 광대역 특성을 갖는 역 F형 내장형 안테나의 설계

정희경, 박훈, 최재훈

한양대학교 전자통신컴퓨터공학과

전화 : (02) 2220-0376 / 팩스 : (02) 2293-0377

E-mail : [jhk0129@paran.com](mailto:jhk0129@paran.com) [98fronti@netian.com](mailto:98fronti@netian.com) [choijh@hanyang.ac.kr](mailto:choijh@hanyang.ac.kr)(corresponding author)

### Design of an Planar Inverted -F Antenna With Wide band Characteristic

Heekyung Jung, Hoon Park, Jaehoon Choi

Department of Electrical and Computer Engineering, Hanyang University

#### Abstract

This paper presents the design of a novel small and wide band planar inverted F-antenna which simultaneously covers GSM900/GPS/DCS1800/DCS1900/DMB service. The proposed antenna consisting of a main patch with rectangular slit, strip 1 and strip 2, occupied the total volume of  $15 \times 36 \times 6 \text{ mm}^3$ . A very wide impedance bandwidth characteristic was achieved by optimizing both the distance between the feed line and short strip and the length of rectangular slit on the main patch. The commercial electromagnetic software, CST Microwave Studio, is used to design the structure. The maximum gains at the frequencies of 900, 1575, 1800, 1900, and 2600 MHz were 2.07, 1.07, 1.69 and 0.55, -1.99 dBi, respectively. The overall shape of the radiation patterns is suitable for mobile communication application.

**Key words :** internal antennas, wide band antenna, planar inverted-F antenna, small antenna.

#### I. 서론

최근 이동통신 시장의 비약적인 발전에 따라 정보량과 서비스가 나날이 증가 하면서 소비자들의 욕구 또한 더욱 다양화 되고 있다. 이러한 욕구를 충족시키기 위해 이동통신 기술은 급속히 발전하고 있으며 그 중 정보통신 기기의 다기능화가 이루어짐에 따라 하나의 단말기로 여러 대역의 서비스를 이용할 수 있는 다중대역 단말기의 개발이 활발히 진행되고 있다.

또한 단말기 외형의 새로운 디자인과 공간 활용도를 높이기 위한 추세로 소형화, 경량화, 슬림화가 중요시 되고 있다. 특히 휴대폰 업체들이

카메라 모듈을 탑재한 단말기를 잇달아 선보이면서 소비자들의 시선을 끌기 위해 내장형 안테나 채택에 적극성을 띠고 그에 따른 내장형 안테나의 선택이 늘고 있다.

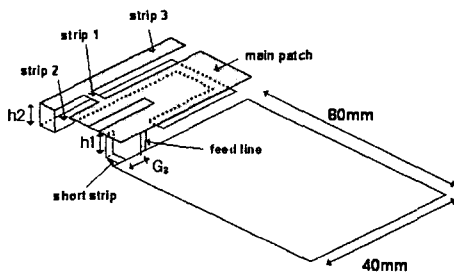
이러한 추세에 따라 이동통신 단말기에 사용 가능한 다중대역 안테나로서 PIFA가 주목받고 있다. PIFA에서 일반적으로 다중대역을 얻는 방법은 meander 패치를 이용하는 방법 [1][2], 기생패치를 사용하는 방법 [3], 슬릿을 이용하는 방법 [1],[2],[4][5], 등 여러 가지가 있다.

본 논문에서는 879 MHz~970 MHz 와 1525 MHz~ 2000 MHz, 2605MHz~ 2670 MHz 대역 폭을 만족하여 GSM900/GPS/DCS1800/DCS1900/DMB 서비스 대역을 만족하는 다중대역 PIFA

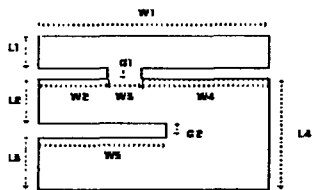
를 설계하였다. 일반적인 다중대역 PIFA의 협대역 특성을 개선하기 위해 패치에 슬릿을 주어 패치 폭을 조절할 수 있게 하여 대역폭을 넓혔고, Strip 1의 위치를 조정하여 2.6 GHz 대역에서 공진하게 하였다. 또한 안테나의 소형화를 위해 Slit과 Strip 2를 주었는데 Strip 2는 주 복사 패치의 후면으로 절곡하여 위치시킨 것으로 안테나의 체적의 수평면 뿐 아니라 수직면 모두 사용하여 안테나의 크기를 줄였다. 제안된 안테나의 해석 및 설계를 위하여 상용 EM 시뮬레이터인 CST사의 MWS (Microwave Studio) Ver.5.1을 이용하였다.[7]

## II. 역 F형 내장형 안테나 설계

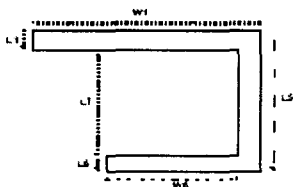
그림 1은 GSM900/GPS/DCS1800/DCS1900/D-MB 대역에서 동작 가능한 단말기용 5중 대역 Probe 급전방식을 갖는 PIFA의 구조이다.



(a) 제안된 PIFA의 3D View



(b) 제안된 PIFA의 복사패치 정면도



(c) 제안된 PIFA의 Strip 2 정면도

그림 1. 제안된 PIFA의 구조

제안된 안테나의 기본구조를 살펴보면 단말기 내장형으로 적합한 역 F형 구조로 하였다. 단말기 배터리 위쪽 공간에 맞게 패치의 폭(L4)을 16 mm, 패치의 높이(h1)를 6 mm, 패치의 길이(W1)를 36 mm로 하였고, 접지 면은 시중의 휴대폰 사이즈인  $40 \times 80 \text{ mm}^2$  로 하였다. 복사 패치 면에 Slit과 Strip 1, Strip 2, Strip 3로 삼중 공진 특성을 조절하였고, 또한 복사 패치 면에 Slit의 폭을 조정하여 광대역 특성을 조절하였다.[6] 그림 3은 Strip 2의 길이에 따른 반사손실 특성을 나타낸다. Strip 2의 길이가 늘어남에 따라 저주파 대역에서 공진하는 전류의 길이가 길어지게 되어 낮은 공진 주파수가 60 MHz 하강하는 것을 확인할 수 있다.

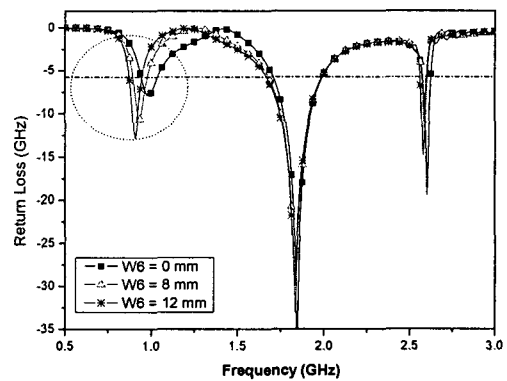


그림 3. Strip 2 길이(W6) 변화에 따른 반사손실 특성

그림 4는 W2, W4의 길이 변화에 따른 Strip 1의 위치별 반사손실 특성을 나타낸다. Strip 1의 위치가 중앙으로 이동하면서 Strip 3으로 지나가는 전류의 공진 길이가 줄어들게 되어 높은 공진 주파수가 상승 하는 것을 확인할 수 있다. 그림 5는 Slit의 폭(W5)에 따른 반사손실 특성을 나타낸다. Slit폭(W5)의 증가로 인해 복사 패치의 폭(W1)은 증가한 Slit의 폭(W5)만큼 증가하게 되어 안테나가 커지는 효과를 가진다. 그리하여 복사 패치에 흐르는 전류의 길이가 길어지게 되어 각각의 공진 주파수가 하강하는 것을 확인할 수 있다. 또한 임피던스 대역폭이 넓어지나, 폭(W1)의 크기가 일정 크기 이상 커지면 대역폭이 좁아진다.

### III. 측정 및 결과고찰

그림 6은 제작된 5중 대역 내장형 안테나의 정면도와 측면도이다.

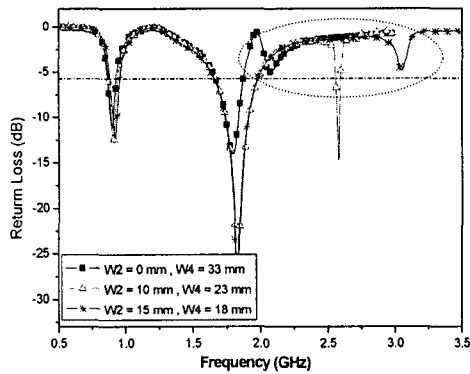


그림 4. Strip 1 위치(W2,W4)변화에 따른 반사 손실특성

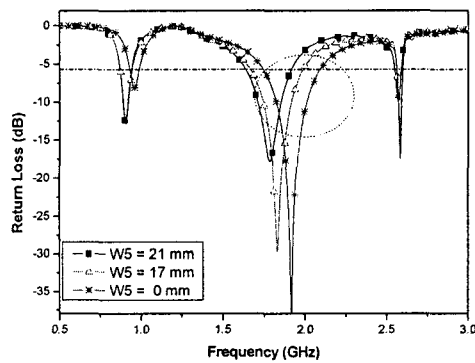
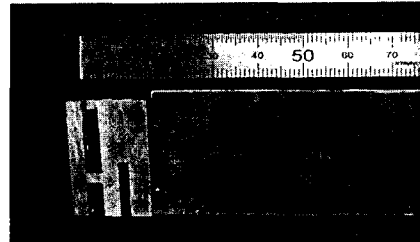


그림 5. Slit 길이(W5)변화에 따른 반사손실 특성

표 1은 시뮬레이션을 통해 최적화된 안테나의 파라미터들을 나타내고 있다.

구분	값[mm]	구분	값[mm]
W1	36	L1	3
W2	10	L2	3
W3	3	L3	4
W4	23	L4	16
W5	17	L5	13
W6	12	L6	3
G1	3.5	L7	7
G2	2.5	h1	6
G3	6	h2	5



(a) 정면도



(b) 측면도

그림 6. 제작된 안테나의 정면도와 측면도

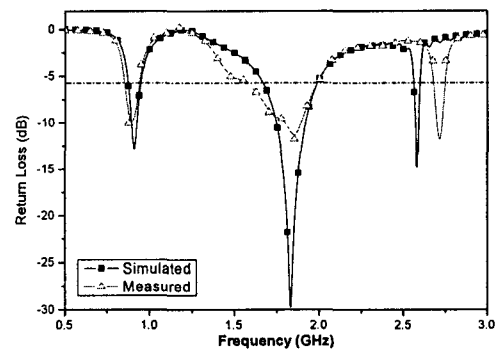


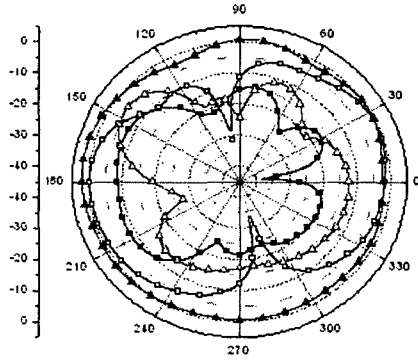
그림 7. 제작된 안테나의 시뮬레이션 및 반사손실 특성

그림 7은 제작된 5중 대역 내장형 안테나의 시뮬레이션 및 측정 반사손실을 도시 하였다. 반사 손실 특성은 Agilent 사의 8719ES 네트워크 분석기를 이용하여 측정하였다.

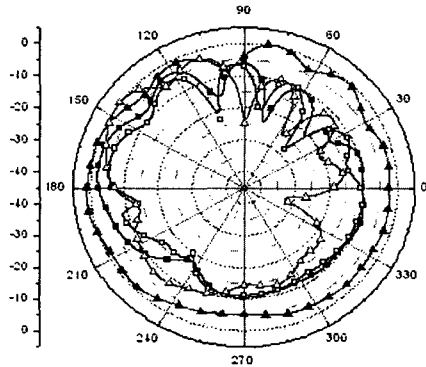
측정 결과 -6dB 반사손실을 기준으로 GSM900 GPS/DCS1800/DCS1900/DMB 서비스의 대역폭

을 만족하였고 대역폭은 각각 91 MHz (879 MHz~970 MHz)와 475 MHz (1525 MHz~2000 MHz), 65 MHz (2605MHz~ 2670 MHz)였다.

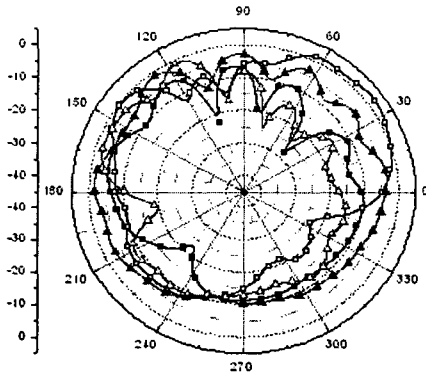
그림 8는 5중 대역 내장형 안테나의 복사패턴 특성을 주파수별로 나타낸 것이다.



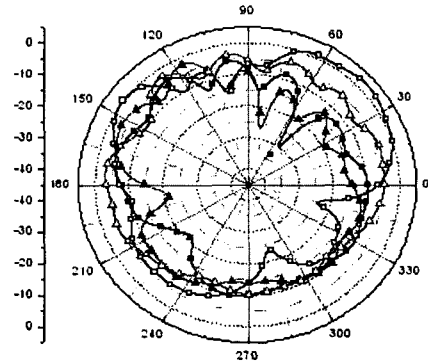
(a) 925 MHz 에서의 복사패턴



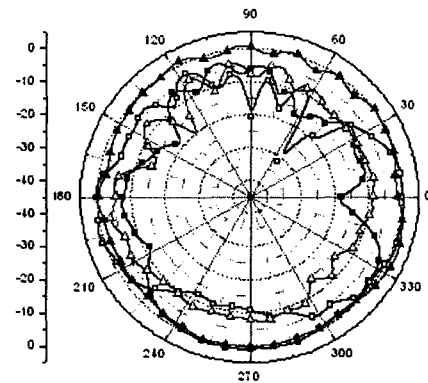
(b) 1575 MHz 에서의 복사패턴



(c) 1880 MHz 에서의 복사패턴



(d) 1990 MHz 에서의 복사패턴



(e) 2550 MHz 에서의 복사패턴

그림 9. 제안된 안테나의 주파수별 복사패턴 특성

( ■ : E plane copol , ▲ : H plane copol , □ : E plane crosspol , △ : H plane crosspol )

복사패턴 특성은 단말기에 적합한 특성을 나타내며 안테나의 주파수별 이득은 925 MHz에서 2.07 dBi , 1575 MHz에서 1.07 dBi , 1880 MHz에서 1.69 dBi, 1990 MHz에서 0.55 dBi를 2550 MHz에서 -1.99 dBi를 얻었다.

#### IV. 결론

본 논문에서는 이동통신 대역인 GSM900/GPS/DCS1800/DCS1900/DMB 대역에서 사용 가능한 단말기용 안테나의 소형화를 위해 각각 Slit 과 복사 패치의 후면으로 절곡한 Strip 2를 이용하고 또한 대역폭을 넓히기 위해 Slit의 폭을 조절하였다. 제안한 안테나는 879 MHz~970 MHz

와 1525 MHz ~ 2000 MHz, 2605MHz ~ 2670 MHz 대역폭을 만족하여 GSM 900 /GPS /DCS 1800/DCS1900/DMB 서비스 대역을 만족한다. 또한 복사특성은 단말기에 적합한 특성을 나타낸다. 설계 이득은 DMB 주파수 대역에서는 0 dBi를 만족하지 못하였지만, GSM900/GPS/DCS1800/DCS1900 서비스 대역에서는 0 dBi 이상을 만족하였다. 따라서 본 논문은 역 F형 구조로 제작한 안테나에서 Slit을 이용하여 확인된 광대역 특성으로 볼 때 충분히 역 L형의 구조로 제작된 안테나의 광대역성을 대체할 수 있고, 복사 패치의 후면으로 절곡한 Strip 2 와 슬릿을 이용한 안테나는 소형화와 광대역화에 활용될 수 있을 것으로 예상된다.

[Acknowledgement]

이 논문은 2004년도 한국학술진흥재단의 지원에 의하여 연구되었음  
(KRF -2004-042-D00155)

참 고 문 헌

- [1] W. P Dou and Y. W. M. chia, " Novel meandered planar inverted-F antenna for triple-frequency operation," *Microwave Opt. Technol. Lett.* 27, 58-60, Oct. 5, 2000
- [2] P. Salonen, M Keskilammi, and M. kivikoski, " Dual-band and wide-band PIFA with U- and meanderline-shaped slots " *Antennas and Propagation Society International Symposium*, vol.2, pp. 116 -119 July, 2001
- [3] C.T.P Song, P.S. Hall, H. Ghafouri-Shiraz, and D Wake, "Tripple band planar inverted F antennas for handheld devices." *Electron. Lett.*, vol.36, pp. 112 -114, Jan 20. 2000
- [4] N.Chiba, T.Amono, and H Iwasaki, " Multifrequency inverted F-type antenna," *U.S. panent* No. 6195048, Feb. 27. 2001
- [5] P. Salonen, M Keskilammi, and M. kivikoski," New slot configurations for

- dual-band planar inverted- F antenna." *Microwave Opt. technol. Lett.*, vol. 28, pp. 293-298, March 5, 2001.
- [6] K. L Wong and W. H. Hsu, "A Broad band rectangular microstrip antenna with a pair of wide slits" *IEEE Trans, Antennas Propagat.* 49, 1345-1347 Sept. 2001
- [7] CST-Microwave Studio, Ver. 5.1, Computer Simulation Technology.

**M E M O**