
다중 공진 광대역 수정된 모노폴안테나

최태일* · 범병균** · 임승우***

Modified Monopole Antenna for Multi resonance Wideband

Tea-il Cho* · Byung-gyun Bum** · Seung-woo Lim***

요 약

도파로 급전 방법의 인쇄형 모노폴 구조를 응용하여 UWB대역인 이중 주파수 대역 프린트형 이중 모노폴 안테나를 설계 및 제작하였다. 이중대역을 얻기 위하여 기존의 단일 모노폴 구조를 수정한 이중 모노폴 구조를 제안하였다. 제안된 안테나는 기존의 모노폴 안테나와 동일한 무지향 복사 특성을 가지며 평면으로 구현되어 모노폴 안테나 보다 크기가 작고 높은 이득을 갖는다. 두개의 단일 모노폴은 상호 임피던스 매칭을 위한 스티브로 작용하여 임피던스 매칭이 용이하고 이에 따른 대역폭의 증가를 향상 시킬 수 있었다. 안테나의 대역폭은 $VSWR \geq 2$ 를 기준으로 350MHz (1.69~2.04[GHz])와 2,670MHz (4.33~6[GHz]), 3980MHz (6.1~10.08[GHz])의 결과를 얻었다. 이는 PCS대역(1.75~1.87[GHz]) 과 UWB대역을 충족시킬 수 있다.

ABSTRACT

This paper designed and fabricated the printed dual monopole antenna with CPW feeder for PCS and UWB(Ultra-Wide Band) band. In this paper, modified dual monopole antenna is proposed transform conventional monopole antenna to get dual band frequency. The dual monopole antennas have dual band, broad bandwidth and omni-directional radiation patterns, as it is the conventional monopole antenna. As one monopole operated a stub to match feed line with antenna, we are obtained easy an ideal impedance matching. It is increased band width of impedance. The antenna bandwidth is about 1350MHz (1.69~2.04[GHz]) at 1st resonance frequency, 2,670MHz (4.33~6[GHz]) at 2nd, resonance frequency, and, 3,980MHz (6.1~10.08[GHz]) at 3th resonance frequency on $VSWR \leq 2$, and then we can be got not only 1.75~1.87 [GHz] PCS band but also, UWB band.

키워드

USB, VSWR, Monopole Antenna, PCS, UWB

1. 서 론

무선통신의 통화품질을 결정하는 많은 요소 가운데 안테나의 특성은 중요한 요소라 할 수 있다. 개인 휴대통신기기의 소형화와 집적화에 따라 안테나 역시 소형 경량, 다기능 특성 및 대량생산이 요구되고 있다. 이를

충족하는 안테나가 마이크로스트립 패치 안테나이며, 마이크로스트립 패치 안테나는 제작이 용이하고, 인쇄회로 기술에 의한 대량생산이 가능하므로 위성통신 및 이동통신용에 적합한 안테나이다[1]. 현재의 이동통신 단말기용 안테나로 많이 사용되고 있는 안테나는 패치형 안테나와 헤리켈 및 모노폴 안테나이며, 패치형 안테나는

* 광주여자대학교 의료정보과
심사완료일자 : 2008. 05. 27

접수일자 : 2008. 04. 23

제작이 용이하기 때문에 안테나 소자로 널리 사용 되고 있으나 대역폭 이 수% 정도로 협대역의 문제를 갖으며, 패치의 크기가 공진 주파수의 파장에 $\lambda/2$ 정도로 크기 때문에, 저주파안테나의 크기가 문제 된다[2][3]. 이와 같은 문제는 기판 재료와 제작 기술의 발달 및 설계 방법의 다양화로 해결될 수 있는 점이다. 다양한 디자인을 요하는 오늘날 소비자 패턴에 부흥할 수 있는 내장형이 요구되고 있다[4]. 따라서 본 논문에서는 안테나의 크기를 동작 주파수 1/4파장으로 줄일 수 있고, PCS 주파수 대역(1.75~1.87GHz)과 IMT2000(1.92~2.17GHz) 주파수 대역에서 사용가능 한 다중 공진구조의 평판형 모노폴 안테나를 설계 제작하였다. 특히 CPW(Coplanar waveguide) 급전방법을 택하여 평판구조에서 일반적인 모노폴 안테나와 같은 방사 특성을 갖는 이중 구조 모노폴 안테나를 설계하였다. 이는 인쇄회로 기판에서 일반적으로 많이 사용되는 마이크로 스트립 급전방법의 단점인 급전선에 의한 방사를 배제할 수 있어 더욱 양호한 결과를 예측할 수 있다. 또 병렬 대칭구조의 두개의 모노폴 거리를 조절하여 일정한 대역폭과 안테나 특성의 조절이 가능하다.

II. CPW 급전 방식 및 안테나 설계

2.1 CPW 급전 방식

CPW 장점은 단일 면으로 이루어진 특성을 가지고 있어, 회로의 소자들을 접지 하고자 할 때 기판의 반대편의 비아 홀(via-hole)을 필요로 하지 않는다. 또한 CPW의 특징은 특성임피던스 (Z0)를 일정하게 고정하고 구성 요소의 선로(line) 폭들과 정합을 위하여 도파관을 조절할 수 있다. 도파관을 통한 급전에서 발생될 수 있는 위상차 문제를 해결하기 위하여 마이크로스트립 도체 양쪽의 접지면은 유선 점프 선으로 연결이 필요하다[5][6]. 여기서 또한 고차 모드와 전파를 막기 위하여, $(2s+w)$ 의 길이는 $\lambda/2$ 보다도 작아야 한다. CPW의 설계는 다음과 같은 수식으로 각각의 파라미터를 구할 수 있다. 도체내의 실효 유전상수는 식 2-1과 2-2로부터 구하며,

$$\epsilon_{eff,t} = \epsilon_{eff} - \frac{\epsilon_{eff} - 1.0}{\frac{(s-w)/2.0}{0.7t} \frac{K(k)}{K(k')} + 1.0} \quad (2-1)$$

$$\epsilon_{eff} = 1.0 + \frac{\epsilon_r - 1.0}{2.0} \frac{K(k')K(k_1)}{K(k)K(k'_1)} \quad (2-2)$$

특성 임피던스 계산은 다음 식 2-3에 의한다.

$$Z_0 = \frac{30.0\pi K(k'_t)}{\sqrt{\epsilon_{eff,t}} K(k_t)} \quad (2-3)$$

여기서, 도체와 유전체내에서의 전파 상수는 다음과 같다.

$$k_t = \frac{w_t}{s_t}, \quad k = \frac{w}{s}$$

$$k'_t = \sqrt{1 - k_t^2}, \quad k' = \sqrt{1 - k^2}$$

$$k_1 = \frac{\sinh\left[\frac{\pi w_t}{4.0h}\right]}{\sinh\left[\frac{\pi s_t}{4.0h}\right]}$$

중심도체의 스트립선로와 슬롯의 폭은 다음 식 (4)와 (2-5)에 의하여 계산된다[2-3].

$$w_t = \frac{w + 1.25t}{\pi} \left[1.0 + \ln\left(\frac{4.0\pi w}{t}\right) \text{RIGHT} \right] \quad (2-4)$$

$$s_t = \frac{s + 1.25t}{\pi} \left[1.0 + \ln\left(\frac{4.0\pi w}{t}\right) \text{RIGHT} \right] \quad (2-5)$$

CPW급전 구조에서 슬롯의 폭(S), 중앙 스트립 라인의 폭(W)의 값을 변화시켜 원하는 임피던스 값을 구현할 수 있다. 마이크로 스트립 선로와 CPW를 비교해보면 마이크로 스트립 선로는 CPW구조에 비해 결합력이 적어 상대적으로 손실이 많고 제작상의 어려움과 비용이 문제가 되고 있으나 분산이 적고 회로의 크기 면에서 소형화 할 수 있다는 장점을 가지고 있다.

2.2 안테나 설계

인쇄구조의 두개의 서로 다른 길이의 모노폴 안테나를 병렬 대칭 배열시켜 이중 주파수대역 과 양호한 대역폭 특성을 얻을 수 있었다. 안테나의 설계구조를 그림 2에서 나타내었고 표.1은 안테나 설계 파라미터 값이다. 이중 공진주파수를 얻기 위한 PCS의 중심 주파수 1.8GHz 와 IMT2000의 중심주파수 2.05GHz에서 공진이 일어날 수 있도록 이중 모노폴 안테나의 L1, L2 길이를 동작 주파수의 $\lambda/4$ 로 계산하였다. 이때 하나는 다른 하나의 모노폴이 급전부와 안테나 부를 정합시켜주는 스테브 역할을 함으로써 이상적인 임피던스 정합을 얻을 수 있다. 또한 병렬 대칭구조의 모노폴은 서로 인접한 모노폴 사이의 결합에 의한 영향을 배제할 수 없어서 인접한 소자끼리의 거리변화에 대해서 알아보았다.

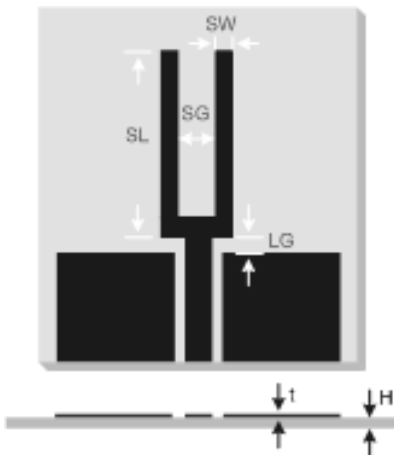


그림 1. 제안한 인쇄형 이중 모노폴 안테나의 구조
Fig. 1 The proposed printed dual monopole antenna

표 1. 이중 모노폴 안테나설계 사양
Table 1. Parameter of Designed antenna

parameter	value [mm]
SL	37.5
SW	4.5
SG	7
LG	2
H	1.6
t	0.02

2.3 제작 및 측정

그림 2는 위에서 제안한 안테나의 실제 제작된 사진이며, 안테나 설계에 사용한 기판은 비유전율 4.6 두께 1.6[mm] RF-4 기판을 사용하였다. 그림 3은 두 모노폴 사이의 거리에 따른 반사계수 결과를 나타낸 것이다. 두 모노폴 사이의 간격이 넓어질수록 제삼 공진 주파수 (F3)의 입력 손실이 커지며 약간의 주파수가 저주파수 대역으로 이동하는 것을 볼 수 있다. F1과 F1의 공진주파수는 커다란 변화를 나타내지 않음을 보였다. 이는 SG가 넓어질수록 결합력에 의한 캐패시턴스의 변화를 가져와 공진주파수값의 문제로 예상되어진다. 그림 4는 제안한 안테나의 입력임피던스를 스미스 차트로 본그림으로 세 번의 공진이 모두 정규화값 1에서 정확히 일치함으로 볼 수 있다. 이는 입력단의 임피던스가 특성 임피던스값과 같음을 알 수 있다.

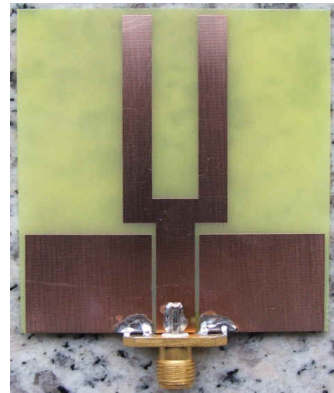


그림 2. 제작된 안테나의 사진
Fig. 2 Photograph of the manufactured antenna.

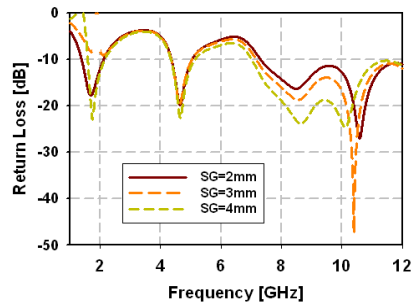


그림 3. 두 모노폴 사이의 거리(SG)변화에 따른 반사손실
Fig. 3 The return loss of antenna by changedSG

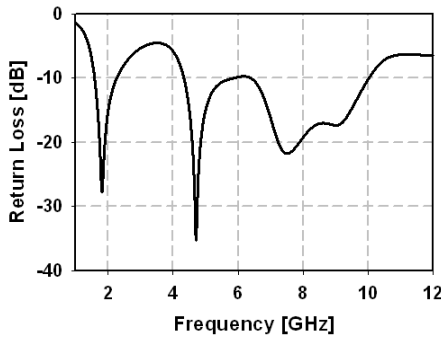


그림 4. 제안한 안테나의 최적화에 의한 반사손실
Fig. 4 The return loss of the proposed antenna.

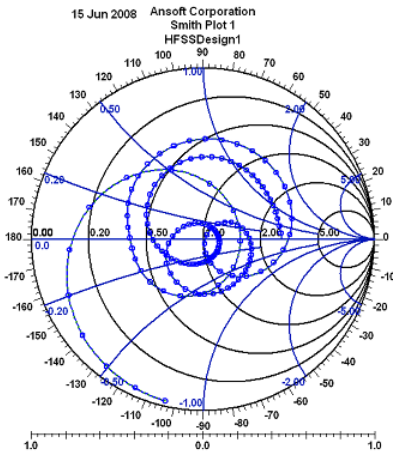


그림 5. 제안된 안테나의 스미스차트
Fig. 5 The smith chart of proposed antenna.

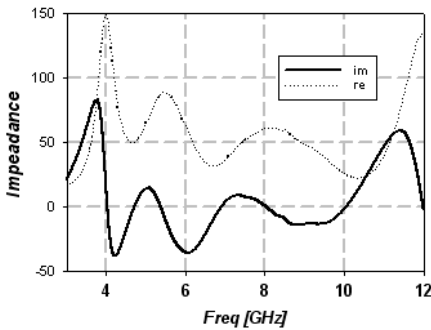


그림 6. 제안된 안테나의 입력임피던스의 실수값과 허수값
Fig. 6 The Input impedance of proposed antenna.

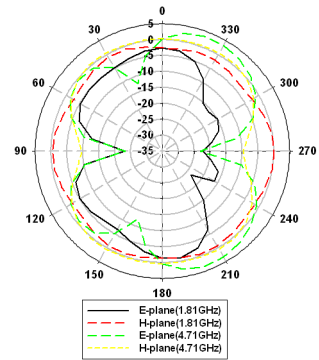


그림 7. 1.81과 4.71GHz에서 제안된 안테나의 E 및 H 면의 방사패턴.

Fig. 7 E and H radiation pattern of the proposed antennas at 1.81 and 4.71[GHz].

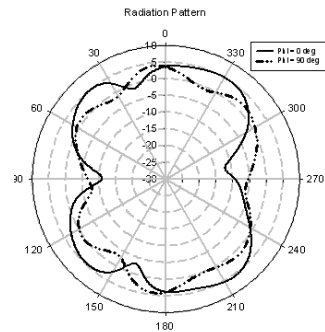


그림 8. 4.7GHz에서 제안된 안테나의 E 및 H 면의 방사패턴.
Fig. 8 E and H radiation pattern of the proposed antennas at 4.7[GHz].

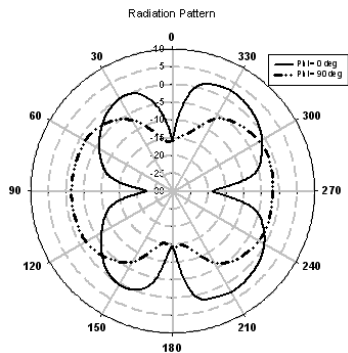


그림 9. 6.58GHz에서 제안된 안테나의 E 및 H 면의 방사패턴.
Fig. 9 E and H radiation pattern of the proposed antennas at 6.58GHz.

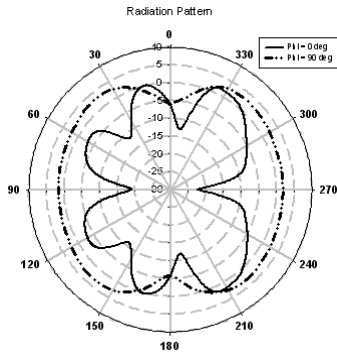


그림 10. 7.46GHz에서 제안된 안테나의 E 및 H 면의 방사패턴.

Fig. 10 E and H radiation pattern of the proposed antennas at 7.46GHz.

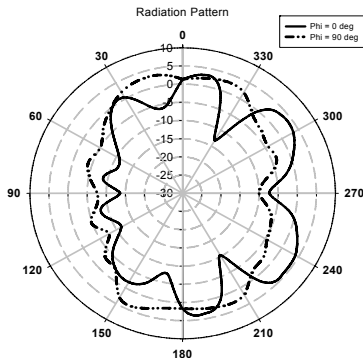


그림 11. 9.93GHz에서 제안된 안테나의 E 및 H 면의 방사패턴.

Fig. 11 E and H radiation pattern of the proposed antennas at 9.93GHz.

그림 6은 1.81과 4.71GHz의 주파수에서 방사특성을 나타낸 그림이다. 그림 7, 8, 9, 10는 각각의 주파수에서 본 방사특성을 나타낸 그림으로 모노폴안테나의 전방향특성을 갖고 있음을 볼 수 있으며 최대 이득 또한 좋은 결과를 보이고 있다.

III. 결론

본 논문에서는 X,Y평면상의 길이와 폭이 같은 두개의 모노폴 안테나를 대칭으로 배열하여 다중 공진 무지향성의 방사 특성을 얻고자 하였으며, 그 결과 정제파비 $VSWR \leq 2$ 기준으로 첫 번째 공진에서 대역폭이

190 MHz이고, 두 번째 공진에서 대역폭이 370MHz으로, PCS와 IMT2000 주파수대역인 120MHz와 250MHz의 대역을 각각 충족시킬 수 있었다. 방사특성으로 일반 모노폴 안테나의 지향특성인 무지향특성을 나타냄을 확인할 수 있었다. 따라서 본 연구결과로 PCS 및 UWB용 안테나로 사용할 수 있는 안테나이다.

참고 문헌

- [1] Rainee N. Simons, "Coplanar Waveguide Circuits, Components, and Systems".
- [2] Hua-Mig Chen, Yi-Feng Lin, Chin-Chun Kuo and Kuang-Chih Huang, "A Compact Dual-Band Microstrip-fed Monopole Antenna", IEEE Antennas & Propagation Society International Symposium.
- [3] Peter L. Sullivan, "Analysis of an Aperture Coupled Microstrip Antenna", IEEE Transactions on Antennas and Propagation, Vol. AP-34, No. 8, August 1986.
- [4] Kai Fong Lee and Wei Chen, "Advanced in Microstrip and Printed Antennas", Wiley Interscience, pp.71-109, 1997.
- [5] Kai Fong Lee and Wei Chen, "Advanced in Microstrip and Printed Antennas", Wiley Interscience, pp.71-109, 1997.
- [6] K. D. Katsibas, C.A. Balanis and P. A. Tirkas, "Folded loop antenna for mobile communication system", International IEEE Antenna and propagation Symposium Digest. Vol. 34, pp.1582-1585, July 1996.

저자 소개

최태일(Tea-il Choi)

1985.2 인하대학교 전자공학과 졸업.
 1988.8 인하대학교 공학석사
 1997.8 인하대학교 공학박사.
 1994.6 ~ 2008. 현재 광주여자대학교 의료정보학과 교수
 ※ 관심분야 : 안테나, 광통신, RFID, 데이터통신

범병균(Byung-gyun Bum)

임승우(Seung-woo Lim)