

GSM/DCS/USPCS/WCDMA QuadBand용 내장형 안테나 설계

박성일* · 고영혁*

*동신대학교

Design of a Quad Band Internal Antenna for using GSM/DCS/USPCS/WCDMA

Seong-Il Park* · Young-Hyuk Ko*

*Dongshin University

E-mail : psi@dsu.ac.kr

요 약

본 논문에서는 GSM/DCS/USPCS/WCDMA 단말기에 사용할 수 있는 Quad 밴드 내장형 안테나를 제안하였다. 안테나 구조는 PIFA구조로 설계하였으며 크기를 효율적으로 줄이기 위해서 단락편과 역 세븐형 슬릿을 사용하여 독립적인 두 개의 방사체로 설계하였으며 접힌 구조로 전기적 길이를 효율적으로 배분하여 소형화하였다. 또한, 단말기 두께를 고려해 안테나 높이를 5mm, 그라운드 조건도 40mm×80mm로 설계 및 제작하여 측정하였다. 안테나의 방사 패턴 특성은 각각 920MHz, 1800MHz 주파수에서 E면과 H면의 특성이 비교적 양호하게 측정되었다.

ABSTRACT

In this paper, we proposed a internal antenna for Quad band for GSM/DCS/USPCS/WCDMA Handset. Antenna Structure is designed to PIFA type. Antenna planed two independence patterns to reduce the size for efficiency and used shoting pin and inverse seven_type slit. Also they miniaturized the antenna construction electronic length for duty. furthermore, they designed and producted the antena height for 5mm and ground term for 40*80mm. It is because they have wondered the thickness of terminal. used of for reduce size efficiently. The radiation pattern characteristic of antenna is compared and analyzed E-plane and H-plane at 920MHz, 1800MHz.

키워드

Slot antenna, Slot Ground, Feed-Line

1. 서 론

최근 이동통신 서비스는 멀티미디어 및 광대역화로 단말기의 한정된 부피에 보다 많은 기능을 집약시키고 있으며 경량화 되어가는 추세이다. 현재 휴대용 단말기에 많이 사용되어 지고 있는 외장형 타입으로는 헬리컬(helical), 모노폴(monopole), 리트랙터블(retractable) 안테나 등이 있는데 단말기 외부로 돌출되어 외부충격으로부터 부러지기 쉽고 전체의 크기를 줄이는데 많은 제약이 있다. 이러한 경향으로 안테나에 관한 기술도 단말기의 기술과 함께 소형,

경량, 다양한 서비스를 제공하기 위해 멀티 밴드 특성을 갖는 안테나로 제작되고 있다.

내장형 안테나는 단말기 외부에 부착되어 있던 안테나를 단말기 내에 내장함으로써 시스템의 소형화와 함께 사용의 불편함을 줄일 수 있으며, 낮은 SAR 값과 저가의 안테나 개발이 가능하지만, 외장형 안테나에 비하여 대역이 좁고 효율이 떨어지며, 사용자의 Hand effect가 크다는 단점을 갖고 있다. 많이 사용되어지고 있는 PIFA구조는 방사부의 종단 부분에서 $\lambda/4$ 의 길이에 준하는 부분에 단락부가 존재하며 인접한 위치에 급전부가 존재하는 구조이며 안테나 방

사판을 구부려서 그 길이를 다시 $\lambda/8$ 로 줄이고 여기에 동판을 위, 아래 패치에 삽입함으로써 전파 지연 효과를 이용하여 안테나 크기를 $\lambda/12$ 로 연구되어지고 있다. PIFA 타입은 지향성 및 수신감도 편차가 크며 적은 대역폭으로 인해 완전히 활용하지 못한다는 단점이 있다. 반면, PIFA 타입 안테나는 단말기 기판상의 그라운드 평면에 인쇄된 형태로 구현하면 비용 및 차지하는 공간을 크게 줄일 수 있다는 장점이 있다.

본 논문에서는 안테나 구조는 PIFA구조로 설계하였으며 크기를 효율적으로 줄이기 위해서 단락판과 역 세븐형 슬릿을 사용하여 Quad 밴드에 사용할 수 있는 내장형 안테나를 제안하였다.

II. 안테나 구조 해석

1. PIFA 안테나의 구조해석

PIFA는 기존의 역 L형 안테나에서 평면을 사용하여 대역폭을 넓힌 형태의 안테나이다. 방사소자의 한쪽 방사면을 단락판이나 단락핀을 이용하여 그라운드면에 단락시켜서 마이크로스트립 안테나의 길이가 종래의 전형적인 1/2파장이 아닌 대략 1/4파장 이하에서 공진하게 함으로써 안테나의 크기를 반 이상 줄일 수 있다. 접지면과 패치는 단락판 또는 단락핀에 의해 연결되어 있고 안테나는 접지면을 관통하여 연결되어 있는 급전선을 통해 급전된다.

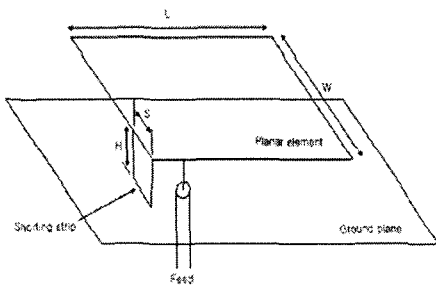


그림 1. PIFA 기본구조

패치 형태인 마이크로스트립 안테나는 폭(W)의 길이 변화에 의해 L과 C값이 변화한다. 이는 임피던스에 영향을 주며 길이 L은 공진주파수에 영향을 받게 된다. 그라운드 면으로부터 올라온 다리를 H라 하고, 다리의 폭은 S라고하면 다음과 같은 식으로 표현된다.

$$S/W=1(\text{단락회로 MSA 경우})$$

$$L + W + H = \lambda/4 \quad (1)$$

$$S=0(\text{단락스트립이 없을 경우})$$

$$L + W = \lambda/4 \quad (2)$$

$$L/W \leq 1$$

$$f_r = \frac{S}{W} \times \frac{c}{4(L+H)} + (1 - \frac{S}{W}) \times \frac{c}{4(L+W+H-S)} \quad (3)$$

$$L/W \geq 1$$

$$f_r = (\frac{S}{W})^{W/L} \times \frac{c}{4(L+H)} + 1 - (\frac{S}{W})^{W/L} \times \frac{c}{4(L+W+H-S)} \quad (4)$$

내장형 안테나 및 패치 안테나는 협대역 특성을 가지고 있는 반면 역 F형 안테나는 길이 L과 S의 경우는 공진 특성을 얻기 위해서 고려해야 될 중요한 요소이다.

2. QuadBand용 PIFA 타입 안테나 구조

QuadBand용 PIFA 타입 안테나 구조는 그림 2와 같다. 안테나의 기본구조는 하측주파수의 길이 L1, L2로 구성된 길이와 상측주파수의 길이 L3, L4로 구성된 모노폴 형태이다.

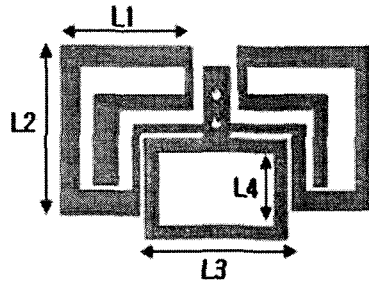


그림 2. QuadBand용 PIFA 타입 안테나 구조

안테나의 공진주파수에 영향을 주는 패치의 길이 L은 900MHz 대역에 영향을 미치는 L2의 길이를 접어 L1을 구성하였고, 1800MHz 대역에 영향을 주는 길이 L3과 L4의 패치의 길이를 구성하여 설계하였다. 안테나의 크기를 효율적으로 줄이기 위해서 단락판과 역 세븐형 슬릿을 사용하여 독립적인 두 개의 방사체로 설계하여, 접힌 구조로 전기적 길이를 효율적으로 배분하여 소형화하였다. 그림 3은 급전선로와 측면에서 바라본 안테나의 구조이다. 급전선로는 동축케이블을 사용하였으며, 단락핀을 사용하여 그라운드와 연결하였다. 또한, 그라운드 기판의 크기는 40mm x 80mm로 실제 휴대용 단말기와 같은 크기를 적용하였다.

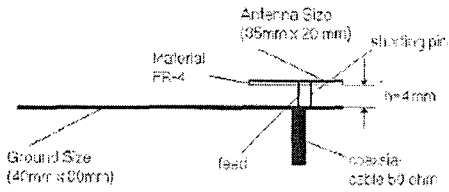


그림 3. 급전선로와 측면에서 본 안테나 구조

III. 실험 및 결과

본 논문에서는 GSM/DCS/USPCS/WCDMA 주파수 대역을 중심주파수로 설정하고 각부의 척도를 다음과 같이 설계하였다. 기판의 유전율은 $\epsilon_r=4.6$, 동판의 두께(H)가 1mm인 FR-4 기판을 사용하였다. 안테나의 전체 길이는 35mm×17.5mm이며, L1=15mm, L2=17.5mm, L3=16mm, L4=9mm로 설계하였다. 그림 4는 설계된 QuadBand 용 안테나의 L2의 길이 변화에 따른 공진주파수의 변화이다. L2의 길이가 17.5mm일 경우 만족한 공진주파수를 얻을 수 있었다.

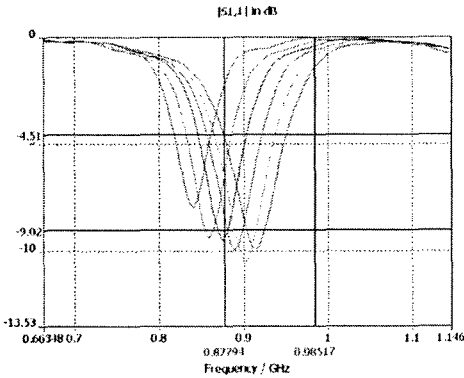


그림 4. L2의 길이변화에 따른 GSM대역의 공진주파수 변화

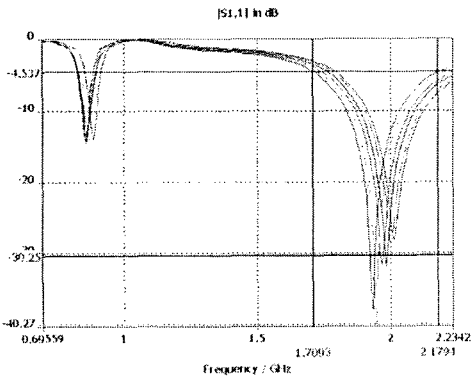


그림 5. L4의 길이변화에 따른 DCS/USPCS/WCDMA 대역의 공진주파수 변화
그림 5는 L4길이 변화에 따른 공진주파수의 변화를 나타내고 있다. L4의 길이에 따라 리턴로스

의 값이 변화함을 알 수 있다. 표 1은 설계된 안테나의 중심 주파수를 920MHz, 1800MHz로 설정하고 각부의 척도를 다음과 같이 결정했다. 높이 H4는 안테나의 대역폭과 관계되고 제작된 안테나는 이득이 최대가 되도록 5mm를 선택했다. 설계된 안테나의 제원은 표 1과 같다.

표 1. QuadBand용 PIFA 안테나의 제원

QuadBand용 PIFA 안테나의 제원[mm]			
L1	15	L2	17.5
L3	16	L4	9
H	5	ϵ_r	4.6

그림 6와 그림 7은 920MHz, 1800MHz의 각각의 주파수대에서 E-plane과 H-plane의 측정 방사 패턴으로써 실선의 H-plane과 점선의 E-plane 패턴에서 볼 수 있듯이 전형적인 무지향성의 방사 패턴을 보이고 있음을 알 수 있었고 패턴특성 또한 양호함을 볼 수 있다.

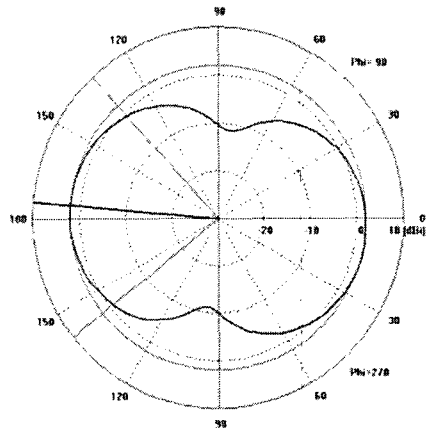


그림 6. 920MHz의 계산된 E/H-plane

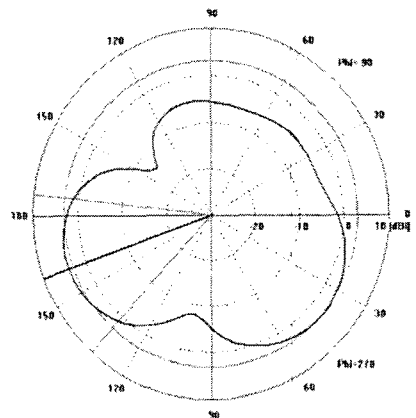


그림 7. 1800MHz의 계산된 E/H-plane
공진주파수는 VSWR 2 이하기준으로 그림 8과 같이 890~913MHz, 925~938MHz이었고, 그림 9는

상측파대역으로 1740MHz~1900MHz으로 원하고자 하는 주파수 대역을 얻을 수 있었다. 설계된 QuadBand용 PIFA안테나의 실험적 고찰을 토대로 L1= 15mm, L2= 17.5mm, L3= 16mm, L4= 9mm일 경우 원하고자 하는 주파수 대역을 얻을 수 있었다. 또한, 설계된 QuadBand용 PIFA 안테나는 그라운드에서부터 H=5mm일 경우 원하고자 하는 주파수 대역을 얻을 수 있었으며 설계된 안테나의 공진주파수는 890MHz~913MHz에서 VSWR 2이하의 값을 나타냈으며, 대역폭은 2.5%이었으며, 925MHz~938MHz에서는 1.4%의 대역폭을 얻을 수 있었다. 상측주파수 대역인 1740MHz~1900MHz에서의 대역폭은 8.8%로 L3과 L4의 길이와 높이를 변형하여 넓은 대역의 주파수 대역을 얻을 수 있었다.

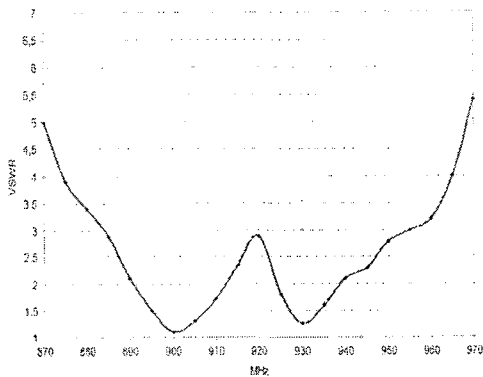


그림 8. GSM 대역의 VSWR

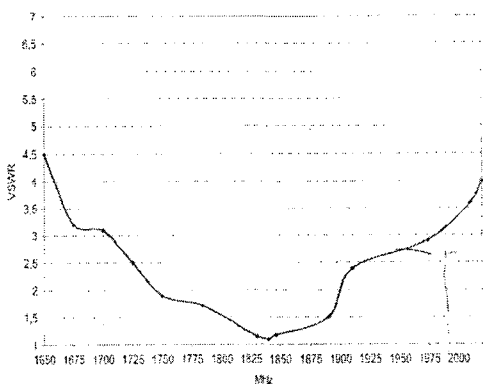


그림 9. DCS/WCDMA/USPCS 대역의 VSWR

V. 결 론

본 논문에서는 GSM/DCS/USPCS/WCDMA 단말기에 사용할 수 있는 Quad 밴드 내장형 안테나를 제안하였다. 안테나 구조는 PIFA구조로 설계하였으며 크기를 효율적으로 줄이기 위해서 단락핀과 역 세븐형 슬릿을 사용하여 독립적인

두 개의 방사체로 설계하였으며 접힌 구조로 전기적 길이를 효율적으로 배분하여 소형화하였다. 또한, 단말기 두께를 고려해 안테나 높이를 5mm, 그라운드 조건도 40mm×80mm로 설계 및 제작하여 측정하였다. 각 밴드에서 최대 이득은 GSM 2dBi, DCS 1dBi, USPCS 1dBi, WCDMA 2dBi을 얻었으며 방사패턴은 전 대역에서 무지향성 특성을 보였다.

참고문헌

- [1] Rao, J.S. and B.N. Das, "Impedance of Off-Centered Stripline Fed Series Slot," IEEE Trans. on Antennas and Propagation, Vol. AP-26, 1978, pp. 893-895
- [2] Peter L. Sullivan, "Analysis of an Aperture Coupled Microstrip Antenna" IEEE Transactions on Antennas and Propagation, Vol. AP-34, No. 8, August 1986.
- [3] Mariani, E.A., et al., "Slotline Characteristics" ibid., pp. 1091-1096.
- [4] Garg, R. and K.C. Gupta, "Expressions for Wavelength and Impedance of a Slotline," IEEE Trans. on Microwave Theory and Techniques, Vol. MTT-24, 1976, p. 532.
- [5] Fubini, E.G., J.A. McDonough and R. Malech, "Stripline Radiators," ibid., pp. 51-55.

본 연구는 산업자원부 및 한국산업기술평가원의 지역혁신센터사업의 지원으로 수행되었음.