

슬릿에 의한 2중 밴드 원형 패치 안테나에 관한 연구

이범준*, 류 황*

*배재대학교 정보통신공학과
lbj0609@naver.com, jsryu@pcu.ac.kr

A Study on Dual Band Slitted Circular Patch Array Antenna

Bum Jun Lee*, Hwang Ryu*

*Department of Information and Communications Engineering,
Pai Chai University

요 약

본 논문에서는 Dual Band Microstrip Patch 안테나를 제작하였다. 성능 측정을 위해서 슬릿의 위치에 따른 특성을 Ansoft사의 HFSS를 이용하여 시뮬레이션하였고, 이를 바탕으로 GSM과 DCS 주파수 대역을 동시에 만족 시키는 원형 패치 안테나를 인셋(inset) 급전 방식을 이용하여 원하는 중심 주파수에서 공진이 일어나도록 설계 하였다. 그 결과 슬릿과 패치의 간격이 0.5mm, 슬릿의 폭은 1mm, 각도는 98° 일 때 가장 좋은 특성과 각각의 중심주파수에서 S_{11} 이 -6.85dB, -9.691dB인 결과를 얻을 수 있었다.

1. 서론

TDMA 방식을 사용하는 GSM은 범 유럽지역에서 사용 가능한 900MHz 대역에서 운용되는 셀룰라 시스템으로 높은 음성품질, 저렴한 서비스 비용, 국가 간 로밍 지원, 주파수 대역의 사용효율 향상 등과 같은 많은 장점을 지니고 있다. 또한, GSM을 향상시킨 시스템이 DCS(Digital Cellar System)인데 1710~1880MHz에서 운용되고, 이 시스템은 기본적으로는 GSM방식에 기초하고 있으며 SIM카드를 사용함으로 GSM과의 로밍 또한 가능해 졌다. 현재 대부분의 유럽에서 다중 밴드용 단말기가 대중화 되고 있으므로 이를 충족할 수 있는 다중 밴드 안테나가 다양하게 연구되고 있다[1][2].

본 논문에서는 GSM(880~960MHz) 대역 및 DCS(1710~1880MHz) 대역에 공통으로 사용할 수 있는 슬릿에 의한 패치 안테나를 HFSS를 이용하여 시뮬레이션 하였다. 이 데이터를 근거로 인셋 급전을 사용하는 슬릿과 패치의 간격이 0.5mm, 슬릿의 폭은 1mm, 각은 98° 인 안테나를 제작하였다.

2. 설계 이론

원형 패치는 단일소자로 뿐만 아니라 배열에서도 많은 주목을 받아왔다. 패치와 접지면, 패치와 접지면 사이의 매질을 원형 캐비티로 취급함으로써 원형 패치 안테나에 의해 생성되는 모드를 구할 수 있다. 사각패치 안테나와는 달리, 원형 패치의 경우에 조정할 수 있는 것은 패치의 반경뿐이다. 패치의 반경을 조절하면 모드의 차수는 바꿀 수 없지만 공진 주파수는 변경할 수 있다. 캐비티 모델의 기본 모드 TM_{110}^z 의 공진 주파수(f_r) 과 원형 패치의 실효 반경 a_e 는 다음과 같은 관계식으로 구할 수 있고, a_e 를 이용하여 실제 반경 a 를 구할수 있다[3].

$$(f_r)_{110} = \frac{1.8412v_0}{2\pi a_e \sqrt{\epsilon_r}} \quad (1)$$

$$a_e = a \left\{ 1 + \frac{2h}{\pi a \epsilon_r} \left[1n \left(\frac{\pi a}{2h} \right) + 1.17726 \right] \right\}^{1/2} \quad (2)$$

여기서 a 는 패치의 실제 반경이고, v_0 는 자유공간에서의 광속도, ϵ_r 은 기판의 비유전율이며 h 는 기판의 두께이다.

3. 시뮬레이션 및 제작

슬릿의 적용에 따른 변화를 살펴보기 위해서 슬릿을 제거한 패치안테나에 대한 특성을 알아볼 필요가 있다. 안테나 설계시 중심 주파수는 925MHz로 유전율은 4.3으로 하였다. 원형패치의 실효 길이는 식 (1)(2)를 이용하면, 슬릿을 적용하지 않은 패치 안테나의 형태와 설계치는 그림1, 표1이며, 슬릿이 적용된 안테나는 그림2, 표2와 같다.

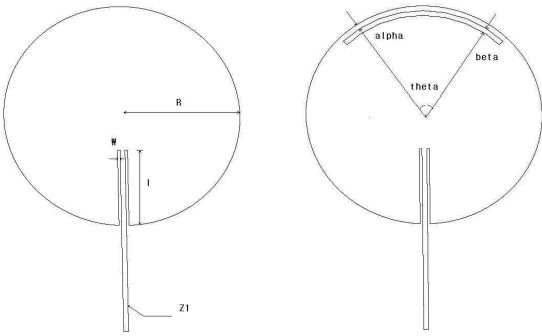


그림 1 슬릿 미적용 안테나 그림 2 슬릿 적용 안테나

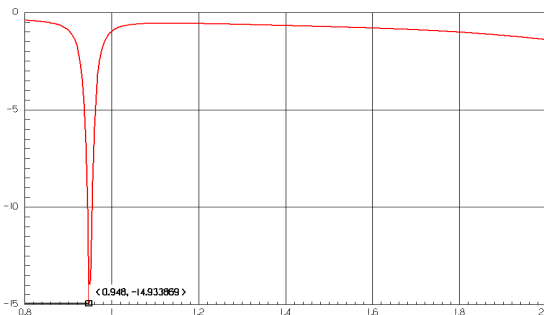
표 1 슬릿을 적용하지 않은 패치 안테나 설계치

	Impedance	폭(W)	$\lambda_g/4$
Z_1	50Ω	1.916mm	•
R	46.16mm		
l	31.748mm		

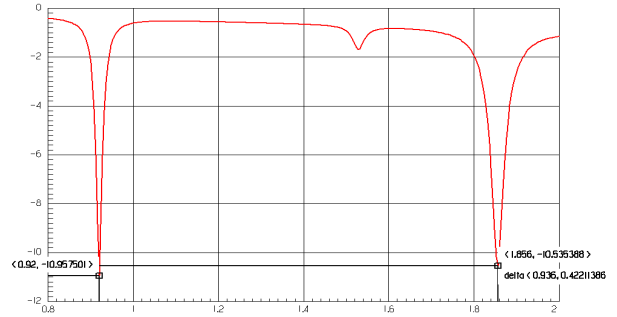
표 2 슬릿을 적용한 패치 안테나 설계치

	Impedance	폭(W)	$\lambda_g/4$
Z_1	50Ω	1.916mm	•
R	46.16mm		
α	0.5mm		
β	1mm		
θ	98°		
l	31.748mm		

아래 그림 3은 Ansoft사의 HFSS 이용하여 그림1과 그림2에 대한 시뮬레이션 결과이다. 슬릿을 적용한 경우에는 2곳에서 공진 특성을 나타내고 있다.



(a) 슬릿이 없을 때



(b) 슬릿이 있을 때

그림 3 슬릿 적용에 따른 안테나의 패턴 변화

그림 4는 β 와 θ 값이 일정할 때 α 값이 각각 3mm, 2mm, 1mm, 0.5mm 일 경우 변화값을 나타낸 것으로 α 값이 줄어들수록 f_1 은 증가하고, f_2 는 감소하는 경향이 있다.

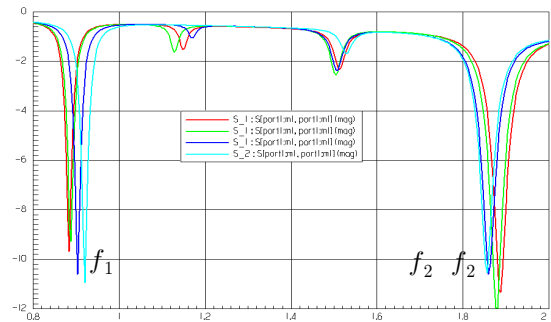


그림 4 α 의 변화에 따른 시뮬레이션 결과값

그림 5는 α 와 θ 값이 일정할 때 β 값이 각각 3mm, 2mm, 1.5mm, 1mm 일 경우의 변화값을 나타낸 것이다. β 값이 줄어들수록 f_1 은 변화가 적고, f_2 는 감소하는 것을 볼 수 있다.

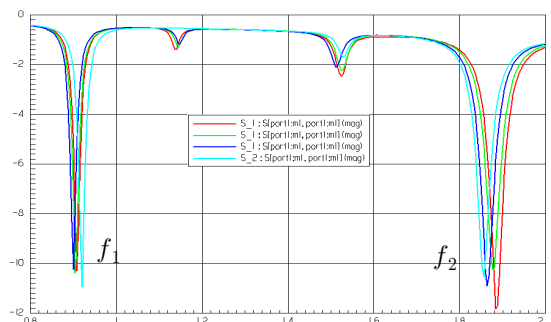


그림 5 β 의 변화에 따른 시뮬레이션 결과값

그림 6은 α 와 β 값이 일정할 때 θ 값이 각각 84° , 89° , 96° , 98° 일 경우의 변화값을 나타낸 것이다. θ 값이 증가할수록 f_1 은 거의 변화가 없으며, f_2 는 감소하는 것을 볼 수 있다.

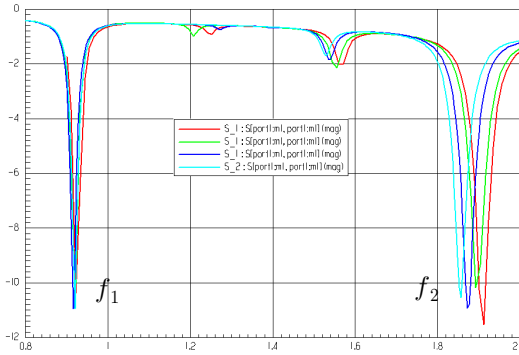


그림 6 θ 의 변화에 따른 시뮬레이션 결과값

그림 7은 앞에서 시뮬레이션 결과를 바탕으로 특성이 가장 좋은 단일소자를 이용하여 배열 안테나를 제작한 그림이다. 두 소자의 거리는 0.45λ 이며 입력 임피던스는 50Ω 이며 가상 임피던스를 사용하여 배열을 하였다.

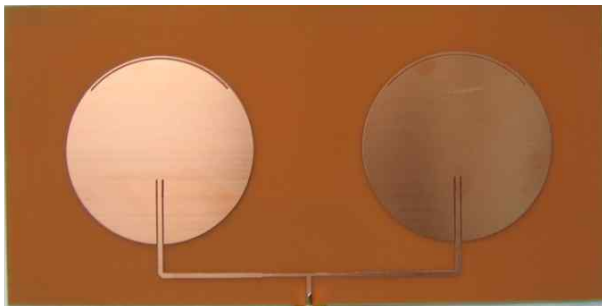


그림 7 실제 제작된 1×2 배열 안테나 사진

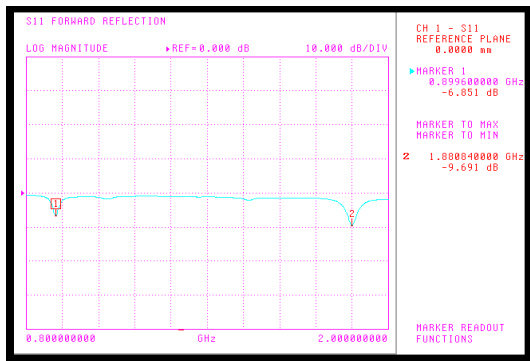


그림 8 배열 안테나의 S11특성

그림 8은 그림7의 배열 안테나를 네트워크 아날라이저로 측정된 결과로 GSM 대역 0.9024GHz에서 S_{11} -6.85dB, DCS대역 1.8880에서 -9.691dB의 특성을 나타낸다.

4. 결 론

본 논문에서는 유전율 4.3, $t=1$ 인 에폭시 기판에 슬릿을 이용하여 GSM와 DCS 주파수 대역에서 동작이 가능한 이중 밴드 원형 배열 패치 안테나를 제작하였다. 제작 결과 기판의 슬릿이 이중 공진을 일으키는 중요한 요인으로 α, β, θ 와의 상관 관계 특성을 고찰 하여 보았다. 제작된 안테나는 두 주파수 대역에서 동작하는 특성을 가졌지만 대역폭이 협소한 단점이 있는 만큼 향후 연구 방향은 기판의 높이, 두께, 유전율, 급전 방법을 고려하여 광대역 특성을 가지는 다중 공진 안테나에 대한 연구가 진행되어야 할 것이다.

참고문헌

[1] G. Avitable, S. Maci, F. Bonifacio, and C. Salvador, "Dual band circularly polarized patch antenna," *IEEE AP. Int. Symp. Dig.*, pp.290-293, June 1994.

[2] S. Maci, G. Biff Gentili, Piazzesi, and C. Salvador, "Dual-band slot-loaded patch antenna," *IEEE Trans. Antennas Propagat.*, Vol. 142, No. 3, pp. 225-232, June 1995

[3] L.C. Shen, S.A. Long, M.R. Allerding, and M.D. Walton, "Resonant Frequency of a Circular Disc, Printed-Circuit Antenna," *IEEE Trans. Antennas Propagat.*, Vol. AP-25, No 4, pp.595-596, July 1977