

GPS/PCS 단말기를 위한 기생 다이폴을 가진 모노폴 내장형 안테나

Internal monopole antenna with parasitic dipole element for GPS/PCS handset

정 병 운 이 병 제 이 중 철 김 중 현 김 남 영 박 면 주
(광운대, 석사과정) (광운대, 교수) (광운대, 교수) (광운대, 교수) (광운대, 교수) (광운대, 교수)

목 차

- I. 서론
- 1. 연구배경 및 목적
- II. 본론
- 1. 안테나 설계
- 2. 시뮬레이션 및 실험 결과
- III. 결론

I. 서론

최근 FCC(Federal Communications Commission)에서는 2001년 8월부터 미국에서 판매되는 모든 수출용 휴대통신 단말기에 GPS(Global Positioning System) 서비스를 추가시키는 무역조건을 결정하였고 전 세계적으로 인체에 미치는 전자파에 대한 규제를 점차 강화되는 추세에 있다. 이러한 시대적 배경에 따라 국내의 단말기업체는 물론 모든 유수의 단말기업체들은 강화되는 무역조건에 대한 대비책으로 다중대역 내장형 안테나의 연구에 박차를 가하고 있다. 모든 내장형 안테나의 관건은 전기적으로 작은 안테나의 효과적인 구현이라고 할 수 있다. 지금까지 주로 사용되는 소형화 기술은 Lumped 소자를 이용하는 방법, 기하학적 최적화를 통한 방법, 접지면과 단락회로를 사용하는 방법, 고유전체 매질을 사용하는 방법, 방사를 보충할 수 있는 안테나 환경을 사용하는 방법들이 있다. 그러나 전기적인 소형 안테나는 일반적으로 근접된 접지면과 높은 전류밀도 등으로 안테나의 Quality factor의 증가로 인한 대역폭 감소와 높은 전류밀도로 인한 저항성 손실의 증가로 인한 이득의 감소로 구현하기 어려운 단점이었다. 또한 앞서 언급했듯이 최근 이동 통신에서의 새로운 경향은 두 개의 소형안테나를 쓰는 대신 한 안테나로써 두 개 이상의 대역을 소화하도록 하는 것이다. 이는 엄밀히 말해 소형 안테나라고 말할 수 없지만 두 개 이상의 안테나가 필요한 시스템에서 하나의 안테나만을 사용함으로써 시스템의 전체적인 크기를 줄이는데 큰 기여를 하게 된다. 이에 근래 들어 연구가 활발

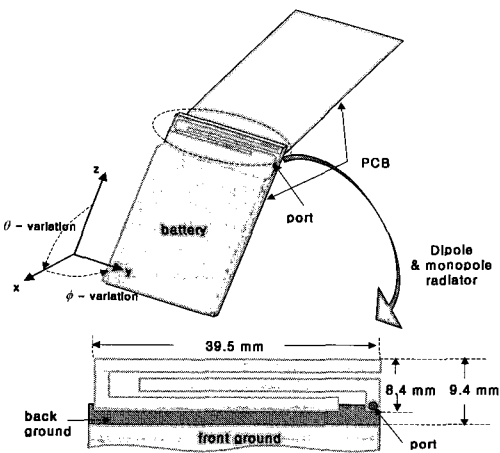
히 진행된 안테나로써 좋은 예로 적층형 안테나를 들 수가 있는데 적층형 안테나는 안테나의 물리적인 크기를 줄이고 대역폭을 향상시키는데 효과적인 방법이지만 안테나라는 device가 guided wave를 radiation wave로 바꾸어 주는 역할을 한다는 점에서 안테나의 방사효율이 낮아진다는 문제가 있다. 그러므로 본 논문에서는 안테나의 물리적인 크기를 줄이는 것보다 실제 단말기 내부의 전파환경과 내부 공간을 최대한 활용하여 단말기 기판에 직접 인쇄가 가능하고 외장형 안테나 이상의 이득과 넓은 대역폭, 전 방향성에 가까운 방사패턴, 그리고 방사되는 전자파로부터 인체를 보호할 수 있고 하나의 안테나에서 GPS 서비스와 이동통신 서비스를 동시에 할 수 있는 단말기 내장형 듀얼밴드 안테나를 제안하고자 한다.[1][2][3]

II. 본론

1. 안테나의 설계

〈그림 1〉은 본 논문에서 제안된 기생 다이폴이 포함된 모노폴 내장형 안테나의 전체적인 구조이다. 전체적인 안테나는 L형 모노폴 방사체와 그 주위를 둘러싸고 있는 기생 다이폴 방사체로 이루어져있다. 일반적인 모노폴 형태를 가지는 안테나의 특징은 약 $\lambda/4$ 에서 공진이 일어나고 임피던스 대역폭이 좁다는 것이다. 또한 높은 전류밀도로 인한 입력 임피던스의 증가는 저항성 손실을 증가시킬 뿐 아니라 효율적인 임피던스 정합을

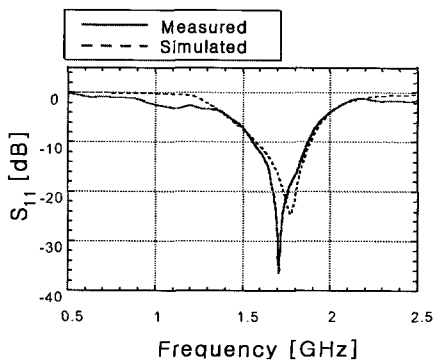
방해하는 주요한 원인이 된다. L형 모노폴 주위의 기생 다이폴의 역할은 모노폴과 인접 공진을 통하여 안테나의 대역폭을 향상시키고 모노폴의 높은 전류 밀도를 분산시킴으로써 효과적인 임피던스 정합을 가능하게 한다. [4][5] 또한 다이폴의 공진 주파수를 모노폴보다 낮게 설계하여 상대적으로 긴 파장을 가지고 있는 GPS대역에서 단말기 접지면의 의존도를 줄이고자 했다. 국내 L社의 단말기 PCB 크기인 40mm×70mm이고, 비유전율(ϵ_r)이 4.7이고 두께는 0.8mm인 기판 위에 모노폴과 다이폴 방사체를 구현하였다.



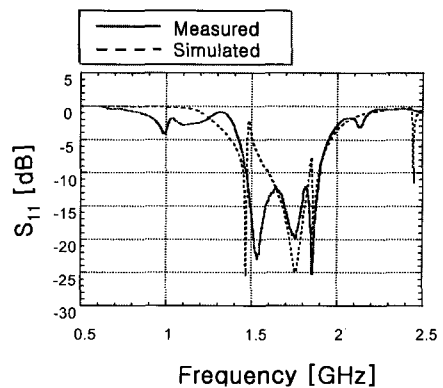
〈그림 1〉 기생 다이폴이 포함된 모노폴 안테나 구조

2. 시뮬레이션 및 실험 결과

본 논문에서 제안된 안테나는 기본적으로 폴더형 단말기를 고려하여 설계되어졌다. 그러므로 단말기가 접힌 상태와 펼친 상태에서 동일한 안테나 특성을 갖는 것이 매우 중요하다. 안테나 시뮬레이션과 실제 측정을 할 때 단말기의 상태에 따른 안테나의 반사손실, 이득 및 방사패턴을 변화를 살펴보기 위하여 착탈(着脫)이 가능한 폴더용 zig를 제작하여 시뮬레이션과 측정 시 각각의 경우를 모두 고려하여 안테나의 특성을 파악하여 보았다.

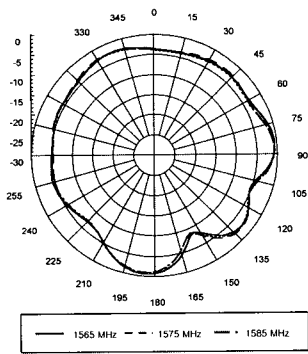


〈그림 2〉 단말기를 접었을 때 반사손실

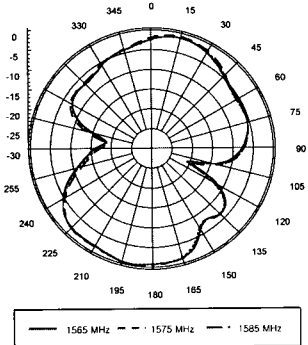


〈그림 3〉 단말기를 펼쳤을 때의 반사손실

〈그림 2〉와 〈그림 3〉은 각각 단말기가 접힌 경우와 펼친 경우에서의 반사손실을 나타낸 것이다. simulator로는 Ansoft社의 Ensemble version 5.1을 사용하였으며 측정은 agilent社의 8753ES로 이루어졌다. 단말기를 접었을 경우는 중심 주파수가 1720 MHz이고 정재파비 2:1이하의 주파수 대역이 1558 MHz~1886 MHz로 19.1%의 대역폭이 측정되었고 단말기를 펼쳤을 경우에는 중심주파수가 1673 MHz이고 주파수 대역은 1450 MHz~1896 MHz로써 26.6%의 넓은 대역폭이 측정되었다. 〈그림 4〉는 GPS대역에서 측정된 방사패턴이다. GPS대역 측정 시에는 단말기 사용자가 단말기를 펼친 상태에서 정보를 수신한다고 가정하여 1565MHz, 1575MHz, 1585MHz의 3개의 주파수에서 안테나의 방사패턴과 이득을 측정하였다. 〈그림 5〉와 〈그림 6〉은 각각 단말기를 접었을 때와 펼쳤을 때에 PCS대역에서 측정된 방사패턴이다. PCS대역 측정 시에는 GPS대역과는 달리 단말기를 접은 경우와 펼친 경우를 모두 고려하여 1750MHz, 1810MHz, 1870MHz의 주파수에서 각각의 방사패턴과 이득을 측정하였다. 단말기를 펼쳤을 경우에 접었을 때 보다 단말기 접지면의 영향으로 상대적으로 인체방향으로의 방사가 약 5dB가 감소하였다. 〈표 1〉은 GPS대역에서 측정했을 때의 안테나의 특성으로 최대 이득은 3.12dBi가 측정되었다. 〈표 2와 3〉은 PCS대역에서 측정된 값으로 단말기를 접었을 때와 펼쳤을 때 각각 3.33dBi와 3.19dBi의 최대 이득을 얻었다. GPS대역과 PCS대역의 방사패턴이 다소 차이가 있는 것은 모노폴과 기생 다이폴의 공진 주파수가 다르기 때문에 대역마다 안테나의 최대 방사가 각기 다른 위치에서 일어나기 때문이다. 또한 이론적으로 안테나의 H-plane과 E-plane에서의 최대 이득은 일치하지만 소형 안테나의 경우에는 각 주파수마다 정확한 안테나의 편파를 찾기 어렵고, 측정 시스템이 구형 좌표계가 아닌 원통형 좌표계로 이루어져 있어 측정 오차가 발생한 것으로 생각된다.



(a) H-plane pattern



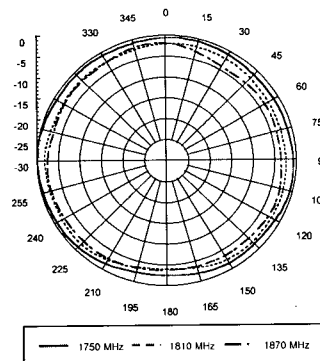
(b) E-plane pattern

〈그림 4〉 방사패턴(@GPS)

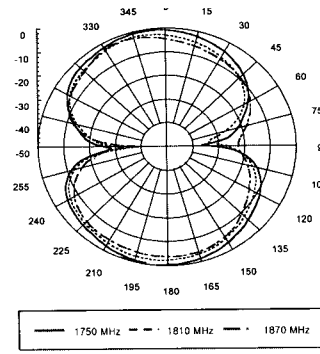
〈표 1〉 안테나의 특성(@GPS)

		H-plane	E-plane	
단말기를 펼친 상태	1565 MHz	G_{max}	2.16	2.95
		G_{ave}	-0.78	-0.95
		HPBW	77.78	20.86
	1575 MHz	G_{max}	2.16	2.96
		G_{ave}	-0.94	-0.93
		HPBW	81.10	20.69
	1585 MHz	G_{max}	2.02	3.12
		G_{ave}	-0.77	-0.73
		HPBW	89.16	20.54

G_{max} : 최대 이득[dBi], G_{ave} : 평균 이득[dBi],
HPBW : 반치각[degree]



(a) H-plane pattern



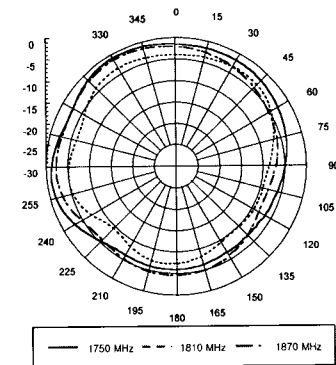
(a) E-plane pattern

〈그림 5〉 단말기를 접었을 때 방사패턴(@PCS)

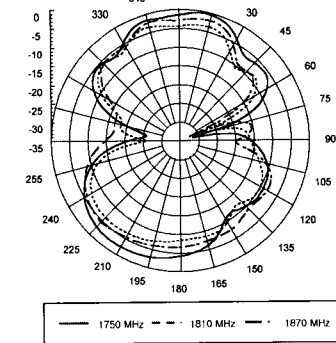
〈표 2〉 단말기를 접었을 때 안테나의 특성(@PCS)

		H-plane	E-plane	
단말기를 접은 상태	1750 MHz	G_{max}	2.38	1.52
		G_{ave}	-0.52	-2.74
		HPBW	92.66	42.97
	1810 MHz	G_{max}	3.33	1.10
		G_{ave}	-0.37	-2.83
		HPBW	83.08	27.58
	1870 MHz	G_{max}	3.11	1.09
		G_{ave}	-0.82	-3.32
		HPBW	90.95	28.05

G_{max} : 최대 이득[dBi], G_{ave} : 평균 이득[dBi],
HPBW : 반치각[degree]



(a) H-plane pattern



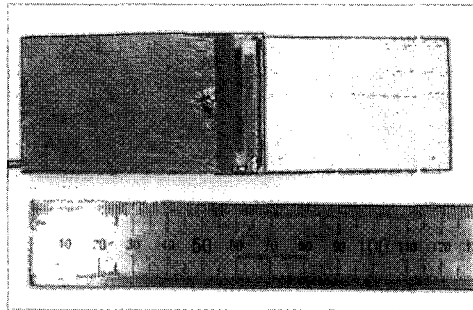
(b) E-plane pattern

〈그림 6〉 단말기를 펼쳤을 때 방사패턴(@PCS)

〈표 3〉 단말기를 펼쳤을 때 안테나의 특성(@PCS)

		H-plane	E-plane
단말기를 펼친상태	1750 MHz	G_{max}	1.67
		G_{ave}	-0.59
		HPBW	124
	1810 MHz	G_{max}	-0.62
		G_{ave}	-3.22
		HPBW	132.4
	1870 MHz	G_{max}	1.42
		G_{ave}	-1.10
		HPBW	122.7

G_{max} : 최대 이득[dBi], G_{ave} : 평균 이득[dBi],
HPBW : 반치각[degree]



〈그림 7〉 제작된 안테나의 실물도

III. 결 론

본 논문에서는 이동 통신 시스템에 적합한 기생 다이폴이 포함된 모노폴 내장형 안테나를 설계하고 측정하였다. 기생 다이폴이 포함된 모노폴 안테나는 단말기 기판에 직접 인쇄가 가능하므로 다른 부품과의 집적화가 용이하고 생산성이 높은 장점이 있다. 그리고 임피던스 대역폭은 단말기를 접었을 때와 펼쳤을 때 모두 최소 19.1% 이상으로 GPS 대역과 PCS 대역을 동시에 만족할 수 있는 넓은 대역폭을 가지며 전 대역에서 0dBi ~ 3.33dBi의 이득을 가짐으로써 상용 외장형 안테나

와 뒤지지 않는 성능을 보이고 있다. 또한 직접 인쇄를 하지 않고 공기층을 삽입하여 안테나를 구현할 시에는 안테나의 크기를 줄일 수 있으므로 다양한 형태의 단말기에 적용이 가능하다. 시뮬레이션 결과 안테나를 단말기 접지면과 4mm의 높이에 위치시키면 안테나의 크기가 약 40% 감소함을 확인하였으므로 다양한 형태의 단말기를 비롯한 이동 통신 시스템에 적용이 가능하리라 사료된다.

앞으로 단말기 시스템과 연동했을 때 안테나의 성능 분석과 GPS 시스템과 PCS 시스템 간의 대역간 격리도 및 전자파 흡수율에 대한 연구를 진행할 예정이다.

참고문헌

1. A. Henderson, K. Hirasawa and J.R.James, *Small Antennas*, New York, John Wiley and Sons, Research Studies Press, pp.37-107, 1987.
2. A. K. Skrivervik, J-F. Zürcher, O. Staub and J. R. Mosig, "PCS Antenna Design: The Challenge of Miniaturization", *IEEE antenna and propagation magazine*, vol. 43, no. 4, August 2001.
3. O. Staub, J-F. Zürcher, A. Skrivervik, "Some Considerations on the Correct Measurement of the Gain and Bandwidth of Electrically Small Antennas", *Microwave and Optical Technology Letters*, pp.159- 160, February 1998.
4. F.-S. Chang, S.-H. Yeh and K.-L. Wong, "Planar Monopole in Wrapped Structure for Low-profile GSM/DCS mobile phone antenna," *Electronics Letters*, vol. 38, no. 11, May 2002.
5. D. Viratelle, R.J.Langley, "Dual-band printed antenna for mobile telephone applications," *Iee Proc.-Microw. Antennas Propag.*, vol. 147, no. 5, October 2000.