

슬롯 방사를 이용한 다중 대역 평판형 역 F형 안테나

A Multi-Band Planar Inverted F-type Antenna Using Slot Radiation

윤희준

유한필

정병운

이병제

(광운대, 석사 과정) (광운대, 석사과정) (광운대, 박사과정) (광운대, 부교수)

Key Words : 삼중대역, PIFA, Slot Radiation, Internal antenna

목 차

I. 서론

III. 결론

II. 본론

1. 안테나 설계

2. 시뮬레이션 및 실험 결과

I. 서론

최근 이동통신 단말기의 급속한 발달과 성장으로 단말기가 음성만을 전달하는 매개체로서의 역할만이 아닌 MP3, 카메라, 전자사전 등의 기능이 내장되어 단말기가 멀티미디어화, 소형화 되어가고 있는 추세에 있다. 소형화에 있어서 안테나도 기존의 외장형 안테나에 비해 외부로의 충격 방지와 인체 두부로 방사량이 적다는 장점을 지닌 내장형 안테나를 구현함으로써 단말기 전체 크기를 줄일 수 있다. 하지만 소형 내장형 안테나에 근접된 접지면으로 인해 안테나 Quality factor가 증가한다. 그로 인해 대역폭이 좁다. 또한 높은 전류밀도로 인하여 저항성 손실의 증가하기 때문에 안테나의 이득 감소가 발생한다. 멀티미디어화와 소형화에 따른 제한된 내부공간에 많은 소자들과 안테나 사이의 발생하는 문제로 안테나 디자인의 제약 등 위와 같은 단점도 있다. 또한 내장형 안테나에 있어서 소형화, 다중 대역, 낮은 전자파 흡수율, 인체의 영향이 적은 안테나 등이 요구되는 안테나의 디자인이 대두된다. PIFA는 $\lambda_g/4$ 에서 공진하기 때문에 안테나의 전기적인 소형화를 이룰 수 있으며, slit과 slot으로 방사면에 변화를 주어 다중공진을 만들기가 쉽다는 장점을 지니고 있다. 일반적으로 이용되는 이중 공진의 방법은 크게 두 가지로 나뉜다. 하나의 공진 선로에 기본 모드와 고차모드를 함께 이용하는 방법과 각 주파수에 대하여 서로 다른 두 개의 공진 선로를 이용하는 방법이 바로 그것이다. 전자의 경우 안테나 설계에 있어서 슬릿의 위치와 구성에 따라 두 공진의 주파수를 비교적 쉽게 변화시킬 수가 있으나 단말기에서 요구하는 임피던스 대역폭을 얻기가 어렵고, 후자의 경우는 서로 다른 방사소자를 이용함으로써 안테나 성능을 최적화 시키기가 용이한

장점이 있으나 각 공진 선로들은 독립적으로 조정할 수 있는 부분이 아니어서 사용되지 않는 공진 선로는 사용되는 공진 선로에 대해서 기생 부하 성분으로 표현되며, 하나의 공진 선로를 조정하는 것은 다른 부분에 대해 현저하게 영향을 끼친다. 뿐만 아니라 두 경우 저주파 대역과 고주파 대역에서 서로 다른 전류 분포를 가지므로 전 대역에서 일정한 전방향성 특성을 갖는 안테나의 설계는 더욱 어려울 수 밖에 없는 것으로 알려져 있다.[1][2][3]

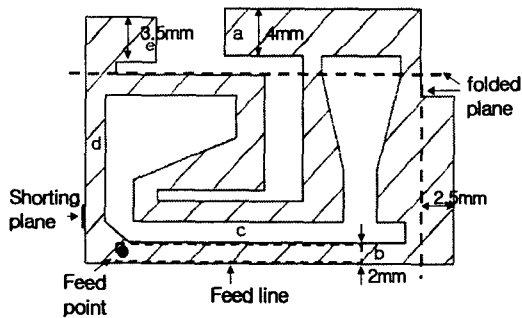
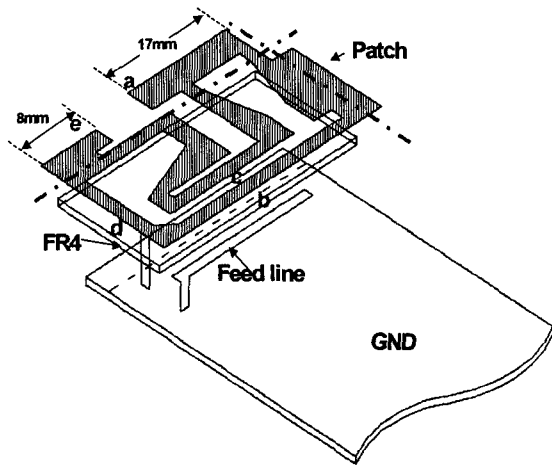
본 논문에서는 Cellular / GPS / US-PCS 대역의 삼중대역 내장형 안테나를 제안하였다. 제안된 안테나는 slot 방사를 이용한 평판형 역 F형 안테나로 다중 공진을 이루었다. 두 개의 공진선로를 이용하는 PIFA를 Cellular 대역과 GPS에서 주요 방사체로 사용하고 US-PCS 대역에서는 slot을 통한 방사체가 사용되도록 구현하였다. Ensemble 5.1c simulator를 이용하여 안테나의 다중 대역을 설계하였으며, IE3D를 이용하여 그 전류 분포 특성을 확인하였다. 또한 실제 제작을 통해서 안테나의 공진 특성과 방사패턴을 측정하여 시뮬레이션 결과와 비교 검토하였다.

II. 본론

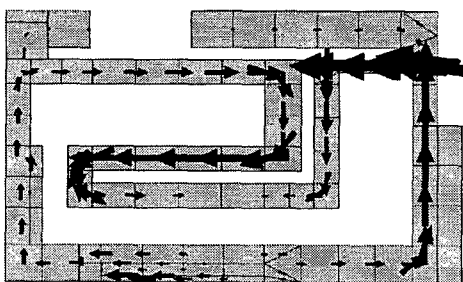
1. 안테나의 설계

<그림 1>은 본 논문에서 제안한 안테나이다. 안테나는 크게 PIFA와 급전 라인으로 구성되어 있다. 패치 크기는 $35 \times 18 \text{mm}$, 그라운드 크기는 $35 \times 85 \text{mm}$ 로 구성하였다. 1mm의 FR4 위에 패치를 구현하였고, 안테나와 그라운드의 전체 높이는 7mm로 디자인 하였다. <그림 1>에서 피드부분의 가장자리에서부터 b를 통하여 a까지의 path가 Cellular 대역의

주요 방사체로 동작하도록 설계 되었으며, 피드 부분부터 d를 통하여 e까지의 path가 GPS 대역을 만족시키는 주요한 방사체로 설계를 하였다. 제한된 크기에 Cellular 대역과 GPS 대역에서 $\lambda_g/4$ 의 공진 길이로 동작하는 PIFA를 구현하기 위하여 위쪽과 우측의 측면부를 이용하여 안테나를 구현함으로써 공간적 활용도를 높였다. 또한 위 두 대역의 PIFA 좁은 임피던스 대역폭을 개선하기 위하여 1.5x22mm의 급전 라인으로 간접 급전하여 단말기에서 요구하는 대역폭을 만족시켰다.[5][6] <그림 1> c 부분의 Slot은 US_PCS 대역의 주요 방사체로 동작하도록 설계되었다. 이러한 US_PCS 대역에서의 전류 분포를 <그림 2>에 나타내었다.

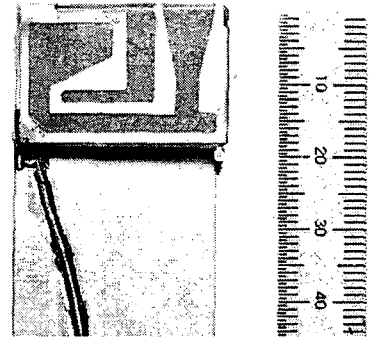


<그림 1> 제안된 안테나 구조



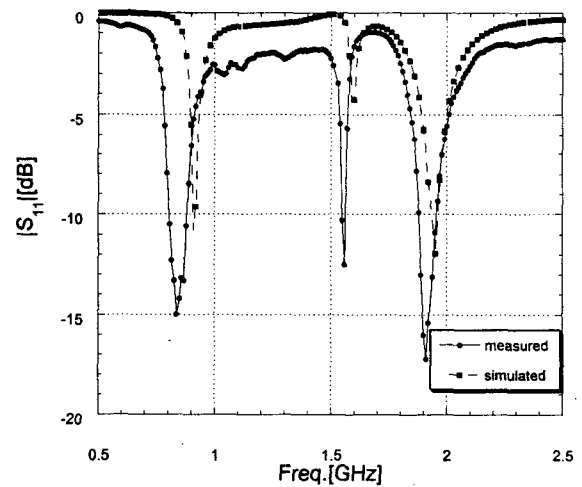
<그림 2> US_PCS 대역에서의 Slot공진

일반적으로 Slot에 의한 방사 구조에서는 좁은 임피던스 대역폭이 나타나게 된다.[4] 따라서 Slot의 양 끝을 테이퍼드하게 구현하여 임피던스 변화를 줄이고, Slot의 간격과 길이를 이용하여 매칭과 대역폭을 만족시키기 위하여 최종적으로 <그림 1>과 같이 안테나를 구현하게 되었다. Slot 중앙의 폭은 2mm이며, 전체 길이는 약 48mm로 하였다. <그림 3>는 실제 제작된 안테나를 보여주고 있다.



<그림 3> 제작된 안테나의 사진

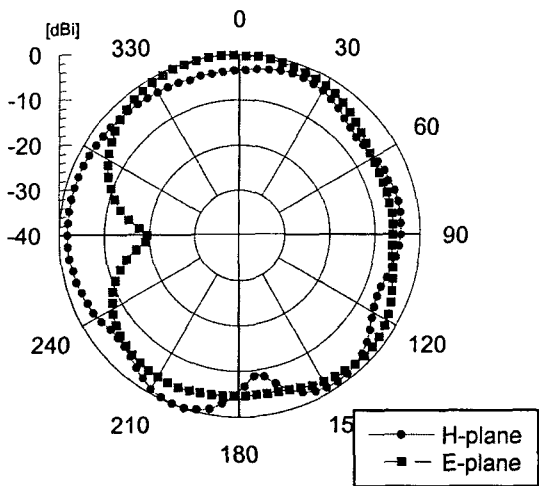
2. 시뮬레이션 및 실험 결과



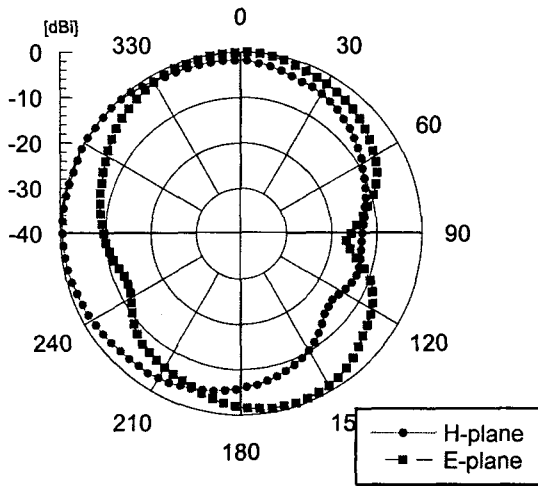
<그림 4> 시뮬레이션 및 제작 측정된 반사 손실

<그림 4>은 시뮬레이션을 통한 반사 손실과 실제 제작을 통해 얻은 반사 손실을 나타낸 것이다. 시뮬레이션 결과와 제작을 통한 결과가 비슷함을 알 수 있다. Cellular 대역에서 중심 주파수 835MHz로 VSWR 3:1(반사손실 약 -6dB 이하) 기준으로 796MHz~910MHz 약 13.7%의 대역폭이 측정되었고, GPS 대역의 주파수 1575MHz를 VSWR 3:1 이하로 만족되었다. 또한 US_PCS 대역에서 중심 주파수 1920MHz로 VSWR 3:1기준으로 1850MHz~2000MHz 약 7.8%의 대역폭이 측정되었다.

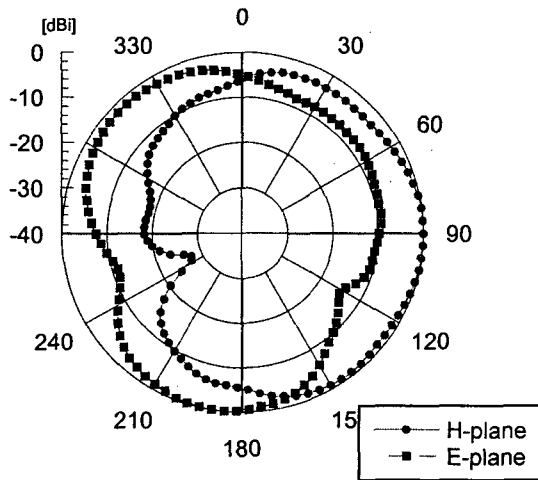
<그림 5>에서 <그림 7>는 제작된 안테나를 anechoic chamber로 측정한 결과이다.



<그림 5> 859MHz 방사 패턴



<그림 6> 1575MHz 방사 패턴



<그림 7> 1920MHz 방사 패턴

<표 1> 각각의 주파수 대역에서의 안테나 특성

	주파수 (MHz)	H-plane		E-plane	
		최대이득	평균이득	최대이득	평균이득
Cellular	824	-2.32	-6.88	-5.50	-9.25
	859	-1.91	-5.08	-4.50	-8.15
	894	-1.31	-4.22	-3.54	-7.32
GPS	1575	-3.16	-6.73	-5.51	-9.38
US_PCS	1850	-1.58	-6.25	-4.84	-9.13
	1920	0.02	-4.19	-1.45	-5.88
	1990	-0.50	-4.49	-0.09	-5.87

<그림 5>에서 <그림 7>까지 각 대역의 중심 주파수에서의 방사 패턴을 보여주고 있다. PIFA에 의하여 공진을 하는 Cellular 대역과 GPS 대역에서는 전방향성의 특성을 보이거나 Slot에 의해 공진을 하는 US_PCS 대역에서는 전방향성의 특성이 나타나지 않았다. <표 1>은 단말기가 요구하는 각각의 주파수대역에서의 최대 이득과 평균이득을 정리 하였다.

III. 결론

본 논문에서는 Cellular/GPS/US_PCS 다중 대역 특성을 갖는 내장형 안테나를 설계, 제작하였다. 안테나 설계는 제한된 내부 공간에 다중 대역을 만족하는 안테나의 구현과 좁은 대역폭의 특성을 지닌 PIFA와 Slot을 통한 방사체에 간접 급전 방식과 slot을 테이퍼드하게 구현하여 대역폭 확장을 목표로 하여 시뮬레이션 및 제작 측정 결과를 통하여 안테나의 성능을 확인하였다. 그러나 제안된 안테나는 현재 단말기 내장형 안테나로 가능성만을 확인한 것임으로 추후에 실제 단말기에 적용하여 특성 변화를 확인하고자 한다. 또한 효율을 증가시키는 방안 및 높은 주파수대역에서 전방향성의 특성을 얻을 수 있는 방법을 연구하고자 한다.

참고 문헌

- [1] L. J. Reading, "Designing dual band internal antennas," EDN, November 8, 2001
- [2] Zi Dong Liu; Hall, P.S.; Wake, D. "Dual-frequency planar inverted-F antenna", Antennas and Propagation, IEEE Transactions on , Volume: 45 , Issue: 10 , Oct. Pages:1451-1458
- [3] Kin-Lu Wong, *Planar Antennas for wireless communications*, John wiley & sons, Inc., publication, 2003
- [4] I. J. Bahl, P. Bhartia, *Microstrip antennas*, Artech House, 1982
- [5] Constantine A. Balanis, *Antenna theory analysis*

and design, John Wiley & Sons, Inc., 1997.

- [6] Huynh, M.-C.; Stutzman, W "Ground plane effects on planar inverted-F antenna (PIFA) performance", *Microwaves, Antennas and Propagation, IEE Proceedings -* , Volume: 150, Issue:4 , 8 Aug. 2003 Pages:209-213