

# 루프 구조를 이용한 다중 대역 단말기용 내장형 안테나 설계

## Design of a Multi-band for Handset Antenna with Loop Structure

유병길

유한필

정병운

이병제

(광운대, 석사과정) (광운대, 석사과정) (광운대, 박사과정) (광운대, 부교수)

I. 서론	목 차	III. 결론
II. 본론		IV. 참고 문헌
1.안테나 설계 및 해석		
2.안테나 제작 및 측정		

### I. 서론

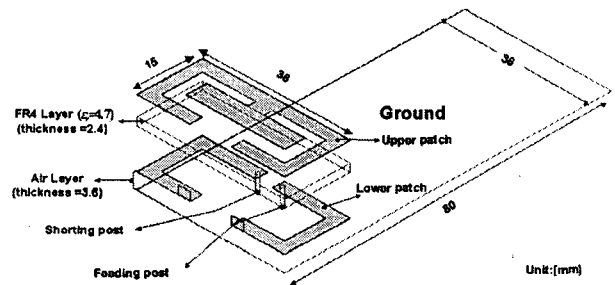
최근 국내의 휴대폰 시장에서는 내장형 안테나에 대한 관심이 점점 커지고 있으며 이미 해외 시장에서는 디자인을 고려한 내장형 안테나의 이용이 일반화되어 있다. 이에 따라 보다 소형화된 안테나, 다중 대역 동작, 낮은 전자파 흡수율, 그리고 인체의 영향에 대해 그 성능이 감소하지 않는 안테나가 요구되고 있다. 일반적으로 단말기에 이용되는 소형 안테나는 그 크기가 작아짐에 따라 quality factor에 의해 안테나 효율이 낮아지고 대역폭이 좁아지는 특징을 갖는다. 뿐만 아니라 최근의 이동 통신 시스템이 다중 대역 동작에 대한 요구를 하게 됨에 따라 높은 주파수에서 필요로 하는 넓은 대역폭, 방사 패턴 등 안테나 디자인의 문제를 보다 신중하게 고려할 필요가 생겼다. 특히 다중 대역 안테나는 주파수에 따라 변하는 전류 분포로 인해 단말기에서 요구하는 전방향성 특성을 얻기가 쉽지 않다.

본 논문에서는 이러한 단말기용 안테나의 단점을 극복하는 넓은 대역폭과 방사 패턴의 왜곡 현상을 감소시켜 원하는 대역에서 전방향성 방사 특성을 갖는 안테나를 제안하였다. 제안된 안테나는 단말기용 내장형 안테나로서 전체적으로는 루프 구조를 갖는 안테나이지만 대역폭을 개선시키기 위해 GSM 대역에서는 방사체로 동작하고 DCS/US-PCS 대역에서는 임피던스 특성 및 대역폭에 영향을 주는 스텐브 패치를 중앙에 삽입하여 안테나의 대역폭을 개선하였으며 3중 대역인 GSM/DCS/US-PCS 대역을 만족시키도록 설계하였다. 또한 방사체의 구조가 좌우 대칭 구조를 가지고 있다. 이는 전류 흐름을 대칭적으로 구현함으로써 각 대역 주파수에서도 전 방향을 가지도록 하기 위함이다. Zeland사의 IE3D simulation tool를 이용하여 안테나를 설계 및 검증하였으며 실제 제작을 통해서 안테나의 공진 특성과 방사 패턴, 이득을 측정하여 시뮬레이션과 비교 및 분석 하였다.

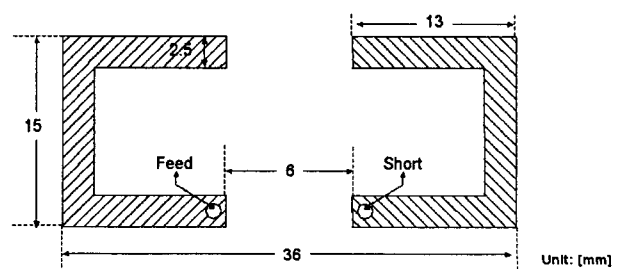
### II. 본론

#### 1. 안테나 설계 및 해석

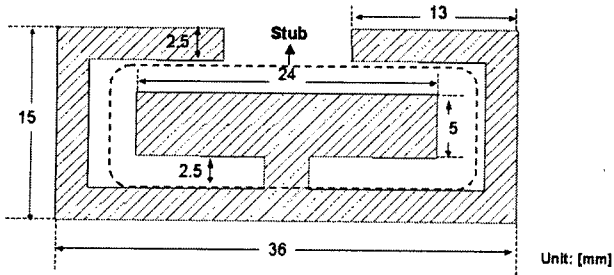
<그림 1>은 본 논문에서 제안된 안테나이다. 안테나는 크게 방사 패치와 그라운드, 그리고 FR4층과 공기층으로 구성되어 있다. 패치와 그라운드 크기는 각각 36mm × 15mm와 36mm × 80mm이고, 3.6mm의 공기층과 2.4mm의 FR4 ( $\epsilon_r = 4.7$ ) 층을 삽입하여 안테나의 전체 높이는 6mm로 하였다. 안테나의 구조를 좌우 대칭 구조로 구현하기 위해 급전구조는 방사 패치와 그라운드의 중앙에 위치하였다.



(a) 안테나 구조

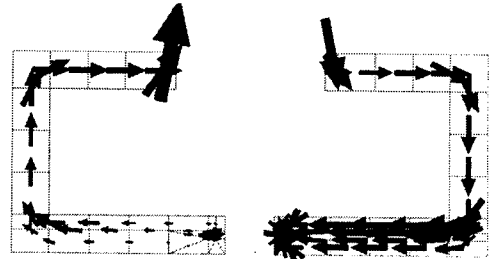


(하측 방사 패치)



(상측 방사 패치)

(b) 안테나 방사패치

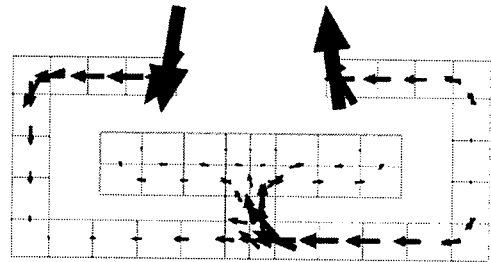


(하측 방사 패치)

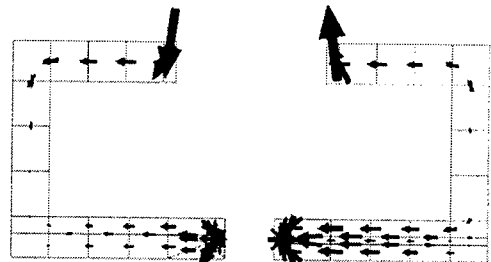
(b) DCS 대역

<그림 1> 안테나 구조

<그림1>의 (b)는 안테나의 방사 패치 구조로 feeding post와 shorting post 간격은 6mm이다. 방사 패치는 FR4층 위 아래로 상측 방사 패치와 하측 방사 패치로 구성되어 있으며 서로 연결되어 있다.

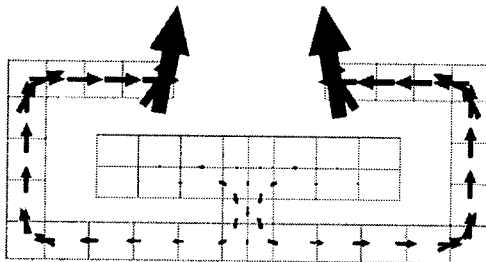


(상측 방사 패치)

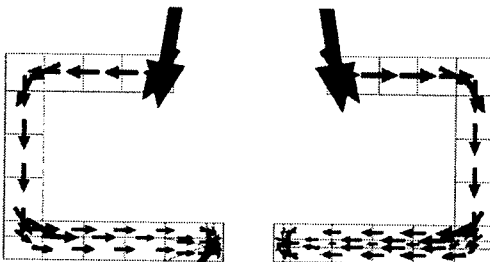


(하측 방사 패치)

(c) US-PCS 대역

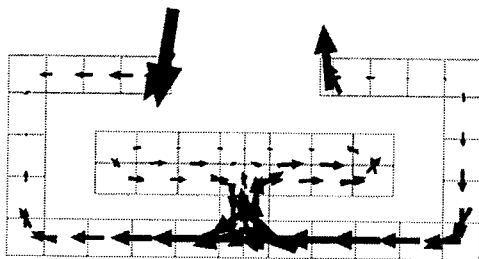


(상측 방사 패치)



(하측 방사 패치)

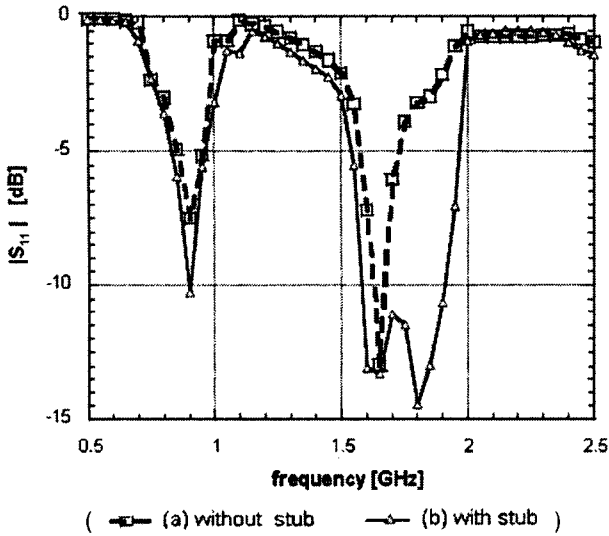
(a) GSM 대역



(상측 방사 패치)

<그림 3> 상측 패치와 하측 패치의 전류 분포

<그림 3>은 각 대역에서 안테나의 상측 패치와 하측 패치의 전류 분포를 나타낸다. (a)는 주 방사지점이 패치의 중앙으로 GSM 대역에서 기본 모드로 동작함을 알 수 있다. (b)는 주 방사 지점이 패치의 좌우 양쪽 두 곳에 나타남으로 루프의 2차 공진 모드로 DCS 대역에서 동작한다. (c)에서는 (b)와 같이 동작을 하지만 중앙의 패치가 안테나의 대역폭을 개선시키는 역할을 한다. 그러므로 중앙의 패치는 안테나의 대역폭 향상에 기여하는 것을 알 수 있다.

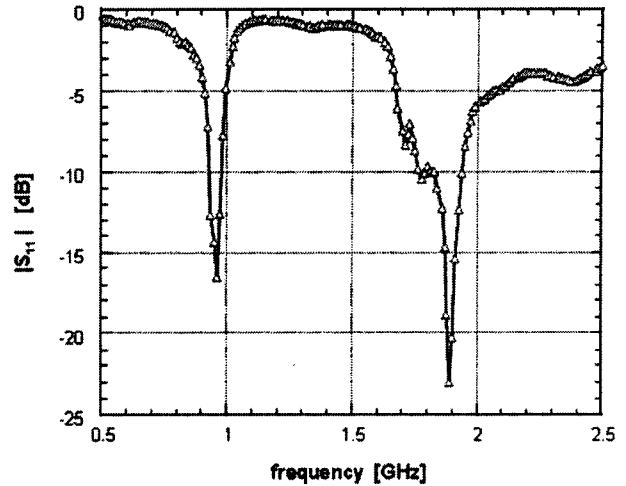


<그림 4> 설계된 반사손실 시뮬레이션

<그림 4>는 IE3D를 이용하여 방사패치에 대한 반사 손실 시뮬레이션 결과를 보여주고 있다. 시뮬레이션은 안테나의 방사 패치의 상측만 다루고 다른 구조는 같도록 하였다. (a)는 스텐브 패치가 없는 방사 패치의 시뮬레이션 결과이다. 공진 주파수는 870MHz와 1650MHz이다. 870MHz은 기본 공진 모드이고 1650MHz는 2차 공진 모드이다. (b)는 중앙에 스텐브 패치를 삽입한 안테나의 시뮬레이션 결과이다. 시뮬레이션 결과에서 알 수 있듯이 안테나의 대역폭을 확장시킨 것을 볼 수 있다. 시뮬레이션을 통해 정재파비 3:1 기준으로 GSM 대역(910MHz 중심)에서 7.6%, 그리고 DCS/US-PCS 대역 (1850MHz 중심)에서 20.2% 이상의 임피던스 대역폭을 얻을 수 있었다.

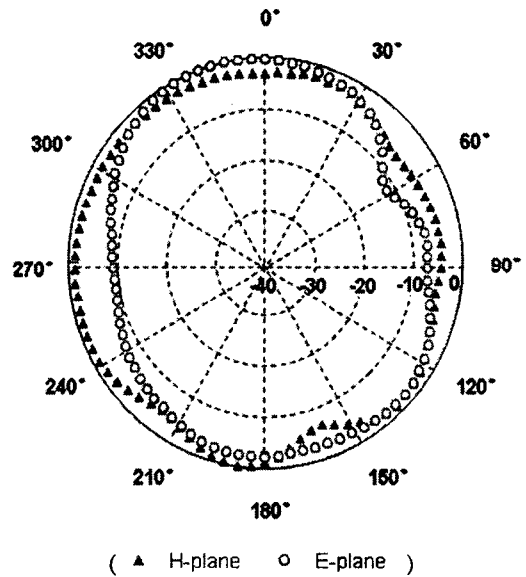
## 2. 안테나 제작 및 측정

제작된 안테나의 하측 패치와 상측 패치의 두께는 2.5mm 이고 중앙 패치는 길이 24mm, 두께 5mm 이다. 방사 패치와 그라운드는 각각 36mm × 15mm 와 36mm × 80mm로 제작 하였다.



<그림 5> 제작된 안테나 반사손실

제작된 안테나의 반사 손실 측정값을 <그림 5>에 나타 내었다. 측정된 결과에서 안테나의 임피던스 대역폭은 정재파비 3:1 기준으로 GSM 대역(925MHz 중심)에서 7%, 그리고 DCS/USPCS 대역(1850MHz 중심)에서 16.2%를 얻었다.



GSM 대역 [920MHz]

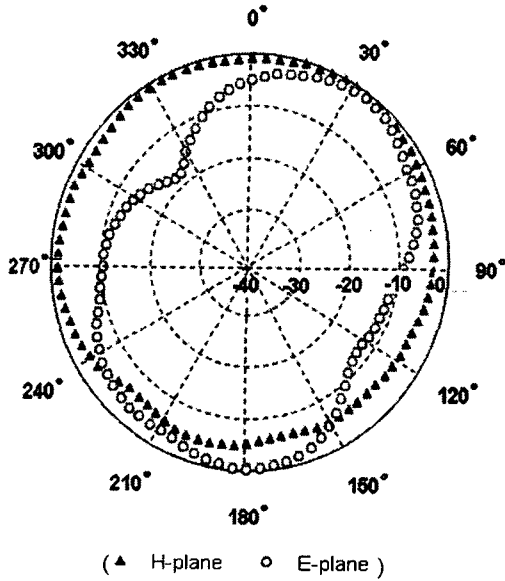
를 얻음으로써 안테나의 방사 패턴이 전방향성임을 확인하였다.

### III. 결 론

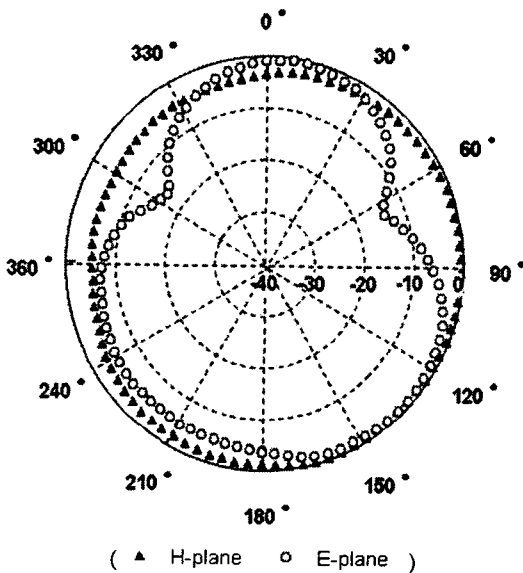
본 논문에서는 내장형 안테나의 좁은 대역폭을 개선한 안테나를 설계 및 제작하였다. 제작된 안테나는 루프 구조를 갖는 안테나에 GSM 대역에서는 방사체로 동작하고, DCS/US-PCS 대역에서는 대역폭을 개선시키는 역할을 하는 스테브 패치를 삽입하면서 개선된 대역폭을 얻을 수 있으며, 방사 패치의 구조가 서로 좌우 대칭으로 이루어져 전류 분포가 좌우로 균일한 구조로 퍼져있기 때문에 주파수의 변화에 따라 방사 패턴의 왜곡 현상이 일어나지 않고 원하는 대역에서 모두 전방향성 특성을 갖는다는 장점이 있다. 추후에는 실제 단말기에 적용하여 안테나 성능과 전자파 인체 흡수율의 개선 여부를 확인하고, 저주파 대역에서의 대역폭 확보 방법 그리고 안테나 효율의 증대 방법에 대해서 연구하고자 한다.

### IV. 참고문헌

- [1] I. J. Bahl, P. Bhartia, "Microstrip antennas," Artech House, 1982
- [2] Constantine A. Balanis, "Antenna theory analysis and design," John Wiley & sons, 1997
- [3] H. Furuuchi, H. Morishita, H. Ide, Z. Tanaka and K. Fujimoto, "A balanced-fed loop antenna system for handsets," Antennas and Propagation Society, 1999. IEEE International Symposium 1999 , Volume: 1 , Pages: 6 - 9 , 11-16 July 1999
- [4] B. Kevin, "Radiating and balanced mode analysis of PIFA shorting pins," Antennas and Propagation Society International Symposium, 2002. IEEE , Volume: 4 , 16-21 Pages: 508 - 511 , June 2002
- [5] H. Morishita, H. Furuuchi and K. Fujimoto, "Characteristics of a balance-fed loop antenna system for handsets in the vicinity of human head or hand," Antennas and Propagation Society International Symposium, 2000. IEEE , Volume: 4 , Pages: 2254 - 2257 , 16-21 July 2000
- [6] Chiu. C. W, Lin. F. L. "Compact dual-band PIFA with multi-resonators," Electronics Letters , Volume: 38 , Issue: 12 , Pages: 538 - 540 , 6 June 2002



DCS 대역 [1795MHz]



US-PCS대역 [1920MHz]

<그림 6> 측정된 안테나의 방사 패턴

<그림 6>은 전자파 무반사실에서 측정된 안테나의 방사 패턴이다. 일반적으로 안테나의 방사 패턴은 각 대역 주파수에 따라 전류 분포가 변화하여 방사 패턴의 왜곡현상이 나타나지만 본 논문에 제안된 안테나는 방사 패치의 전류 분포를 좌우 대칭으로 설계하여 이러한 방사 패턴의 왜곡 현상을 감소시켰다. 안테나의 최대 이득은 GSM대역(920MHz 중심)에서 -1.06dBi, DCS대역(1780MHz 중심)에서 1.05dBi 그리고 US-PCS대역(1920MHz 중심)에서 -2.05dBi를 얻었다. 평균 이득 역시 각 대역에서 각각 -2.5dBi, -1.3dBi 그리고 -3.2dBi