

# 800MHz 대역용 L형 급전구조를 이용한 U-Slot 광대역 안테나 설계 및 제작

## The Design and Manufactured of U-Slot Broadband Antenna using L-Shaped 800MHz Band

김갑기\*

Kab-Ki Kim\*

### 요 약

본 논문에서는 마이크로스트립 안테나의 좁은 대역폭 문제를 개선하여 CDMA대역을 비롯한, GSM, TRS대역을 통합할 수 있는 800MHz대역 광대역 안테나를 설계하고자 한다. L형 급전구조를 갖고 U-slot을 추가하여 이중 공진 효과를 이용하였다. 또한 이득의 개선을 위해 수직으로 적층 하였다. 설계 및 제작된 안테나의 주파수 대역폭(VSWR 2:1)은 789MHz~1086MHz로 297MHz(33%)의 양호한 특성을 보였으며, 또한 E-평면과 H-평면 모두 이득은 9.4dBi 이상, 3dB 빔폭은 61°이상의 개선된 특성을 보였다.

### Abstract

In this paper, we have designed 800[MHz] broad band antenna that is improves a narrow bandwidth problem of microstrip antenna and it will be able to integrate GSM, TRS band including the CDMA band. It had L-shaped feeding structure and added the U-slot it used a duplex resonance effect. Also for the improvement of profit the stack it did with the perpendicular. It seems to be good quality that design and manufactured antenna frequency bandwidth(VSWR 2:1) is 789~1086[MHz] with 297[MHz](33%). Also the E-plan and H-plan all profit 9.4[dBi] above, 3[dB] beam width was visible the quality which above 61° is improved.

Key Words : U-Slot, Broadband, L-Shaped, GSM, TRS, CDMA

### I. 서 론

최근의 이동통신은 화상을 비롯한 정보량이 많은 다양한 미디어들의 급속한 변화가 이루어지고 있다. 이에 따라 통신 시스템이 광대역화 되어지고 하나의 통신장비로 여러 가지 통신 서비스를 제공받을 수 있는 통신장비의 개발과 이를 뒷받침하기 위한 이중대역 혹은

광대역에서 동작할 수 있는 안테나 개발이 요구되고 있다[1].

이동통신 서비스에 있어 중요시되는 것이 안정된 통화품질이며 각 기지국 및 중계기에 설치된 안테나의 특성은 통화품질을 결정하는 수많은 요소 중 하나이다. 현재 사용되어지고 있는 중계기 및 기지국용 안테나는 주로 다이폴 구조와 마이크로 스트립 구조가 사용되어

\* 목포해양대학교 해양전자통신공학부 (Div. of Marine Electro. & Comm. Eng., Mokpo National Maritime University)

· 제1저자 (First Author) : 김갑기

· 접수일자 : 2006년 11월 1일

지고 있다. 그중 마이크로 스트립 구조의 안테나는 제작이 용이하고 대량생산이 가능하며 견고하고 또한 가격도 저렴하며 부피가 작고 가볍다는 장점을 갖는 반면에 좁은 대역폭과 낮은 효율을 갖는 단점이 있다[2].

따라서 대역폭이 좁다는 단점을 개선하기 위해 최근 들어 낮은 유전체 기판을 사용[3] 하거나 적층구조 방식[4] 및 급전방식의 변화[5] 그리고 방사패치에 여러 가지 형태의 Slot을 삽입[6] 하는 등의 방법을 사용하여 광대역화 기법에 대한 연구가 활발히 진행되고 있으며, 다양한 급전 방식이 제시되고 있다[7],[8].

본 논문에서는 CDMA대역 및 GSM, TRS대역을 통합하여 안테나를 광대역화 하며, 마이크로스트립 안테나의 좁은 대역폭 문제를 개선한 안테나를 설계와 제작을 하고자 한다. 안테나의 대역폭을 개선하기 위해서 첫 번째 L자 형태의 급전구조를 이용 하였으며, 직사각형 패치에 U-슬롯을 추가하여 이중 공진 효과를 이용하였다.

## II. 패치안테나 설계

마이크로스트립 패치 안테나의 단점인 협대역 특성을 개선하기 위하여 최근에 방사패치에 슬롯을 삽입하는 방법이 이용되고 있다.

U-슬롯 안테나는 방사패치 내에 U자형 슬롯을 파낸 구조로서 U-슬롯 자체의 공진과 사각형 패치의 공진 특성이 서로 결합하여 광대역 특성을 나타내며, 또한 슬롯에 의한 캐패시터 성분의 증가는 프로브에 의한 인덕턴스 성분의 보상으로 대역폭 확장이 이루어지게 된다.

마이크로스트립 안테나의 공진패치에 적용되는 U자형 슬롯의 기능을 보면 길이 방향의 슬롯은 기본 모드의 전류 분포를 변화시킴으로서 인접 주파수에서 공진을 만들어 대역폭을 넓히는 역할을 한다. 이럴 경우 의도하지 않은 폭 방향의 전류 흐름이 생겨 교차 편파를 증가시키는데 이러한 영향을 최소화하기 위해서 폭 방향의 슬롯을 만들어주게 된다[9],[10].

그림 1은 U-슬롯 안테나의 기본구조이다.

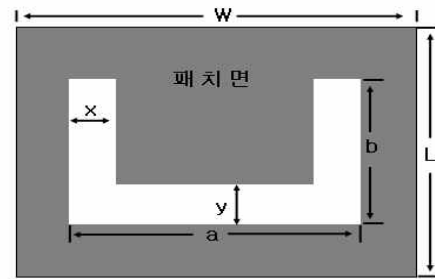


그림 1. U-Slot 패치 구조

Fig. 1. The geometry of U-Slot patch.

그림 1의 공진패치를 보면 일반적인 U-슬롯 안테나에서 W 방향 슬롯의 길이 a는 낮은 두께의 공기층이 사용될 경우 길이가 길어지게 되며 두 개의 공진이 멀리 떨어진 주파수에서 발생하게 된다. 또한 높은 두께의 공기층이 적용된다면 공기층 자체의 광대역 효과로 인해 두 개의 공진을 연결할 수 있지만, 낮은 공기층을 사용할 경우 두 개의 공진주파수를 합치기 위한 U-슬롯의 변형이 필요하다. 따라서 최적의 U-슬롯 패치 안테나를 설계하기 위한 각 변수를 지정하고 이를 최적화하였다. 본 논문에서는 TRS, GSM, CDMA대역을 하나로 통합할 수 있는 광대역 안테나를 설계하고자 한다. 표 1에서 안테나의 설계 목표를 나타내었다.

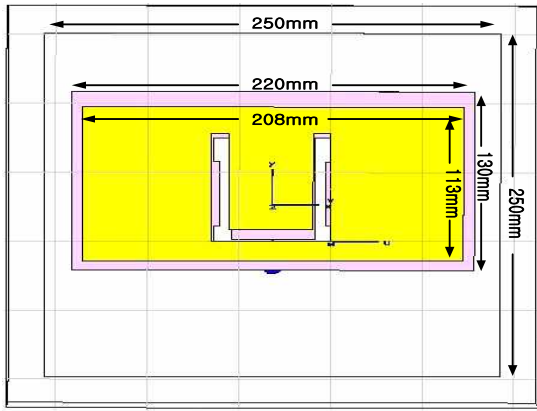
표 1. 안테나 설계 목표

Table 1. Antenna design spec.

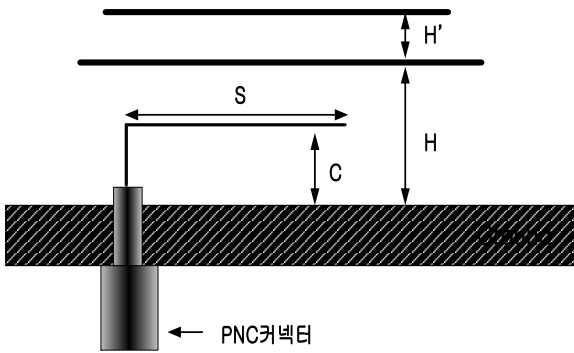
	TRS	GSM	CDMA
주파수	806-867MHz	890-960MHz	824-894MHz
대역폭	61MHz	70kHz	70MHz
VSWR	$\leq 2$	$\leq 2$	$\leq 2$
이득	$\geq 8\text{dBi}$	$\geq 8\text{dBi}$	$\geq 8\text{dBi}$
3dB빔폭	$\geq 30\text{ deg}$	$\geq 30\text{ deg}$	$\geq 30\text{ deg}$

L자 형태의 급전구조를 갖는 안테나는 구조가 간단하고 각종 이동통신을 위한 기지국용 안테나로서 좋은 특성을 보인다[11].

설계는 CST사의 Microwave Studio를 사용하여 최적화 하였으며 그림 2는 설계된 안테나의 구조를 보이고 있다.



(a) 안테나 전면도



(b) 급전구조

그림 2. 안테나의 구조  
Fig. 2. Structure of Antenna.

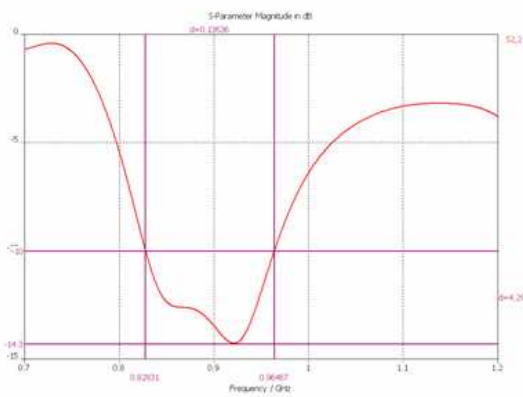


그림 3 동축 급전 시뮬레이션 반사손실  
Fig. 3. Parallel feed simulated return-loss.

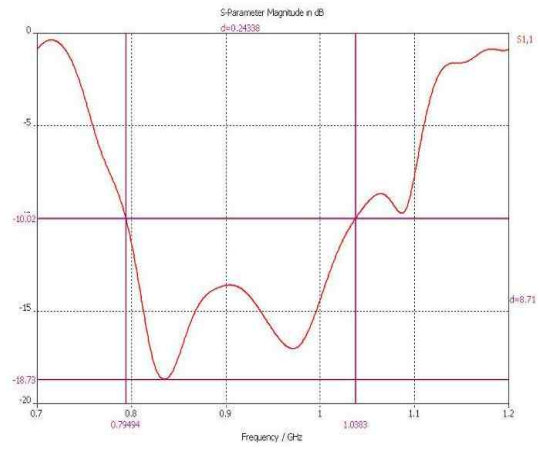


그림 4. 시뮬레이션 반사손실  
Fig. 4. The simulated return-loss.

그림 3은 U-slot을 추가한 안테나에 동축 급전을 했을 때 입력 반사 손실을 보여주고 있으며, 그림 4는 L형 급전을 이용하여 설계한 최적화된 안테나의 시뮬레이션 결과를 보여주고 있다. 동축 급전시 828MHz ~964MHz까지 136MHz 약 15.1%의 대역폭을 얻었으며 최적화 설계된 안테나에서 반사손실 -10dB(VSWR 2:1)가 되는 대역폭은 794MHz~1038MHz까지 27%(244MHz)임을 알 수 있었다.

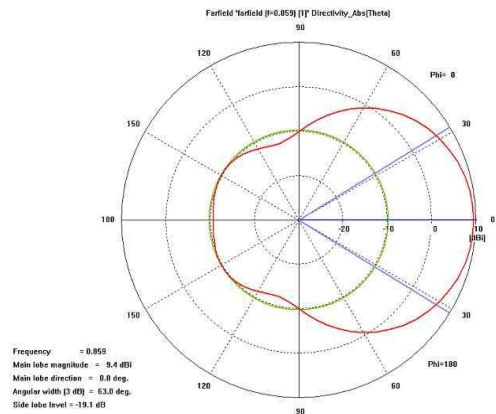


그림 5. H-평면 방사패턴  
Fig. 5. The radiation pattern of H-plane.

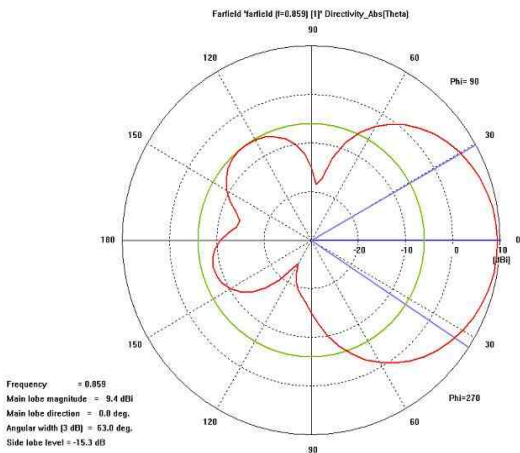


그림 6. E-평면 방사패턴  
Fig. 6. The radiation pattern of E-plane.

그림 5와 6에서는 설계된 안테나의 E-평면과 H-평면 방사패턴을 보이고 있다.

중심주파수 859MHz에서 E-평면과 H-평면 모두에서 9.34dBi 이상의 이득을 나타내었으며, 3dB 빔폭은 60° 이상을 나타내었다.

### III. 안테나 제작 및 측정

다음 그림 7에서는 제작된 안테나의 전면 모습과 측면 모습을 보이고 있다.



(a) 전면도



(b) 측면도

그림 7. 안테나 실물 사진  
Fig. 7. Photograph of measured antenna.

안테나의 특성은 VSWR을 기준으로 HP사의 8723ES 네트워크 분석기를 이용하여 측정하였고, 방사패턴 측정은 Far-field 측정이 가능한 Anechonic chamber에서 이루어졌으며 859MHz에서 측정하였다.

그림 8, 9, 10에서 제작된 안테나의 측정 결과를 보이고 있다. 측정 결과 안테나의 동작 주파수는 789MHz~1086MHz로 대역폭이 297MHz(33%)를 나타내었고, 이득은 E-평면과 H평면 모두 9.7dBi 이상의 특성을 나타내었으며, 3dB 빔폭은 61°이상의 특성을 나타내어 설계치와 다소 차이가 있음을 확인하였다.



그림 8. 제작된 안테나의 VSWR  
Fig. 8. Measured VSWR plot of the manufactured antenna.

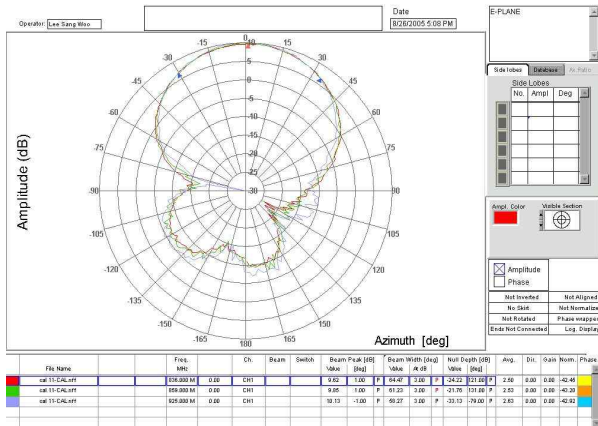


그림 9. 제작된 안테나의 E면 방사패턴  
Fig. 9. E-plane radiation pattern of the manufactured antenna.

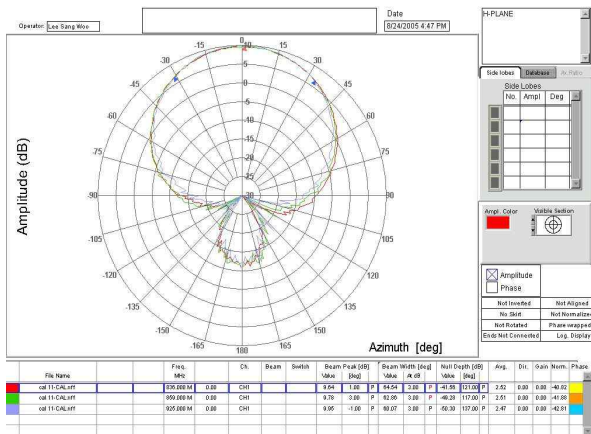


그림 10. 제작된 안테나의 H면 방사패턴  
Fig. 10. H-plane radiation pattern of the manufactured antenna.

#### IV. 결 론

본 논문에서는 CDMA 대역을 비롯하여 TRS, GSM 대역을 모두 포함하는 광대역 안테나를 설계 및 제작하였다.

설계된 안테나의 동작 주파수는 794MHz~ 1038MHz로 대역폭이 244MHz(27%)를 나타내었다. 또한 이득은 E-평면과 H-평면 모두 9.4dBi 이상의 특성을 나타내었으며, 3dB 빔폭은 60°이상을 나타내었으나, 제작 결과 안테나의 동작 주파수는 789MHz~1086MHz로 대역폭

이 297MHz(33%)로 더욱 향상됨을 볼 수 있었고, 이득은 E-평면과 H평면 모두 9.7dBi 이상의 특성을 나타내었다, 또한 3dB 빔폭은 61°이상의 설계치 보다 개선된 특성을 나타내었다.

#### 참 고 문 헌

- [1] 이형렬, 김일권, 육종관, 방한규, “폭이 넓은 평면 슬롯 안테나의 광대역 특성,” *한국전자과학회 논문지*, 제14권, 제3호, pp. 260-277, 2003. 3.
- [2] Ramesh. Garg, Prakash. Blartia, Inder. Bahl and Apisak. Ittipiboon, *Microstrip Antenna Design Handbook*, Atreco House, PP. 2-3.
- [3] J. R. James and P. S. Hall., *Handbook of microstrip antenna*. London : Peter Peregrinus. 1989.
- [4] S. D. Targonski and R. B. Waterhouse., "An Aperture Coupled Stacked Patch Antenna with 50% Bnadwith," *IEEE AP-S*. Baltimore. Maryland, pp. 18-21, July 1996.
- [5] Naftall Herscovici, "A wide-band single-layer patch antenna", *IEEE AP-S*, Atlanta. Georgia. pp. 1108-1111. June 1998.
- [6] K. F. Lee, K. M. Luk F. Tong. S. M. Shum. T. Huynh, and R. o. Lee, "Experimental and simulation studies of the coaxially fed U-slot rectangular patch antenna," *IEE E proc*, vol. 144, pp. 354-358, Oct. 1997.
- [7] D. M. Pozar, "Reciprocity method of analysis for printed slot and slot coupled microstrip antennas," *IEEE Trans. Antennas Prop.*, vol. 34, pp. 1439-1446, Dec. 1986.
- [8] M. K. KIM, K. Kim, Y. H. Suh, and I. Park, "A T-shaped microstrip-line-fed wide slot antenna," *IEEE AP-S International Symp. Digest*, Salt Lake, pp. 1500-1503, July 2000.
- [9] 유명환, 이범선, “개구 결합 급전 방식의 Ku 밴드 U 슬롯 마이크로스트립안테나 설계 및 제작,” *1998년도 한국전자과학회 종합학술발표회 논문집*. vol. 10, no. 4, pp. 636-644, 1999. 8.
- [10] 전주성, “PCS기지국용 U-Slot 어레이 안테나 설계,” *한국 전자과학회지 논문지*, 제12권, 제3호, pp. 117-

154. Jan. 2001.

- [11] Y. X. Guo, K. M. Luk, and K. F. Lee, "Analysis and design of L-probe proximity fed patch antenna," *IEEE Transactions On Antennas and Propagation*, vol. 49, no. 2, Feb. 2001.

### 김 갑 기 (金 甲 基)



1980년 : 광운대학교 통신공학과(공학사)

1984년 : 건국대학교 대학원 전자공학과(공학석사)

1998년 : 건국대학교 대학원 전자공학과(공학박사)

2001년 ~ 2002년 : 뉴욕시립대학 전자공

학과 연구교수

2004년 ~ 현재 : 목포해양대학교 해양전자통신공학부 교수

관심분야 : 마이크로파 통신, 초고주파 회로설계 해상무선통신, 이동통신, 위성통신