

## 이중대역 (PCS/IMT-2000)

### 마이크로스트립 패치 안테나

김종규\*, 이호준\*, 이병제\*, 오환술\*

\* 전자부품연구원 / \* 광운대학교 / \* 전국대학교

#### (Dual-Band (PCS/IMT-2000) Microstrip Patch Antenna )

J. K. Kim, H. J. Lee, B. Lee and H. S. Oh

\* Korea Electronics Technology Institute

Kwangwoon University / \* Konkuk University

jkkim@nuri.keti.re.kr

#### 요약

본 논문은 PCS (1750 - 1850 MHz)대역과 IMT-2000 (1920 - 2170 MHz)대역의 이중대역 (Dual-Band) 주파수(420 MHz)를 동시에 만족시킬 수 있는 "L" 형태의 급진구조를 이용한 광대역 특성을 갖는 안테나로서 주파수 대역폭은 중심주파수(1.96 GHz)의 33%(VSWR < 1.5, 650 MHz)이고, 이득은 7dBi 이상의 양호한 특성을 얻었다.

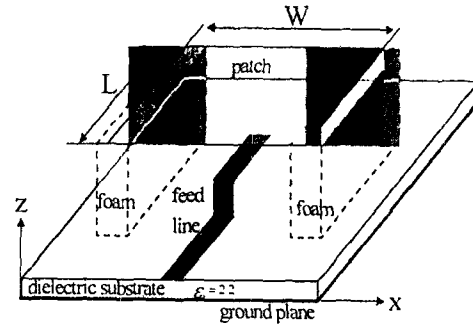
#### I. 서론

마이크로스트립 안테나의 장점으로는 값이 저렴하고, 가볍고, 단면적이 작고, 선형이나 평면 배열로 만들기가 쉬울뿐만 아니라 초고주파 회로와 집적화하기가 쉽다. 반면에 단점으로 협대역 특성, 정확한 편파의 어려움, 제한된 전력용량 등 몇 가지 문제점들이 있다. 이중 마이크로스트립 안테나의 가장 큰 단점인 협대역 특성을 개선하기 위한 연구가 많이 진행되어 왔으며, 여러 가지 방법들이 제시 되었다[1]. 기본적으로 마이크로스트립 안테나의 임피던스 대역폭을 증가시키기 위해서는 기판의 두께를 증가시키거나 또는 낮은 유전율의 기판을 사용하면 되지만, 기판의 두께가 두꺼워질수록 안테나 패턴의 왜곡을 일으키고, 표면파가 증가하게 되며 방사 효율이 떨어

지고, 임피던스의 특성이 왜곡되는 고차 모드가 발생하게 된다. 또한 낮은 유전율에 의한 광대역 기법은 유전율을 낮출 수 있는 한계 때문에 광대역 특성이 제한되므로, 적절한 두께의 유전체와 유전율을 선택하여야 한다[2]. 일반적으로 일정한 공진 주파수에서 마이크로스트립 안테나의 대역폭은 체적에 비례하고 유전율에 반비례하며[3] 대역폭 개선을 위한 일반적인 방법으로 기생 방사소자를 사용하는 방법과 정합 회로를 사용하는 방법, 낮은 유전율을 갖는 기판을 사용하는 방법[4]과 적층방식[5]등 여러 가지 기술들이 연구되어 왔으나 이들 방식은 같은 평면 또는 다른 층으로의 물리적 크기를 증가시켜야만 하는 단점을 갖고 있다. 마이크로스트립 안테나의 좁은 대역폭 특성을 개선하기 위한 많은 연구가 계속 되고 있는 가운데, 최근 들어 3-D transition 급진 난층 마이크로스트립 안테나[6] 및 U-Slot이 있는 구형 마이크로

스트립 안테나[7-8]와 같은 광대역의 안테나가 제안된 바 있다.

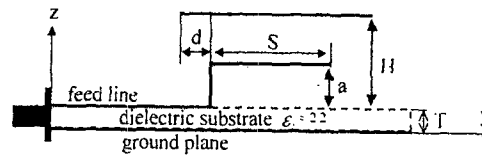
본 논문에서는 이중대역인 PCS대역과 IMT-2000 대역을 모두 만족시킬수 있는 "L" 형태의 급전구조를 갖는 광대역의 안테나로서 안테나 구조 및 특성을 살펴보고 안테나의 설계제작과 측정에서는 "L" 형태의 급전구조에 따른 각종 파라미터를 분석하여 최적의 안테나를 설계, 제작 하였으며, 결론에서는 제작된 안테나의 고찰과 향후과제에 대해서 살펴보았다.



(a). 기본구조

## II. 안테나 구조 및 특성

먼저 "L" 형태의 안테나 기본구조는 그림 1과 같은 형태로 일반적인 마이크로 스트립라인 급전이나 동축 케이블 급전구조와는 달리 패치와 급전선 사이의 공간을 이용 패치와 급전선 사이가 전자기적으로 결합하기에는 너무 넓은 공간이며 이는 "L" 형태의 스트립을 이용하여 패치와 급전선 사이의 전자기적 결합을 쉽게 해주고 있으며, patch는 "L" 형태의 스트립에 의해 전자기적으로 결합한다. 일반적인 마이크로 스트립라인 급전이나 동축 케이블 급전구조는 단지 인덕턴스(inductance) 성분만을 제공하고 이것은 패치 안테나의 대역폭을 감소시킨다. 그러나 "L" 형태의 급전구조는 이러한 단점을 보완하여 기존의 일반적인 마이크로스트립 패치 안테나의 대역폭보다 더 넓은 대역폭을 얻을수 있는 장점을 가지고 있다. "L" 형태의 수평부분(S)은 수직부분(a)에 의해 생기는 인덕턴스(inductance)성분을 억제하는 커패시턴스(capacitance) 성분을 제공하여 L-C 직렬공진소자로 작용하여 패치에 의한 R-L-C 병렬공진소자와 더불어 직렬로 연결이 된다. 이것은 동축 케이블 급전 구조나 마이크로스트립 급전구조의 인덕턴스(inductance)성분에 커패시턴스(capacitance)성분이 추가되어 공진소자로서 패치의 공진과 더불어 광대역의 안테나를 제공하게 된다.



(b). 측면도

그림 1. "L" 형태의 안테나

## III. 설계 제작과 측정

안테나의 설계 및 시뮬레이션은 Zeland사의 IE3D를 이용하였으며, 기판의 재질은 유전율( $\epsilon_r$ ) 2.2, 높이 1.57 mm의 테프론 기판을 사용하였으며 급전선의 끝부분에 두께 0.3 mm의 동판을 사용하여 "L" 형태의 급전구조를 취하였다. ground에서 패치까지의 높이(H), "L" 형태의 수평부분(S), 수직부분(a), 그리고 급전선이 패치 아랫부분에 삽입되는 길이(d)등의 변화에 따른 특성을 살펴보면 첫째 다른 모든 파라미터들이 동일하고 패치와 ground plane 사이가 공기층일 경우 높이(H)가 높아지면 공진 주파수는 낮아지고 대역폭은 커진다. 즉 패치와 ground plane사이의 높이(H) 증가는 기판의 유전율을 낮추고 두께를 증가시키는 효과를 초래하기 때문에 전체 대역폭이 증가하게 된다[9], 그리고 전자기 결합 양이 줄어들면서 스미스 차트상의 궤적은 반시계방향으로 회전하게 된다. 둘째 "L" 급전구조의 수평부분(S)과 수직부분(a)이 길어질수록 스미스 차트상의 궤적은 시계

방향으로 회전하면서 전자기 결합량은 많아지게 되고, d부분의 길이가 증가할수록 역시 스미스 차트상에서의 궤적은 시계방향으로 회전하는 것을 알 수 있다. 이상의 각종 파라미터 변화에 따른 특성들을 종합하여 최적화 시킨 결과는 그림2와 같다. PCS-IMT-2000의 중심주파수(1.96 GHz)에서의 대역폭(VSWR < 1.5)은 26% (500 MHz)로 나왔으며, Simulation을 통한 반사손실과 스미스 차트를 그림 2의 (a), (b)에 각각 나타내었다. 패치는 0.3 mm의 동판을 사용하였으며, Simulation 결과 패치의 크기는 길이(L) 58 mm, 폭(W) 69 mm, ground에서 패치까지의 높이(H)는 19 mm, "L"형태의 수평부분(S)은 12 mm, 수직부분(a)은 15 mm였다. 제작된 안테나는 HP 8510C VNA(Vector Network Analyzer)로 그 특성을 측정하였다. 측정된 반사손실은 그림3에서 보여주고 있다. 대역폭은 중심주파수(1.96 GHz)의 33% (VSWR<1.5, 650 MHz)로서 PCS 대역과 IMT-2000 대역을 모두 만족시키는 광대역의 결과를 얻었다. 이득(Gain)과 방사패턴(Radiation Pattern) 측정은 NSI사의 Near Field Measurement System을 이용하여 측정하였다. 이득은 전대역에서 7dBi 이상의 높은 이득을 얻었으며, 방사패턴 또한 PCS 대역과 IMT-2000 대역에서 모두 양호한 특성을 얻었다. 실제 제작된 안테나의 외형적 치수는 패치 길이(L) 55 mm, 패치 폭(W) 71.5 mm였고, ground와 패치 사이의 높이 (H)는 20.5 mm, "L" 형태의 수평부분(S)은 18 mm 수직부분(a)은 17 mm, 급전선의 길이는 16.5 mm였다. 그림 4, 5는 PCS 대역의 주파수와 IMT-2000 대역의 주파수에서 측정된 방사패턴(수직-수평)을 보여주고 있다.

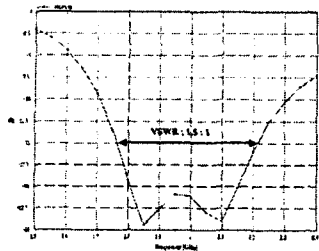
### III. 결론

지금까지 본 논문에서 "L" 형태의 급전구조를 이용한 마이크로스트립 패치 안테나의 광대역특성에 관하여 살펴보았다. 제3세대 이동통신인 IMT-2000의 서비스 상용화를 앞두고 기존의 PCS 대역과

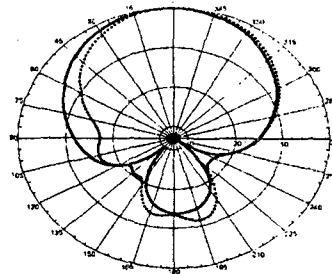
IMT-2000 대역에서 동시에 사용가능한 공개기용 안테나로서 많은 활용가치가 있을것으로 생각된다.

### 참 고 문 헌

- [1] D. M. Pozar., *Microstrip Antennas.*, Proc. IEEE, Vol. 80, pp. 79-91, Jan 1992.
- [2] R. A. Sainati., *CAD of Microstrip Antennas for Wireless Applications.*, Artech House, 1996.
- [3] C. A. Balanis., *Antenna Theory Analysis and Design.* John Wiley & sons, 1997.
- [4] J. R. James and P. S. Hall, *Handbook of microstrip antenna.* London : Peter Peregrinus, 1989.
- [5] S. D. Targonski and R. B. Waterhouse, "An Aperture Coupled Stacked Patch Antenna with 50% Bandwidth," *IEEE AP-S, Baltimore, Maryland*, pp. 18-21, July 1996.
- [6] Naftali Herscovici, "A wide-band single-layer patch antenna," *IEEE AP-S, Atlanta, Georgia*, pp. 1108-1111, June 1998.
- [7] K. F. Lee, K. M. Luk, F. Tong, S. M. Shun, T. Huynh, and R. O. Lee., "Experimental and simulation studies of the coaxially fed U-slot rectangular patch antenna," *IEE Proc*, Vol. 144, pp. 354-358, Oct 1997.
- [8] Y. L. Chow, Z. N. Chen, K. F. Lee and K. M. Luk., "A Design Theory on Broadband Patch Antenna with Slot," *IEEE Antennas & Propagation Symposium*, pp. 1124-1127, 1998.
- [9] S. S. Zhong and Y. T. Lo, "Single Element Rectangular Microstrip Antenna for Dual Frequency Operation," *Electron. Lett.* vol. 19, pp. 298-300, Apr 1983.



(a). 반사손실(Return Loss)

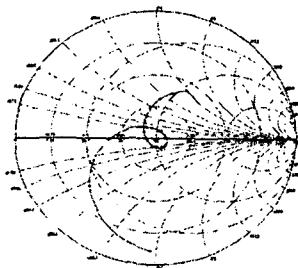


(b). 1870 MHz

그림 4. PCS 대역의 측정된

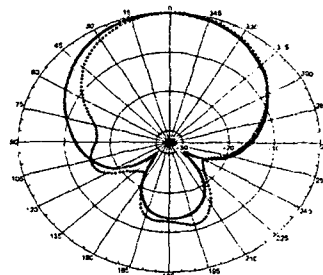
방사패턴(Radiation Pattern)

( ————— 수평 , - - - - - 수직 )



(b). Smith Chart

그림 2. Simulation 결과



(a). 1920 MHz

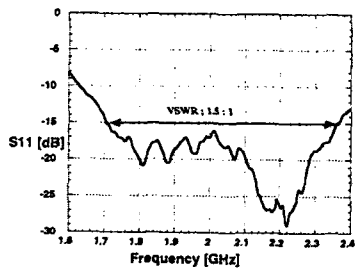
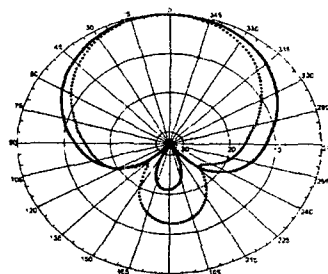


그림 3. 제작 측정된 안테나의  
반사손실

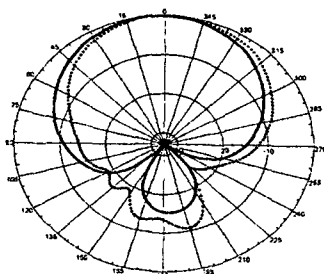


(b). 2170 MHz

그림 5. IMT-2000 대역의 측정된

방사패턴(Radiation Pattern)

( ————— 수평 , - - - - - 수직 )



(a). 1750 MHz