

論文2001-39TC-2-6

# PCS 대역과 IMT-2000 대역 겸용 마이크로스트립 패치 안테나의 설계 및 제작

## (A Design and Fabrication of Microstrip Patch Antenna for PCS band and IMT-2000 band)

李元熙\*, 崔卿植\*, 許正\*

(Won-Hui Lee, Kyung Sik Choi, and Jung Hur)

### 요 약

본 논문은 프로브 피드와 이중 패치 구조를 이용한 마이크로스트립 안테나 대역폭 개선에 관한 것이다. PCS와 IMT-2000 서비스를 동시에 제공하기 위한 안테나는 임피던스 대역폭이 22%가 되어야 한다. 본 논문에서는 구조가 복잡하지 않는 광대역 마이크로스트립 패치 안테나에 대해 제안한다. 마이크로스트립 패치 안테나의 특성 해석은 상업용 소프트웨어인 앙상블을 이용하였다. 마이크로스트립 패치 안테나의 설계, 제작 및 보정한 결과 값은 VSWR 2에서 임피던스 대역폭이 500 MHz(25.5%), VSWR 1.5에서 임피던스 대역폭이 430 MHz(21.9%)의 결과를 얻었다. 안테나의 복사패턴에서 부엽(side lobe)은 -14 dB를 가졌고, 전후방비(front to back ratio)는 전체적으로 20 dB를 얻었다. 안테나의 측정 이득은 5.2 dBi이다.

### Abstract

In this paper, to improve bandwidth of microstrip antenna, we discussed the patch structure using dual patch and probe feed. To provide PCS service and IMT-2000 service simultaneous, a microstrip patch antenna needs impedance bandwidth of 22%. We propose wide-band microstrip path antenna without complexity. To analyze characteristics of microstrip patch antenna, we used Ensemble of commercial software. The microstrip patch antenna was designed, fabricated, and tuned. The result was that 500 MHz(25.5%) of impedance bandwidth for VSWR 2, 430 MHz(21.9%) of impedance bandwidth for VSWR 1.5. The microstrip patch antenna has side lobe of -14 dB. The front to back ratio is 20 dB overall. The measured gain of the micostrip patch antenna is 5.2 dBi.

### I. 서 론

아날로그 무선통신으로부터 시작한 이동통신 분야는 20세기 후반에 등장한 디지털 기술에 의해 폭발적으로

사용자가 증가하고 있으며, 운용 기술 또한 빠르게 발전하고 있다. 우리나라 또한 개인 이동통신 서비스가 실시된 이후 가장 많은 규모의 가입자를 확보하고 있는 상황이다. 이러한 개인 이동통신 시장은 지금 제 2세대 방식들(IS-95A,B)을 사용하고 있는 실정이며, 앞으로 전 세계가 제 3세대 이동통신인 IMT-2000을 서비스하려고 준비하고 있다. 이렇듯 지속적인 발전을 거듭하고 있는 개인 이동통신 시장에서, 무선 단말기의 꼭 필요한 부분이 안테나이다. 현재 사용하는 이동통신 단말기에는 헬리컬 및 retractable whip 안테나를 사용하고 있고, 마이

\* 正會員, 建國大學校 電子·情報通信工學科  
(Dept. of Electronics, Information & Communication Eng., Konkuk University)

接受日字:2001年7月11日, 수정완료일:2001年10月31日

크로스스트립 안테나를 단말기 내부에 삽입하여 사용하기도 한다. 단말기 이외에 각 기지국과 초소형 중계기에는 마이크로스트립 패치 안테나가 주로 사용된다. 그러나 마이크로스트립 패치 안테나는 동작 주파수 대역폭이 좁고, 안테나의 이득과 효율이 낮다는 단점이 있다. 안테나의 주파수 대역폭은 안테나 설계에서 상당히 중요한 요소인데, 여러 공학자들의 노력으로 현재는 광대역 특성을 갖는 여러 안테나에 대해서 연구가 진행중<sup>[1],[7],[8]</sup>이며, 더 넓은 주파수 대역폭을 갖는 안테나를 만들기 위해서 노력하고 있다.

본 논문에서 설계하려는 PCS & IMT-2000 안테나의 경우는 1750 MHz~2170 MHz까지 420 MHz의 넓은 대역폭을 만족해야 한다. PCS와 IMT-2000 겸용 안테나를 설계하려는 목적은 다음과 같은 이유 때문이다. 현재 우리나라에는 이동통신 사업자를 크게 셀룰라와 PCS 사업자로 분류할 수 있으며, 모두 IMT-2000 서비스를 위해서 준비를 하고 있다. 만약에 PCS사업자들이 IMT-2000 사업자로 선정된다면 PCS와 IMT-2000 간의 주파수가 매우 인접해 있으므로, 두 서비스를 하나의 안테나로 가능하게 할 수 있기 때문이다. 따라서, 본 논문에서는 앞으로 많이 사용될 PCS와 IMT-2000 겸용 안테나에 대한 새로운 구조를 제시하였다.

## II. 안테나의 구조

### II-1. 설계·제작한 안테나의 구조

설계한 안테나의 구조는 유전체 기판 위에 도체 패치가 형성되어 있고, 그 위에 새로운 유전체 기판을 놓고 다시 도체 패치를 형성하였다. 도체 패치들의 일정한 지점에 급전점이 형성되어 있으며, 급전선은 두 도체 패치를 관통하는 구조이다. 신호가 급전점에 인가되면 급전선을 통하여 하층 유전체 기판 위의 도체 패치 뿐만 아니라 상층 유전체 기판 위의 도체 패치에도 전류가 흐르게 된다. 또한 두 패치 사이의 커플링에 의해서도 전파 복사가 공간에서 합성된다. 제안한 마이크로스트립 안테나는 직사각형 구조로 기존의 마이크로스트립 패치와는 다르게 폭이 길이에 비해 매우 작은 구조로 되어 있다. 이것은 기존 마이크로스트립 안테나가 공간을 많이 차지한다는 단점에서 한쪽 공간을 줄여주는 효과와 동시에 패치와 각 끝 부분에서 존재하는 프링징(fringing) 필드의 접선 성분에 의한 복사를 한쪽면에서

더 강하게 일으키는 효과를 얻을 수 있다. 안테나 구조를 도시하면 그림 1과 같다.

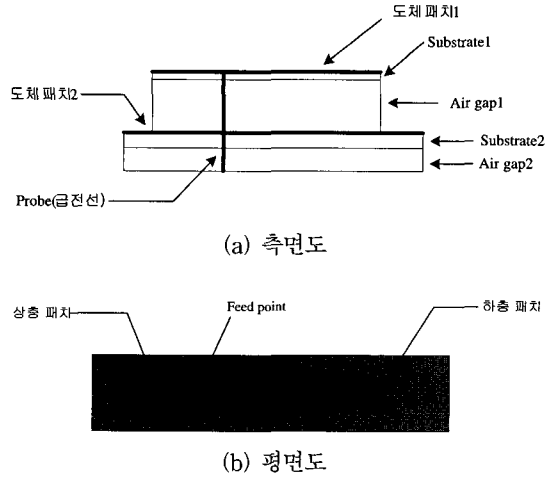


그림 1. 제안한 안테나의 구조  
Fig. 1. A Structure of proposed antenna.

### II-2. 마이크로스트립 패치 안테나 광대역화

초창기의 전형적인 마이크로스트립 안테나의 경우 VSWR 2 대역폭으로 볼 때, 3~5%의 협대역 특성을 가진다<sup>[1]</sup>. 설계하려는 PCS 주파수 대역 및 IMT-2000 주파수 대역의 경우 대역폭이 무려 420 MHz(22%)나 된다. 그래서, 오랫동안 안테나의 연구 테마 분야 중 하나인 안테나의 광대역을 얻기 위해서는 특별한 기술을 적용해야 한다. 본 논문에서는 몇 가지 방법에 대하여 간단히 살펴보고, 설계한 안테나의 대역폭 개선 방법에 대하여 자세히 기술하고자 한다. 대역폭 개선의 여러 방법은 다음과 같다. 첫 번째 방법으로, 가장 일반적인 광대역화 방법이다. 안테나 제작에 사용되는 유전체 기판의 두께를 증가시킴으로써 더 넓은 대역폭을 갖게 할 수 있다<sup>[2]~[6]</sup>. 안테나는 프링징 필드에 의해서 동작하는데, 기판이 두꺼워지면 프링징 필드가 많이 생기기 때문이다. 그러나 기판이 너무 많이 두꺼워지면 표면파(surface wave)가 커져서 안테나에서 복사되는 전계량을 줄이고, co-polarization을 발생시켜서 복사패턴도 나빠지게 된다. 또한 액티브 소자들과 함께 있다면, 이러한 소자들에게도 나쁜 영향을 미치게 된다. 그래서 이런 표면파를 최소화하는 방법으로 기판의 유전율을 낮추는 방법이 있다. 광대역화를 위해서는 낮은 유전율에, 높이가 높은 기판을 사용하는 것이 일반적이다. 두 번째 방

법으로 이중 주파수 구조 또는 다중 주파수 구조의 안테나를 만드는 것이다<sup>[3]-[6]</sup>. 서로 떨어진 두 개 이상의 주파수에서 동작하도록 하고, 멀리 떨어진 공진주파수를 한쪽 또는 양쪽에서 튜닝하게 하여 대역폭을 개선할 수 있다. 이러한 다중 주파수를 만드는 방법으로는 기생 소자를 이용하는 방법과 요즘들어 많이 사용되는 적층형 안테나를 이용하는 방법이 있다. 적층형 안테나의 경우도 여러 형태가 있는데, 가장 많이 연구되는 구조가 aperture coupled 방식의 안테나이다. 이런 종류의 안테나인 경우는 최대 대역폭이 70%까지 넓힐 수 있다<sup>[7]</sup>. 본 논문에서는 구조가 복잡하지 않는 광대역 안테나를 제안한다.

### III. 안테나의 설계 및 시뮬레이션

#### III-1. 안테나의 설계 목표

PCS 대역의 경우는 1750 MHz에서 1870 MHz까지가 사용 주파수 범위이다. 앞으로 서비스할 IMT-2000의 경우는 위성통신 서비스를 위한 주파수를 제외한다면 1920 MHz에서 2170 MHz까지 이다. 두 주파수 대역에서 모두 동작하기 위해서는 최소 420 MHz의 주파수 대역폭을 확보해야 한다. 이러한 동작 주파수 범위는 안테나의 최소 요구치인 VSWR 2 이하에서이다. 상용 안테나로 사용하기 위해서는 VSWR 1.5 또는 1.3이하를 요구한다. 안테나가 광대역화가 되면서 안테나의 이득이 줄어드는 현상 때문에 안테나의 이득은 5 dBi로 잡았다. 안테나 설계 목표는 표 1 과 같다.

표 1. 안테나 설계 목표

Table 1. A specification of antenna.

구 분	규 격
중심주파수	1.96 GHz
대역폭	420 MHz
VSWR	2 : 1
이 득	5 dBi 이상
FBR	20 dB 이상
편 파	수직편파
임피던스	50 $\Omega$

III-2. 각 파라미터 변화에 의한 안테나 특성 변화 제작하려는 안테나는 많은 설계 파라미터를 가지고 있다. 특히 2개의 패치를 사용하기 때문에 더욱 많은 변

수를 가진다. 그래서 각 파라미터에 의해서 안테나의 특성이 어떻게 변하는지 분석한 뒤, 최적의 안테나 구조를 설계하였다. 시뮬레이션 중심주파수는 1.96 GHz로 설정하였고, 시뮬레이션 주파수 범위는 1.5 ~ 2.5 GHz로 설정하였다. 안테나의 공통 시뮬레이션 조건은 다음과 같다. 유전체 기판 1(위패치)의 유전율은 2.5이고, 높이는 0.76 mm이다. 유전체 기판 2(아래패치)의 유전율은 2.16 이고 높이는 1.56 mm이다. 프로브 급전선의 지름은 1 mm인 것을 사용하였다.

#### III-3. 프로브 파라미터에 변화에 따른 안테나의 특성 변화

프로브(probe) 즉, 급전선의 길이가 길어질수록 안테나의 입력 임피던스가 변하게 된다. 프로브 길이가 길어지면 저항 성분보다 리액턴스 성분이 더 많이 변한다. 특히 유도성 리액턴스 성분을 많이 갖게 되는데, 이러한 유도성 리액턴스 성분을 줄이기 위해서 annular gap 또는 capacitive gap을 사용한다<sup>[8]</sup>. 본 논문에서는 annular gap을 사용하지 않고, 그대신 패치 하나를 더 사용해서 이중 공진 효과를 얻으면서 두 패치 사이의 커플링을 이용해서 리액턴스를 보상하였다. 그런데 패치가 2개이기 때문에 각 파라미터 하나를 고정시킨 후, 다른 하나의 값을 바꾸어가면서 시뮬레이션을 하여 최적의 값을 찾았다. 아래 공기층을 4 mm에서부터 10 mm까지 변화 시키면서 시뮬레이션을 하였다. 이때의 조건은 도체패치 1(위패치)의 크기는 65×10 mm, 도체패치 2(아래패치)의 크기는 80×18 mm이다. 위 공기층의 높이는 20 mm로 정하였다.

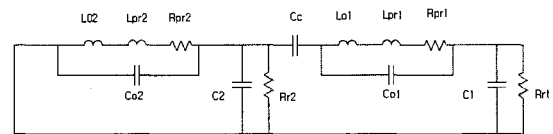


그림 2. 안테나의 등가 모델

Fig. 2. An equivalence model of antenna.

그림 2의 등가모델에서 보여주는 것과 같이 순수한 유도성 리액턴스만 있는 것이 아니기 때문에 그림 3(a)에서 스미스 차트의 대각선 방향으로 이동하고 있다. 아래 공기층 높이는 6 mm일 때 가장 좋은 특성을 보였다.

위 공기층의 높이는 도체패치 2의 크기를 조절한 후에 시뮬레이션 한 것이다. 위 공기층의 높이에 따라서 두 안테나의 커플링이 변하게 된다. 아래 패치의 높이를

6 mm로 고정하고, 크기는 81×18 mm로 변형하였으며, 위 패치의 크기는 65×10 mm에서 하였다. 공기층의 높이가 올라갈수록 임피던스 궤적에서 꼬이는 부분의 원 크기가 급격히 줄어드는 것을 알 수 있다. 또한 스미스 차트 중심으로 이동하는 것도 알 수 있는데, 이것은 임피던스 매칭은 좋아지나, 안테나의 대역폭이 줄어든다는 것을 의미한다. 시뮬레이션 결과 반사 계수 및 입력 임피던스 특성은 높이가 22 mm일 때 가장 좋은 특성을 보였다. 그러나 22 mm일 경우는 임피던스 대역폭에서 좁은 특성을 보여, 위 공기층의 높이를 20 mm로 정하였다.

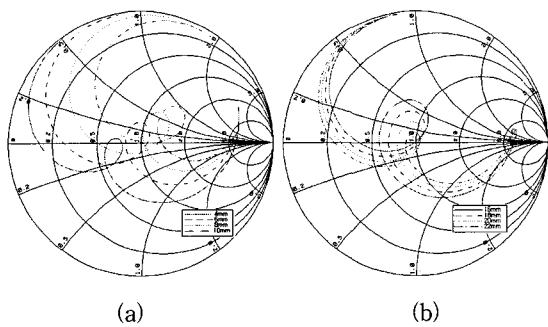


그림 3. 프로브 파라미터 변화에 따른 안테나 특성 (a) 아래 공기층 높이 변화 (b) 위 공기층 높이 변화  
Fig. 3. Antenna characteristic according to probe parameter variation (a) variation of the bottom air height (b) variation of the upper air height.

III-4. 아래 패치(도체패치 2) 길이에 의한 안테나의 특성 변화

도체패치는 길이 변화에 따라 안테나의 공진주파수가 변하게 된다. 그리고 임피던스 궤적은 저항 성분, 유도성 리액턴스, 용량성 리액턴스가 같이 증가하기 때문에 어느 한 요소에 의한 궤적변화를 갖지는 않는다. 또한 앞서 시뮬레이션한 공기층 높이에 비하면 안테나 특성의 변화가 심하지 않은 것을 보여주었다. 도체패치 2의 길이를 77 mm에서부터 83 mm일 때까지 변화를 주면서 시뮬레이션을 하였다. 전체적인 특성은 77 mm일 때에 상당히 좋은 특성을 보였다. 그러나 IMT-2000의 끝 주파수 부분인 지점까지 겨우 커버하는 수준이다. 그래서 뒷 부분에서 좀더 튜닝을 하기 위해서 길이를 81 mm일 때로 정하였다. 시뮬레이션 조건은 공통 조건에 아래 공기층의 높이를 6 mm로 하고 시뮬레이션 하였다.

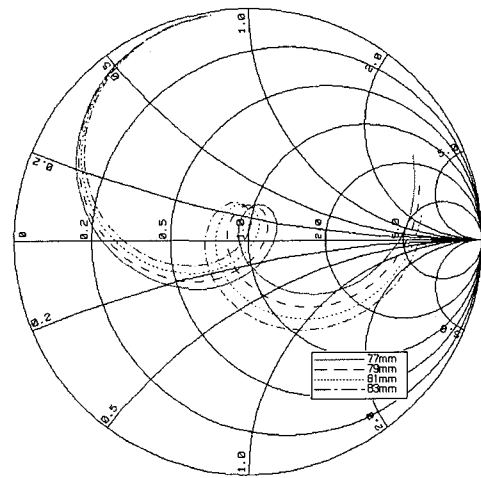


그림 4. 아래패치의 길이 변화에 의한 안테나 특성 변화  
Fig. 4. Antenna characteristic variation according to the bottom patch length variation.

III-5. 아래패치(도체패치 2) 폭에 의한 안테나의 특성 변화

도체패치 2의 폭을 16 mm에서부터 22 mm까지 2 mm씩 변화시키면서 시뮬레이션을 해보았다. 패치 길이에 의한 변화에서와는 다르게 유도성 리액턴스 성분이 많이 증가하는 것을 알 수 있었다. 또한 임피던스 궤적에서 꼬임 부분의 크기가 작아진다. 그리고 폭이 좁았을 때 임피던스 매칭이 더 잘 된다는 것도 알 수 있다. 또

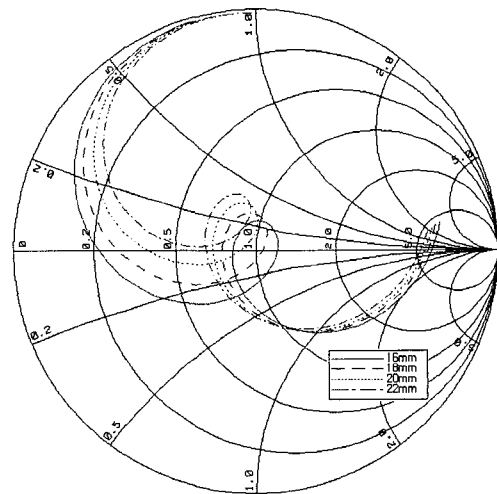


그림 5. 아래패치의 폭 변화에 의한 안테나 특성변화  
Fig. 5. Antenna characteristic variation according to the bottom patch width variation.

한 폭이 넓어질수록 대역폭도 많이 줄어들기 때문에 적절한 특성을 보여주는 값인 18 mm을 파라미터 값으로 선택하였다. 16 mm을 선택하지 않은 이유는 18 mm 일 때 적당한 반사계수 값을 가지며, 더 넓은 대역폭을 갖기 때문이다. 그림 5는 패치 폭에 의한 시뮬레이션 결과를 보여주었다. 시뮬레이션으로 얻은 패치 2의 크기는 81 mm×18 mm이다.

Ⅲ-6. 위 패치(도체패치 1) 길이에 의한 안테나의 특성 변화

도체패치 2의 크기를 81 mm×18 mm, 아래 공기층 높이를 6 mm, 위 공기층 높이를 20 mm로 정하고, 도체패치 1의 길이를 61 mm에서 67 mm까지 변화시키면서 시뮬레이션을 하였다. 패치 2와는 다르게 용량성 리액턴스 성분이 강하게 나타나는 것을 알 수 있다. 그러나 길이가 길어질수록 임피던스 꼬임 부분의 크기는 커지는 것을 알 수 있으며, 주파수 이동이 패치 1에 비해서 조금 더 크게 이동한다는 것을 알 수 있다. 그래서 임피던스 매칭은 좋으나, 대역폭이 줄어들었다. 시뮬레이션 결과 값으로 반사계수가 크게 나타나는 것보다는 적당한 반사계수에 넓은 대역폭을 갖는 값인 63 mm로 파라미터 값을 정하였다. 시뮬레이션 결과는 그림 6에 나타내었다.

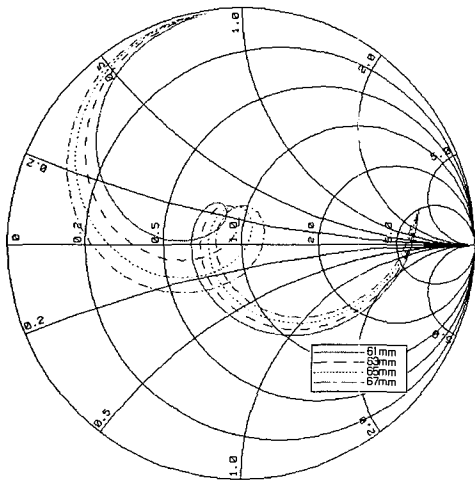


그림 6. 위패치의 길이 변화에 의한 안테나 특성변화  
Fig. 6. Antenna characteristic variation according to the upper patch length variation.

Ⅲ-7. 위 패치(도체패치 1) 폭에 의한 안테나의 특성 변화

패치 1의 폭을 조절하면서 시뮬레이션을 하였다. 지금까지 시뮬레이션을 한 값들 중 좋은 특성을 보이는 수치들을 적용하였다. 시뮬레이션 조건은 아래 공기층 높이가 6 mm, 위 공기층 높이가 20 mm, 아래 패치의 크기가 81 mm×18 mm, 위 패치의 길이가 63 mm, 위 패치의 폭을 6 mm에서부터 12 mm까지 바꾸면서 시뮬레이션 했다. 위 패치의 길이에서와 같이 폭이 커질수록 용량성 리액턴스 값이 아주 크게 증하는 것을 알 수 있다. 또한 임피던스 꼬임부분의 원이 작아져서 대역폭의 감소가 나타나는 것도 알 수 있다. 그래서 적절한 대역폭과 임피던스 매칭, 반사계수 값 등을 고려해서 폭을 10 mm로 선택하였다.

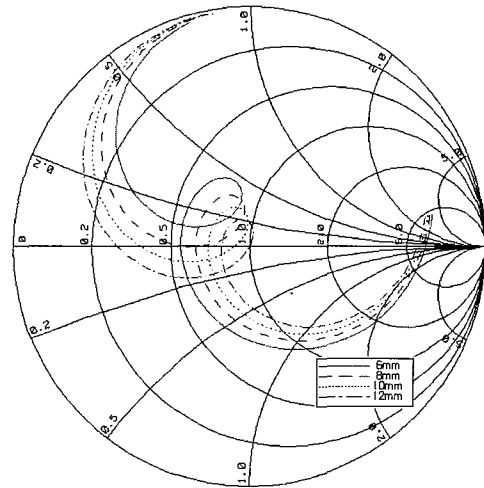


그림 7. 위패치의 폭 변화에 의한 안테나 특성변화  
Fig. 7. Antenna characteristic variation according to the upper patch width variation.

#### IV. 안테나 시뮬레이션 결과

최적화된 안테나의 구조는 그림 8과 같다. 시뮬레이션 주파수 범위는 1.5 ~ 2.4 GHz로 설정하였다.

##### IV-1. 입력 임피던스 및 입력 반사 계수

최종 시뮬레이션을 통해 안테나 시뮬레이션 결과는 그림 9에 나타내었다. 중심 공진주파수는 1.96 GHz이며, VSWR 2이하의 대역폭이 470 MHz이다. VSWR 1.5이하에서는 350 MHz의 대역폭을 얻었다. 스미스 차트에서 임피던스 궤적은 중심 근처에서 매칭이 잘 되고 있는 것을 알 수 있다.

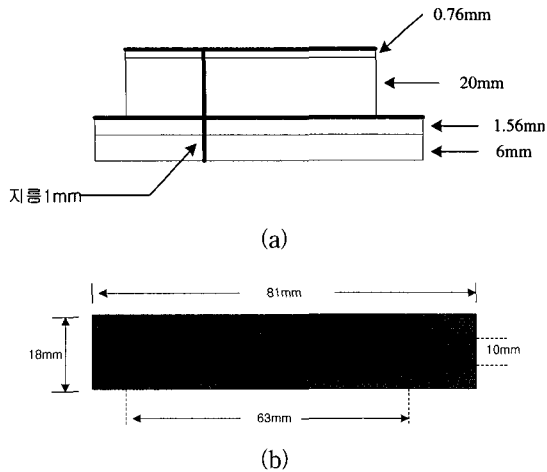


그림 8. 최적화된 안테나 (a) 측면도, (b) 평면도  
 Fig. 8. Optimized antenna (a) side view, (b) top view.

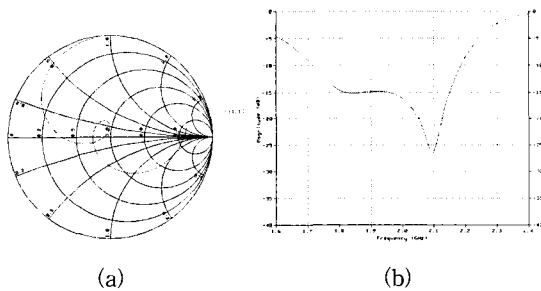


그림 9. 최적화된 안테나의 시뮬레이션 결과 (a) 입력 임피던스, (b) 반사 계수  
 Fig. 9. Simulation results of optimized antenna (a) input impedance, (b) return loss.

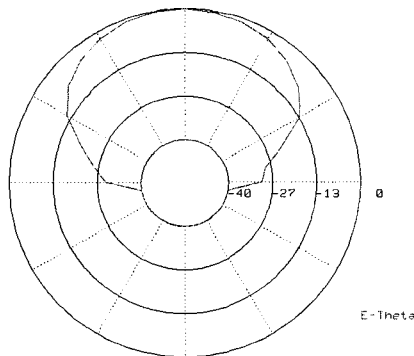


그림 10. 최종 설계된 안테나의 복사 패턴 시뮬레이션 결과  
 Fig. 10. Radiation pattern simulation results of optimized antenna.

IV-2. 안테나 복사 패턴 및 이득

최적화된 안테나의 복사패턴(2D)은 그림 10과 같다. 패턴은 중심 주파수인 1.96 GHz의 것이다. 안테나 복사 패턴은 전형적인 마이크로스트립 패턴의 복사 패턴을 보여주고 있으며, FBR(Front to Back Ratio)은 시뮬레이터 스케일(scale)상 40 dB까지 확인할 수 있었다. 그 이유는 시뮬레이터가 무한 접지면 방식이기 때문에 back radiation이 거의 생기지 않기 때문이다. 안테나의 이득은 시뮬레이션상으로 7.2 dBi가 나왔다.

V. 제작 · 측정 및 고찰

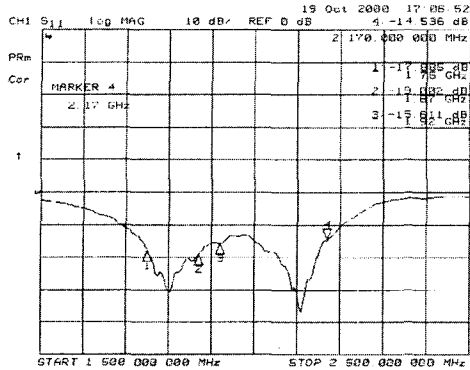
시뮬레이션 결과를 토대로 안테나를 제작하였다. 안테나의 크기는 시뮬레이션에서 최적화된 크기를 적용하였고, 실제 제작된 안테나 접지면의 크기는 180 mm × 80 mm를 이용하였다. 안테나의 동작 주파수가 1750 MHz에서 2170 MHz이므로 측정 주파수는 1500 MHz에서 2500 MHz까지로 하였다. 제작한 안테나는 HP社의 8753D 네트워크 분석기(Network Analyzer)를 이용하여 입력 반사 계수 및 입력 임피던스를 측정하였다. 그리고 NSI社의 Near Field Measurement 시스템을 이용하여 복사 패턴 및 이득을 측정하였다.

V-1. 설계한 안테나의 제작

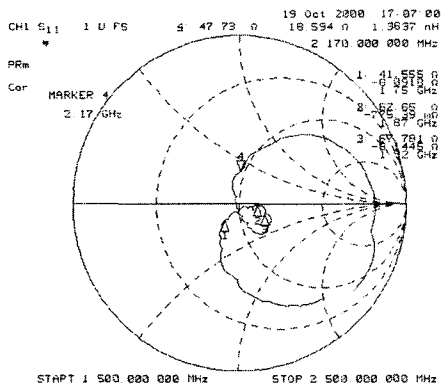
위 시뮬레이션에서도 나타났듯이 공기층 높이에 따라서 안테나 특성이 매우 급변한다. 따라서, 안테나를 제작할 때, 공기층을 물리적으로 유지할 수 있는 방법이 있어야만 정확한 높이를 맞출 수 있다. 그래서 사용한 것이 foam이다. Foam을 사용해서 정확하게 높이를 유지한 후 각 패치의 급전점에 납땀을 하면 된다.

V-2. 마이크로스트립 패치 안테나 측정

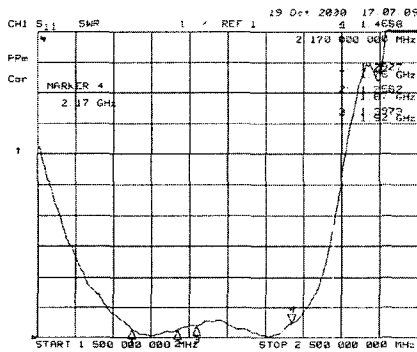
그림 11(a)는 안테나의 입력 반사 계수를 측정 결과이고, 그림 11(b)는 입력 임피던스를 측정한 결과이다. 그림 11(c)는 입력 VSWR의 측정결과이다. 그림 11(a)에서 입력반사 계수 -10 dB이하에서 1700 MHz에서부터 2200 MHz까지 약 500 MHz(25.5%)의 대역폭을 갖는다. 그러므로 설계 스펙인 420 MHz를 만족한다. 그리고 -15 dB이하에서는 대역폭이 1730 MHz에서부터 2160 MHz으로 대역폭은 430MHz(21.9%)로 만족은 하지만, 주파수가 설계 사양에서 약 10MHz 벗어난 결과를 얻었다. 그림 12에서 그림 14까지는 제작한 안테나의 복사 패턴을 주요 주파수에서 측정한 결과이다.



(a)



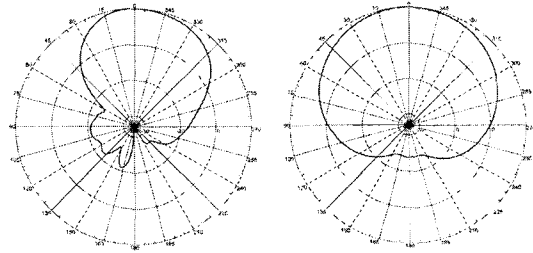
(b)



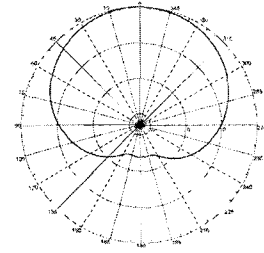
(c)

그림 11. 측정 결과 (a) 반사계수 (b) 입력 임피던스 (c) VSWR  
Fig. 11. Measured results (a) return loss, (b) input impedance, (c) VSWR.

제작한 안테나의 복사 패턴은 마이크로스트립 패치 안테나의 전형적인 특성인 broadside 방향으로 잘 나타나고 있다. Far-field에서 전계를 수직 절단면으로 잘라서 본 패턴들(그림 12a, 13a, 14a)에서 부엽(side lobe)은

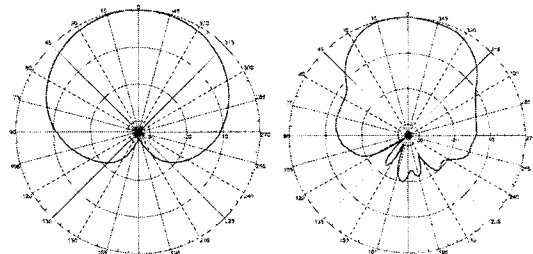


(a)

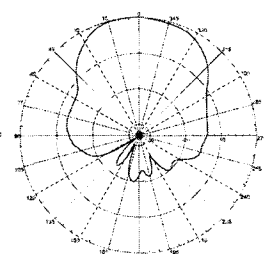


(b)

그림 12. 복사 패턴(주파수=1.75 GHz) (a) E-plane (b) H-plane  
Fig. 12. Radiation pattern(frequency=1.75 GHz) (a) E-plane (b) H-plane.

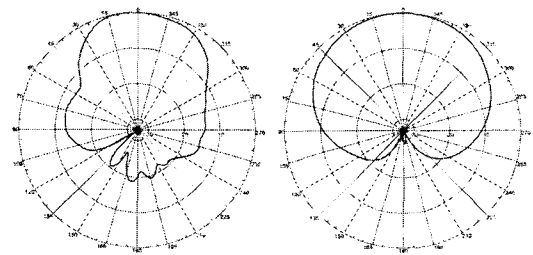


(a)

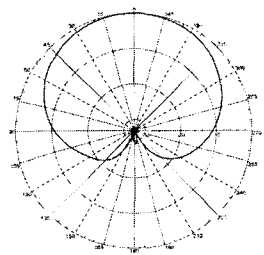


(b)

그림 13. 복사 패턴(주파수=1.975 GHz) (a) E-plane (b) H-plane  
Fig. 13. Radiation pattern(frequency=1.975 GHz) (a) E-plane (b) H-plane.



(a)



(b)

그림 14. 복사 패턴(주파수=2.17GHz) (a) E-plane (b) H-plane  
Fig. 14. Radiation pattern(frequency=2.17 GHz) (a) E-plane (b) H-plane.

각각 -21 dB, -14 dB, -14 dB의 값을 가지며, 전후방비(FBR)는 각각 22 dB, 20 dB, 18 dB의 값을 가진다. 2170 MHz에서는 설계 사양인 20 dB이상을 만족하지 않았다. 수평 절단면 복사패턴들(그림 12b, 13b, 14b)에

서 부엽은 존재하지 않으며, 전후방비는 그림 12(b)에서는 24 dB의 값을 가지고, 그림 13(b)에서는 30 dB이상의 값을 갖고, 그림 14(b)에서는 28 dB의 값을 갖는다. 그리고 복사 패턴의 모양을 보면 수직 성분은 좁고, 수평 성분은 넓은 범위를 갖는 특성을 나타낸다. 수직 HPBW(Half-Power Beam Width)는 60도, 수평 HPBW는 75도이다. 안테나의 이득은 1750 MHz에서 5.2 dBi, 1975 MHz에서는 5.0 dBi, 2170 MHz에서는 5.4 dBi의 값을 보였다. 이는 시뮬레이션에서의 7.2 dBi와 큰 차이를 보이는 결과였다. 하지만 설계 목표로 한 5.0 dBi는 만족하는 결과이다. 측정방법은 전자파 무반사실에서 기준 이득 혼 안테나의 이득을 1 미터법으로 측정한 다음 측정하고자 안테나의 이득을 비교하여 이득을 계산하는 방법을 이용하였다.

### V-3. 제작 및 측정에 관한 고찰

논문에서 제안한 안테나는 시뮬레이션과 지속적인 실험, 튜닝을 통해서 구조를 재설정하였다. 인쇄기법을 통해서 안테나를 제작하였다. 설계·제작한 안테나는 반사 계수 -10 dB 대역폭이 500 MHz, side lobe가 최소 -14 dB, 이득이 최소 5.0 dBi로 좋은 특성을 나타내었다. 그리고 입력 반사 계수가 -15 dB 이상일 경우는 대역폭이 430 MHz 정도이지만, 시작 주파수 부근과 끝 주파수가 약간 벗어났다. 이것을 개선한다면 상용 설계 사양을 만족할 수 있을것이라 생각된다. 논문에서 제시한 안테나의 급전 방식인 프로브 급전은 프로브 선이 물리적으로 단단하지 못하고, 쉽게 구부러지는 단점이 있는데, 프로브를 고정하기 위해서 foam을 사용할 수 있다. 또는 금형을 통해서 튼튼하게 제작을 하면 대량생산이 가능하므로 상용화하는데 무리가 없을 것으로 생각된다.

## VI. 결 론

본 논문에서는 프로브 급전 방식을 이용하고, 패치 2개를 사용해서 PCS와 IMT-2000에서 동작할 수 있는 안테나를 제안하였다. 제작한 안테나의 성능은 VSWR 2 이하에서는 500 MHz(25.5%)의 대역폭을 가졌다. 또한 동작 주파수 범위도 1700 MHz에서 2200 MHz까지로 원하는 설계 사양도 만족하였다. 그리고, VSWR 1.5에서는 대역폭이 430 MHz(21.9%)정도로 상용 설계 사양에 만족하는 수치를 보여주었다. 그러나 주파수가 약 10MHz 정도 벗어난 문제점이 있어 이를 개선해야 하는

과제가 있다. 안테나의 이득은 평균 5 dBi로 시뮬레이션 보다는 낮은 값을 보였지만 설계 사양을 만족하는 결과이다. 안테나 빔 패턴은 전형적인 마이크로스트립 안테나의 빔 패턴이었다. 그리고 side lobe의 경우는 -14 dB 이하의 값을 가졌고, FBR특성의 경우는 20 dB 이상으로 상당히 좋은 값을 보여주었다.

본 논문에서 제시한 안테나 구조를 이용해서 충분히 광대역 효과를 얻는 마이크로스트립 안테나를 설계할 수 있다는 것을 확인할 수 있었다. 본 논문에서 제시한 안테나의 크기와 특성들을 적절히 수정한다면 상용 사양을 만족하는 안테나를 제작할 수 있고, 특히 안테나를 어레이 한다면 더욱 좋은 성능을 갖는 안테나를 제작할 수 있을 것이다.

## 참 고 문 헌

- [1] D. M. Pozar, "A Reciprocity Method of Analysis for Printed Slot and Slot-Coupled Microstrip Antennas", IEEE APS Transactions, December 1986.
- [2] C. A. Balanis, Antenna Theory Analysis and Design, Wiley, 1998
- [3] I. J. Bahl, and P. Bhartia., Microstrip Antennas, Artech House, 1980.
- [4] R. A. Sainati., CAD of Microstrip Antennas for Wireless Applications, Artech House, 1996.
- [5] J. F. Zurcher and F. E. Gardiol, Broadband Patch Antennas, Artech House, 1995.
- [6] K. C. Gupata., Microstrip Antenna Design, Artech House, 1988.
- [7] S. D. Targonski, R. B. Waterhouse and D. M. Pozar, "Design of Wideband Aperture-Stacked Patch Microstrip Antennas", IEEE APS Transactions, September 1998.
- [8] 최경식, 윤종섭, 류미라, 이원희, 허경, "보조 도선과 Annular Gap을 추가한 PCS 대역 마이크로스트립 패치 안테나 설계", 한국전자과학회논문지, 제 12권, 제 3호, pp.329~338, 2000년 4월



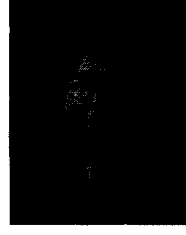
## 저 자 소 개



## 李元熙(正會員)

1998년 2월 : 영동대학교 전자공학과(공학사). 2000년 2월 : 건국대학교 대학원 전자·정보통신공학과(공학석사). 1998년 3월~1999년 2월 : 건국대학교 전자·정보통신공학과 교육조교. 2000년~현재 : 건국

대학교 대학원 전자·정보통신공학과 박사과정. <주관심분야 : 안테나 및 전파전파, 마이크로파 회로 설계, 마이크로파 소자 등>



## 許正(正會員)

1981년 : 서울대학교 전자공학과(공학사). 1983년 : 서울대학교 대학원 전자공학과(공학석사). 1991년 : 서울대학교 대학원 전자공학과(공학박사). 현재 : 건국대학교 전자·정보통신공학과 교수. <주관심분야 :

안테나 및 전파전파, 마이크로파 회로설계, 마이크로파 소자 등>

## 崔卿植(正會員)

1999년 2월 : 건국대학교 전자·정보통신공학과(공학사). 2001년 2월 : 건국대학교 전자·정보통신공학과(공학석사). 2000년 10월~현재 : Mobisys Telecom 연구원. 2001년 8월~현재 : 건국대학교 전자·정보통신공학과 박사과정. <주관심분야 : 마이크로스트립 안테나 설계 및 마이크로파 회로 설계, 이동통신 시스템 등>