

# Ku-밴드 위성통신을 위한 송수신겸용 마이크로스트립 패치 안테나 설계

## Design of Ku-Band Tx/Rx Microstrip Patch Antenna for Satellite Communications

김규성 · 김태우 · 최재훈

Kyu-Sung Kim · Tae-Woo Kim · Jae-Hoon Choi

### 요 약

본 논문에서는 단일 패치 안테나로 송수신을 동시에 수행할 수 있는 두 가지 형태의 Ku-밴드 위성통신용 2×2 마이크로스트립 패치 안테나 구현방안을 제시하였다. 첫 번째 형태는 단일급전 이중공진형 안테나로 90도 굽은 단일 급전선과 십자슬랏을 이용한 개구면 결합 급전방식을 적용하여 단일패치 방사소자에서 이중공진과 서로 다른 직교편파를 만드는 방안을 제시하였으며, 두 번째 형태는 이중급전 이중공진형 안테나로 마이크로스트립 급전과 개구면 급전을 혼합해서 서로 다른 편파를 만들고 패치안테나에서 이중공진을 구현하는 방안을 제시하였다. 특히 이중급전 이중공진형 안테나의 경우는 공기층을 삽입하여 대역폭을 확장하는 기술을 적용하였다. 측정된 안테나의 성능을 살펴보면 두가지 형태의 안테나 모두 송수신 겸용안테나로서 동작됨을 확인하였고, 이중급전 이중공진형 안테나의 경우 대역폭, 편파분리도의 성능이 우수함을 나타냈다.

### Abstract

In this paper, two types of 2×2 Rx/Tx microstrip patch antenna are proposed to implement Ku-band satellite communications. The single-fed dual resonance patch antenna as the first type derives perpendicular polarizations at two resonant frequencies from a single patch radiator, using aperture coupling via a bended single-feeding line and a cross-shaped slot. The double-fed dual resonance patch antenna as the second type implements dual resonance with mutually orthogonal polarizations by mixing the two feeding mechanisms of the microstrip line and the aperture coupling. Especially, in the double-fed dual resonance antenna case, air-gap is introduced to broaden the bandwidth. Through measurement, each of the two types of antenna was verified to function properly both Rx and Tx. The double-fed dual resonance antenna shows excellent performance in the bandwidth and the crosspolarization characteristics.

「이 논문은 한국통신 위성사업단의 연구비에 의하여 지원되었음.」

한양대학교 전파공학과(Department of Radio Science and Engineering, Hanyang University)

· 논문 번호 : 990922-082

· 수정완료일자 : 1999년 10월 15일

## I. 서 론

위성통신기술은 비교적 짧은 시간에 비약적인 발전을 거듭하여 왔고, 특히 최근에는 다중빔 안테나, 고출력증폭기, OBP(Onboard processing) 시스템 등 첨단장치를 탑재한 위성의 등장<sup>[1]</sup>으로 위성을 통한 서비스의 활용범위를 한층 더 높여 놓았다. 위성체의 고출력화는 지구국 안테나의 소형화, 경량화, 이동성을 가능하게 하였고, 이를 통하여 위성통신 서비스의 형태도 기존에 위성에서 제공되었던 단순 데이터 릴레이 서비스에서 벗어나 양 방향의 각종 멀티미디어 서비스 제공 등 지상망을 능가하는 통신망 구축이 가능한 방향으로 발전을 도모하고 있다. 따라서 1995년 무궁화 위성의 발사와 더불어 위성통신 서비스를 정착화 한 국내에서도 세계의 기술발전 추세에 맞추어 위성을 통한 멀티미디어 형태의 새로운 개념의 서비스 개발이 절실히 요구되고 있다.

Ku-밴드 위성 통신용 안테나는 상하향 주파수인 14 GHz와 12 GHz 대역에서 동작하고 상호간 다른 직교선형편파를 구현할 수 있도록 설계되어야 하며, 사용대역폭이 넓고, 인접 위성간의 간섭을 고려하여야 하며 이중 편파를 이용하여 주파수를 재사용하기 때문에 안테나 이득뿐만 아니라, 부엽, 편파분리도, 빔폭 등에 엄격한 규격이 요구되고 있다. 본 논문에서 설계하고자 하는 송수신 겸용안테나는 위성을 이용한 이동형 서비스의 일환으로 안테나를 휴대용 가방에 장착하여 개인이 휴대하고 이동하면서 필요에 따라 원하는 장소에서 간편하게 설치한 후 통신을 구현할 수 있도록 하는 Portable 평판 안테나에 적용하기 위한 것으로 500 MHz의 대역폭과 27 dB 이상의 이득을 요구한다. 특히 휴대성을 고려하여 안테나의 크기가 최대 40×30 cm 이내로 제한되기 때문에 송신과 수신을 결합할 수 있는 안테나의 설계가 요구된다.

평판안테나로 이중공진를 구현하는 방법으로는 다이아크로닉(diachronic material) 방사소자를 사용하는 방법<sup>[2]</sup>, 송수신용 방사판을 다층화 구조로 구

현하는 방법<sup>[3]</sup>, 단일 방사소자에 이중공진<sup>[4]~[6]</sup>을 통하여 구현하는 방법이 있으나 다이아크로닉(diachronic material) 방사소자를 사용하는 방법은 두 주파수의 이격이 매우 큰 경우에 적용 가능하고, 송수신용 방사판을 다층화 구조로 구현하는 방법은 편파분리도 성능이 나쁘기 때문에 본 논문에서는 단일 방사소자에 이중공진을 구현하는 방안을 제시하였다. 안테나 설계시 위성용 Ku-밴드 안테나의 상하향 주파수가 14 GHz와 12 GHz 대역으로 주파수 이격이 2 GHz 정도이고, 배열안테나 구성이 요구되며, 상호간 다른 직교선형편파를 구현할 수 있도록 설계가 요구되는 점을 고려하여, 2가지 형태의 안테나 구현방안을 제시하였다. 첫 번째 형태는 단일 급전 구조를 이용하여 패치 안테나에서 상호 다른 직교편파를 만드는 이중공진형 안테나로 개구면 결합 급전 방식을 사용하여 대역폭 확장 및 전력 분배기 설계가 용이한 장점을 가진다. 두 번째 형태는 이중 급전 구조를 이용하여 서로 다른 직교편파를 만들고 패치 안테나에서 이중공진을 구현하는 안테나 형태로 마이크로 스트립 급전과 개구면 결합 구조를 혼합하여 사용하였으며, 배열안테나 확장시 두 개의 급전네트워크가 슬롯이 존재하는 접지면을 기준으로 분리되기 때문에 두 급전 네트워크간의 분리도를 높일 수 있는 장점이 있는 안테나 구조이다.

본 논문의 제 II장에서는 두가지 형태의 안테나 구성 및 동작원리에 관하여 논하였고, 제 III장에서는 이 안테나의 2×2 배열 안테나의 설계 및 제작 결과를, 제 IV장에서는 결론을 제시하였다. 안테나 특성분석 및 설계를 위하여서는 Ensemble 5.1을 사용하였다.

## II. 이중공진형 안테나 구조 및 동작원리

일반적으로 마이크로스트립 패치안테나의 길이(L)는 식 (1)에 정의된 바와 같이 안테나의 공진주파수를 결정하는 요소로서 사용하는 기판의 유전체 내에서 반파장보다 작게 설계되어야 한다<sup>[7]</sup>.

$$L \approx 0.49\lambda_d = 0.49 \frac{\lambda_0}{\sqrt{\epsilon_{reff}}} \quad (1)$$

여기서  $\epsilon_{reff}$ 은 기판의 유효유전율,  $\lambda_0$ 은 자유공간에서의 파장을 나타낸다.

반면에 패치 안테나의 폭(W)은 안테나의 공진주파주에는 거의 영향이 없고, 입력임피던스에 영향을 주는 요소이다. 따라서 본 논문에서는 상기에서 언급한 패치안테나의 기본 특성을 이용하여 패치안테나의 길이와 폭쪽에 각각 상호 수직하는 급전을 주어 2개의 특정 주파수( $f_1, f_2$ )에서 이중공진을 일으키고 이 두개의 공진점에서 각각 발생된 편파가 상호 수직하는 두 가지 형태의 패치 안테나를 설계하였다.

### 2-1 단일급전 이중공진형 안테나

단일급전 이중공진형 안테나의 구조는 그림 1에 도시된바와 같이 3개의 층으로 구성된다. 안테나의 동작원리는 하층기판의 90도 굽은 급전선을 통하여 두 방향의 전류가 공급되고 상층과 하층 기판 사이에 위치한 십자형의 슬랏을 통하여 방사소자와 급전선간의 전기적인 결합이 발생되며 이를 통하여 2개의 특정주파수에서 이중공진 하도록 안테나의 길이와 폭이 결정된 직사각형의 패치를 통하여 서로 다른 편파의 이중공진형 방사가 발생되도록 설계되어 있다. 상층기판의 유전 상수와 두께는 안테나의 대역폭과 복사효율에 영향을 미치는 상수들로 Ku-밴드 위성통신에 최소한 요구되는 500 MHz 대역폭 확보를 위하여 낮은 유전율에 두꺼운 기판을 사용하였으며, 하층기판은 슬랏의 크기가 너무 커지는 것을 방지하기 위해 비교적 높은 유전율을 사용하였다. 급전선의 굽은 부분에서 발생되는 불연속 보상을 위하여 45도 각도로 모서리를 깎는(mitering) 방법을 사용하였다. 가장 하층에  $\lambda_g/4$ 의 거리를 두고 위치한 도체는 개구면 결합구조에서 발생하는 후방방사를 없애기 위한 구조로 안테나의 다른 성능에는 영향을 주지 않는다. 단일급전 이중공진형 안테나의

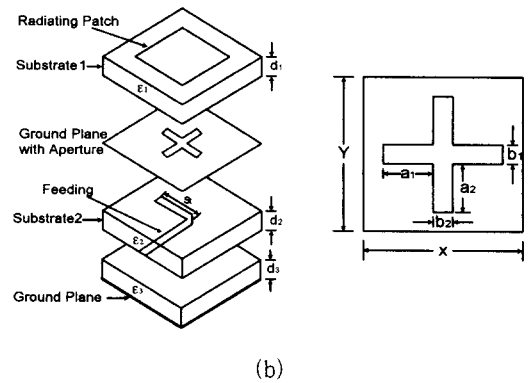
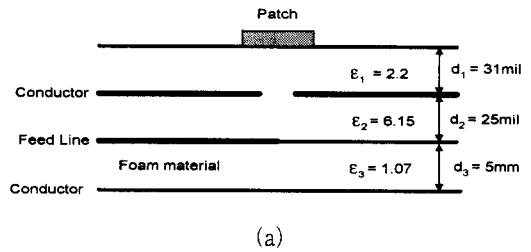


그림 1. 단일급전 이중공진형 안테나의 구조. (a) 안테나 단면도, (b) 안테나 구조

Fig. 1. The geometry dimensions of single fed dual-resonance microstrip patch antenna.

- (a) Cross-section of substrate geometry,
- (b) Antenna structure.

표 1. 단일급전 이중공진형 안테나의 설계 제원  
Table 1. Design parameters of single fed dual-resonance microstrip patch antenna.

X(mm)	Y(mm)	a <sub>1</sub> (mm)	a <sub>2</sub> (mm)	b <sub>1</sub> (mm)	b <sub>2</sub> (mm)
5.78	5.04	1.86	2.0	0.45	0.44

설계제원은 표 1에 제시하였다.

### 2-2 이중급전 이중공진형 안테나

이중급전 이중공진형 안테나는 마이크로스트립 급전과 개구면 결합급전 방식을 혼합 사용한 방식을 채택하였고, 상층기판과 슬랏 사이에 유전율이 1인

공기층을 삽입하여 대역폭을 확장하는 방법을 사용하였다.

두 개의 기판 사이에 공기층을 삽입할 경우 공진 주파수의 변화는 식 (2)와 같이 주어진다<sup>[8]</sup>.

$$f_{mn}(\Delta) = f(0) \sqrt{\frac{\epsilon}{\epsilon_{eff}}} \quad (2)$$

여기서  $f_{mn}(0)$ 은 공기층을 삽입하지 않았을 때의 공진 주파수이고,  $\epsilon_{eff}$ 은 실효 유전율로 식 (3)과 같이 주어진다.

$$\epsilon_{eff} = \frac{\epsilon(t + \Delta)}{(t + \Delta \epsilon_r)} \quad (3)$$

여기서  $t$ 는 유전체의 두께,  $\Delta$ 는 공기층의 두께이다. 식 (2)를 살펴보면 공기층의 추가는 상층기판의 상대 유전율을 낮추고, 두께를 증가시키는 효과를 초래하기 때문에 전체 대역폭이 증가하게 된다<sup>[4]</sup>.

공기층을 포함한 3개의 층으로 구성된 이중급전 이중공진형 안테나의 구조 및 설계제원을 그림 2와 표 2에 제시하였다. 마이크로스트립 급전 방식과 비교하여 개구면 결합 급전 방식은 같은 크기의 패치를 고려할 경우 공진 주파수를 하향시키는 영향을 미치기 때문에 마이크로스트립 급전을 사용한 상층

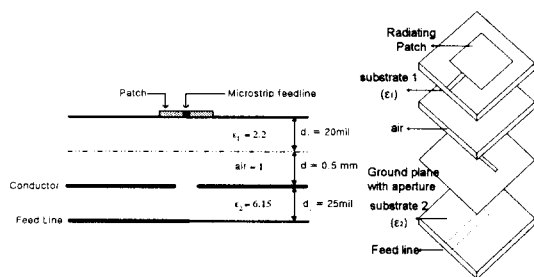


그림 2. 이중급전 이중공진형 안테나의 구조

Fig. 2. The geometry dimensions of dual fed dual-resonance microstrip patch antenna.

기판은 14.25 GHz에서, 하층기판에 급전네트웍을 구성하는 개구면 결합방식은 12.5 GHz에서 동작하도록 패치크기를 결정하였다.

이 구조는 슬랏이 존재하는 접지면을 기준으로 상층기판의 급전네트웍과 하층기판의 급전네트웍이 격리되어 놓이기 때문에 두 개의 급전네트웍간의 높은 격리도가 보장되지만, 그림 3에 도시된 바와 같이 단일 패치안테나 구조에서 발생하는 2개의 급전 포트간의 분리도를 높일 수 있도록 설계를 고려하여야 한다.

이중급전의 경우, 그림 3과 같이 3-포트 네트웍으로 구성할 수 있으며 그림 3의 (b)와 같이 신호흐름도로 등가화시켜 해석할 수 있다. 포트 1, 포트 2는 급전구조이고, 포트 3은 방사소자이다. 포트 1에서

표 2 이중급전 이중공진형 안테나의 설계제원

Table 2. Design parameters of dual fed dual-resonance microstrip patch antenna.

패치크기 (mm)	7.62 × 8.39
슬랏크기 (mm)	0.24 × 5.34

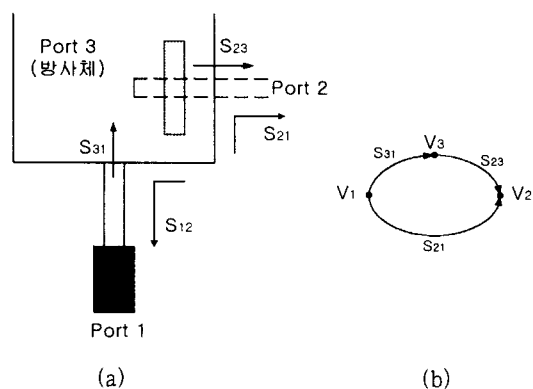


그림 3. 이중급전 이중공진형 패치 안테나의 등가모델 및 신호흐름도

(a) 등가 모델, (b) 신호흐름도

Fig. 3. Equivalent circuit of dual-fed dual resonance patch antenna and signal flow graphs.

(a) Equivalent circuit, (b) Signal flow graphs.

급전이 되었을 때, 전력은 경로 1-3-2와 경로 1-2를 통하여 포트 2로 전달되며, 각 경로에 대한 전체 전력은 식 (4)로 표현된다<sup>[9]</sup>.

$$V_2 = (S_{23}S_{31} + S_{21})V_1 \quad (4)$$

먼저 경로 1-3-2를 살펴보면, 포트 1과 포트 3은 정합이 되어 있기 때문에  $S_{31}$ 은 거의 1에 가까운 값이고,  $S_{23}$ 은 방사체에서 방사되지 않고, 포트 2로 전달되는 전력으로 정합이 되지 않았기 때문에 아주 작은 값이 된다. 여기서  $S_{23}$ 은 방사체를 통해서 방사되지 않고 포트 2로 흘러들어 가는 양이다. 따라서, 경로 1-3-2를 통해서 포트 2에 미량의 전력이 전달된다. 경로 2는 포트 3을 통하지 않고, 바로 포트 2로 전달되는 경로이다. 위의 두 개의 경로를 통해서 포트 1과 포트 2 사이에 간섭이 일어나게 된다. 그러므로, 두 포트간의 격리도를 높이기 위해서는 포트 1, 2와 방사체 간의 정합을 유지하면서, 경로 1-3-2를 통한 전력의 전달을 줄일 수 있도록 설계하여야 한다. 따라서 본 안테나 설계시 경로 1-3-2 및 경로 1-2를 통한 전력의 전달을 줄일 수 있도록 하기 위해 슬랏의 위치를 패치의 오른쪽 끝부분으로 위치시켰고, 슬랏의 길이를 폭보다 22배 정도 크게 하여 편파분리에 의한 두 포트간의 격리도를 높이도록 설계하였다.

### III. 2×2 배열 안테나의 설계 및 제작결과

#### 3-1 단일급전 이중공진형 안테나 설계

본 논문에서는 2×2 배열안테나의 구현을 위해 마이크로스트립 급전선로에 두 개의 출력포트로 전력을 동일하게 분배하는 T-Junction 전력분배기와 서로 다른 임피던스를 매칭시키기 위해  $\lambda_g/4$  임피던스 변환기를 사용하였다. 방사소자간의 간격은 부엽 레벨과 이득이 Trade-off 관계에 있음을 고려하여 부엽을 -15 dB 정도로 유지하면서 이득을 높이는 방향으로 설계하였으며, 이 결과 간격은 그림 4

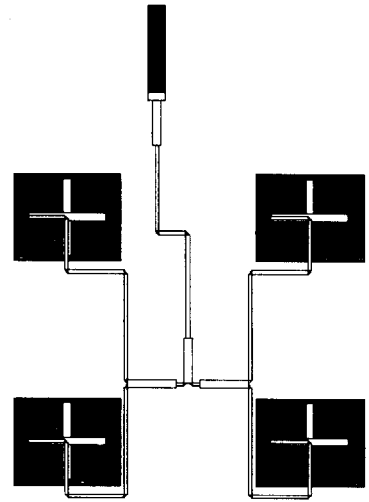


그림 4. 2×2 배열 안테나의 구성도

Fig. 4. Configuration of 2×2 array antenna.

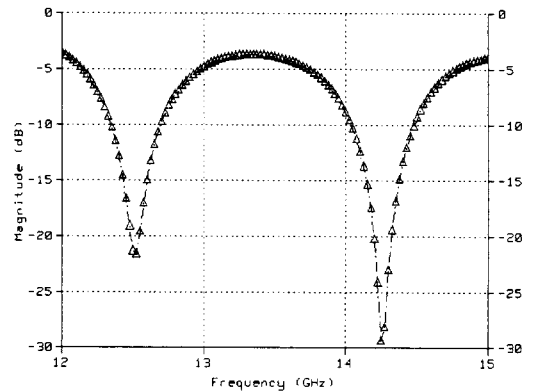


그림 5. 2×2 배열안테나의 반사손실(시뮬레이션)

Fig. 5. Return loss of 2×2 array antenna.

와 같이 각각 13 mm, 13 mm로 설계하였다. 방사소자에 급전된 마이크로스트립 선로는 방사소자의 임피던스와 슬랏의 크기를 고려하여 100 Ω을 사용하였고, 두 방사소자를 병렬로 결합하고 출력을 다시 100 Ω라인으로 연결하기 위해 T-Junction 전력분배기에 70.7 Ω의  $\lambda_g/4$  임피던스 변환기를 사용하였다. 그림 5에는 반사손실에 대한 시뮬레이션 결과를 제시하였으며 대역폭(VSWR < 2)은 송수신대역에

서 500 MHz 정도를 만족한다.

### 3-2 이중급전 이중공진형 안테나 설계

단일급전 이중공진형 안테나와 같이 2×2 배열 안테나의 구현을 위해 T-Junction 전력분배기와  $\lambda_g/4$  임피던스 변환기를 사용하였다<sup>[10]</sup>. 방사소자 간의 간격은 개구면 결합급전에 비해 급전선 스푸리어스 방사의 영향으로 부엽성능이 나쁘고 급전네트워크 구현이 복잡한 14 GHz대역의 마이크로 스트립 패치 안테나의 급전네트워크 설계를 최적화하는 방향으로 결정하였다. 이 결과 그림 6과 같이 방사소자 간의 거리는 각각 16 mm, 16 mm로 설계하였다. 방사소자에 직접 급전된 마이크로스트립 선로는 방사소자와 급전선로간의 상호결합을 최소화 할 수 있도록 150  $\Omega$ 의 가는 선을 사용하였고, T-Junction 전력분배기에 106  $\Omega$ 의  $\lambda_g/4$  임피던스 변환기를 사용하였다. 개구면 결합급전네트워크의 경우는 단일급전 이중공진형 안테나와 같이 급전선으로 100  $\Omega$ 을, T-Junction 전력분배기에 70.7  $\Omega$ 의  $\lambda_g/4$  임피던스 변환기를 사용하였다. 그림 7에는 반사손실 및 두 급전선간의 격리도에 대한 시뮬레이션 결과를 제시하였다. 설계된 2×2 배열안테나의 대역폭(VSWR < 2)은 송수신대역에서 1 GHz정도를 만족하고, 두 급전선간의 격리도는 21 dB 이상을 얻었다.

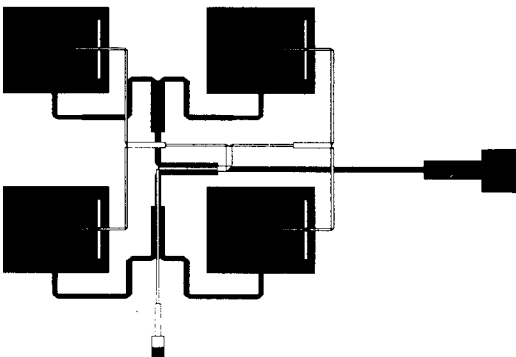


그림 6. 2×2 배열 안테나의 구성도  
Fig. 6. Configuration of 2×2 array antenna.

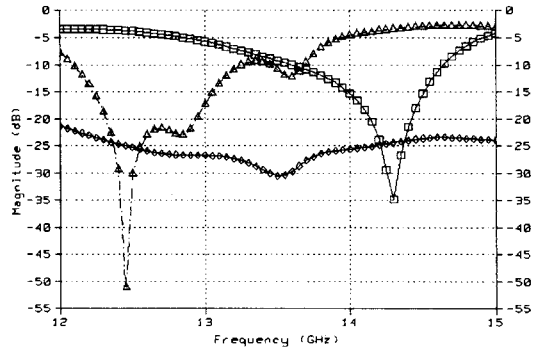


그림 7. 2×2 배열 안테나의 반사손실과 격리도(시뮬레이션)  
Fig. 7. Return loss and isolation of 2×2 array antenna (simulation).

### 3-3 안테나 제작

단일급전 이중공진형 안테나의 제작시 상층기판과 하층기판의 결합은 접합물질대신 안테나의 네 모서리 부분에 플라스틱 볼트를 사용하여 기판을 압착시키는 방법을 사용하였으며, 선택사항으로 후방방사를 없애기 위해 가장 하층에  $\lambda_g/4$ 의 거리를 두고 위치한 도체판은 부착하지 않았다. 이중급전 이중공진형의 안테나는 상층기판과 하층기판 사이에 공기층을 만들어 주기 위해 안테나의 네 모서리 부분에 플라스틱 볼트를 사용하여 기판을 결합시 유전율이 2에 가까운 테프론 조각을 끼워 넣는 방식을 사용하였다.

단일급전 이중공진형 2×2 배열안테나의 반사손실 및 방사패턴 측정결과를 그림 8, 9에 제시하였다. 안테나의 패턴 측정은 전자파 무반사실에서 원거리 측정 방법을 사용하였다. 그림 8에 제시된 반사손실은 12.44 GHz에서 -40.59 dB, 14.20 GHz에서 -39.46 dB가 측정되었으며 대역폭(VSWR < 2)은 송수신 주파수 대역에서 500 MHz 이상을 만족하였다. 설계치와 비교하여 제작된 안테나의 공진주파수가 14 GHz 대역에서 50 MHz 정도 이동되었으나 비교적 설계치와 잘 일치하는 결과를 얻었다. 그림 9-(a)는

12.44 GHz에서의 E-plane 방사패턴으로 부엽이 -17 dB, 편파분리도가 -17 dB로 측정되었으며 그림 9-(b)는 14.20 GHz에서의 E-plane 방사패턴으로 부엽이 -18 dB, 편파분리도가 -17 dB로 측정되었다.

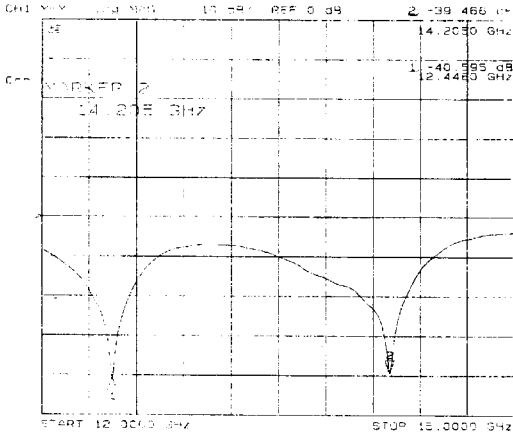


그림 8. 단일급전 이중공진형 2×2 배열 안테나의 반사손실(측정치)

Fig. 8. Return loss of 2×2 dual fed dual-resonance array antenna(measurement).

안테나의 이득은 12.44 GHz에서 10.49 dBi, 14.20 GHz에서 10.97 dBi로 측정되었다.

이중급전 이중공진형 2×2 배열안테나의 반사손실, 두 급전선 간의 격리도 및 방사패턴 측정결과를 그림 10~13에 제시하였다. 그림 10과 11에 제시된 반사손실은 12.5 GHz에서 -48.6 dB, 14.25 GHz에서 -47.13 dB가 측정되었으며 대역폭(VSWR < 2)은 송수신 주파수 대역에서 1 GHz이상을 만족하였다. 그림 12에 도시된 두 급전선간의 분리도도 21 dB 이상이 측정됨을 고려할 때 설계치와 비교하여 제작된 안테나의 성능이 잘 일치하는 결과를 얻었다. 그림 13-(a)는 12.5 GHz에서의 E-plane 방사패턴으로 부엽이 -17 dB, 편파분리도가 -21 dB로 측정되었으며 그림 13-(b)는 14.25 GHz에서의 E-plane 방사패턴으로 부엽이 -13 dB, 편파분리도가 -24 dB로 측정되었다. 안테나의 이득은 12.5 GHz에서 12.31 dBi, 14.25 GHz에서 12 dBi로 측정되었다. 제안된 두 형태의 안테나에 대한 특성비교를 종합적으로 표 3에 제시하였다.

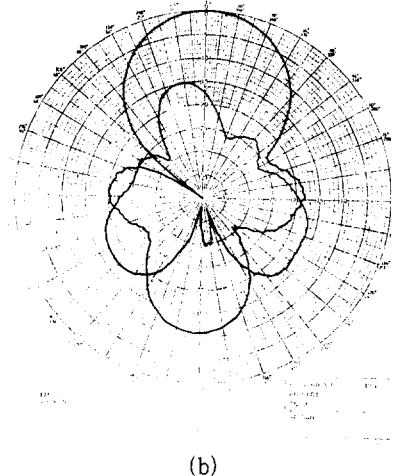
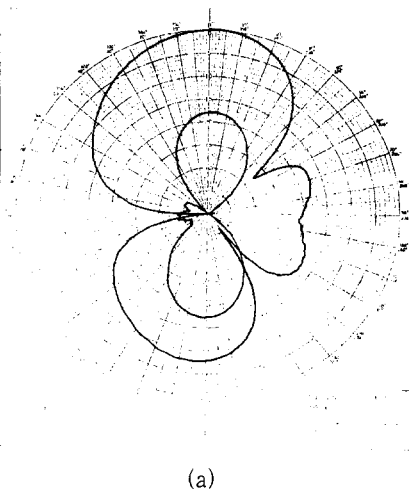


그림 9. 단일급전 이중공진형 2×2 배열안테나의 방사패턴

(a) 12.5 GHz에서의 E-Plane 패턴, (b) 14.25 GHz에서의 E-Plane 패턴

Fig. 9. Radiation Pattern of 2×2 dual fed dual resonance array antenna.

(a) E-plane pattern at 12.5 GHz, (b) E-plane pattern at 14.25 GHz.

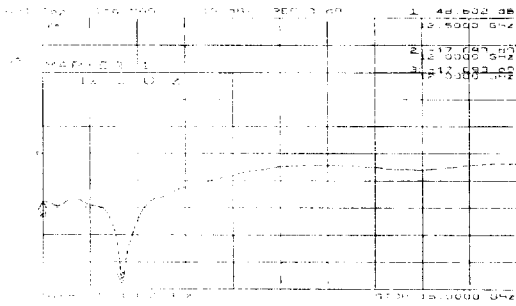


그림 10. 12.5 GHz에서의 이중급전 이중공진형 2x2 배열 안테나의 반사손실(측정치)

Fig. 10. Return loss of 2x2 dual fed dual resonance array antenna at 12.5 GHz(measurement)

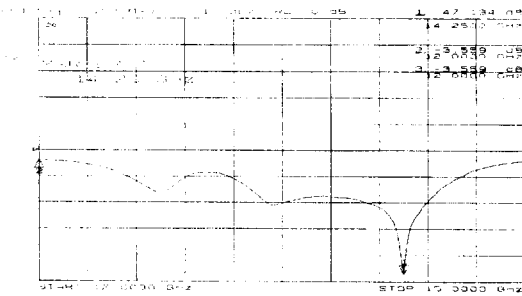


그림 11. 14.25 GHz에서의 이중급전 이중공진형 2x2 배열 안테나의 반사손실(측정치)

Fig. 11. Return loss of 2x2 dual fed dual resonance array antenna at 14.25 GHz(measurement).

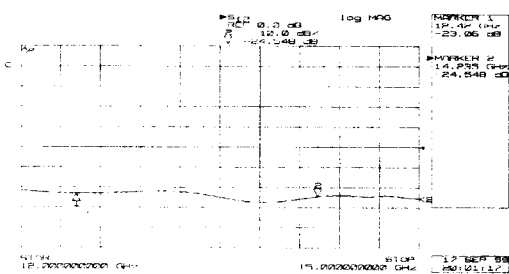
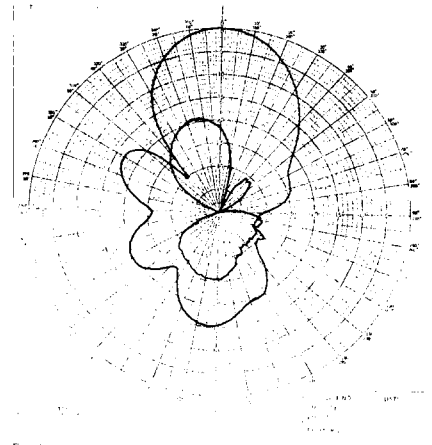
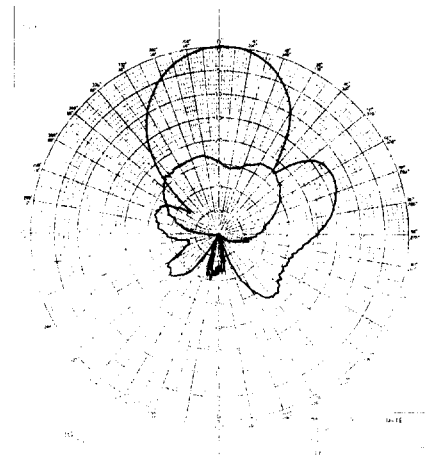


그림 12. 이중급전 이중공진형 2x2 배열 안테나의 두 급전선간의 분리도(측정치)

Fig. 12. Isolation of 2x2 dual fed dual resonance array antenna between two ports(measurement).



(a)



(b)

그림 13. 이중급전 이중공진형 2x2 배열 안테나의 방사패턴. (a) 12.5 GHz에서의 E-Plane 패턴, (b) 14.25 GHz에서의 E-Plane 패턴

Fig. 13. Radiation pattern of 2x2 dual fed dual resonance array antenna. (a) E-plane pattern at 12.5 GHz, (b) E-plane pattern at 14.25 GHz.

#### IV. 결 론

본 논문은 Ku-밴드 위성을 이용한 이동통신서비스에 적용 가능한 안테나 설계를 목적으로 단일 패



표 3. 제안된 두 안테나의 특성 비교

Table 3. Comparison of the proposed two antennas' characteristic.

항 목	단일급전 이중공진형		이중급전 이중공진형	
	12.5 GHz	14.25 GHz	12.5 GHz	14.25 GHz
대역폭 (GHz)	0.6	0.9	1.2	1.4
부엽준위 (dB)	-17	-18	-17	-13
편파분리도 (dB)	-17	-17	-21	-24
이득 (dBi)	10.49	10.79	12.31	12
투포트분리도 (dB)	-		21	21
장 점	급전네트워크가 단순 안테나크기가 작음		별도의 송수신 분리소자가 필요없음	

치안테나로 송수신을 동시에 수행할 수 있는 2가지 형태의 2x2 마이크로스트립패치 안테나를 설계 제작하였다. 제안된 두 안테나는 패치의 공진주파수는 패치의 길이에 의해 결정되는 점을 고려하여 패치안테나의 길이와 폭쪽에 각각 상호 수직하는 급전을 주어 2개의 특정 주파수( $f_1, f_2$ )에서 이중공진을 일으키도록 패치크기를 결정할 경우 단일 패치를 통하여 이중 공진이 발생되며, 공진점에서 발생된 편파가 서로 수직이 된다는 기본 동작원리를 이용하여 설계되었다. 제작 및 측정 결과 두 안테나 모두 이중 공진형 안테나로 동작됨을 확인하였다. 특히 공기층을 삽입한 이중급전 이중공진형 안테나는 송수신 모두 대역폭(VSWR < 2)은 약 1 GHz, 이득은 12 dBi 이상, 편파분리도는 20 dB 이상 등의 우수한 성능을 보이기 때문에 이차원 배열 구조로 확장하여 이동형 Portable 안테나로 활용이 가능할 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

[1] P. J. Garland, E. Hayes, and P. Takata, "An overall architecture for a north american multimedia satcom system," *Second Ka band utilization conference*, pp. 35-42, 1996.  
 [2] J. R. James and G. Andrasic, "Superimposed

dichronic microstrip antenna arrays," *IEE Proc.*, part H, vol. 135, pp. 304-312, Oct., 1988.

[3] R. Bacroft, "Accurate Design of Dual-Band Patch Antennas," *Microwaves RF*, Sept., 1998.  
 [4] S. S. Zhong and Y. T. Lo, "Single Element Rectangular Microstrip Antenna for Dual Frequency Operation," *Electron. Lett.*, vol. 19, no. 8, pp. 298-300, pp. 113-118, Apr., 1983.  
 [5] H. Nakano and K. Vichien, "Dual frequency square patch antenna with rectangular notch," *Electron. Lett.*, vol. 26, no. 20, pp.936-937, Aug. 1985.  
 [6] 장준영외 4명, "이중공진 마이크로스트립 안테나에 관한 연구," 한국전자과학회 논문지 9(4), pp. 515-523, 1998. 8.  
 [7] C. Richard and Johnson, *Antenna Engineering Handbook*, McGraw-Hill, Chapter 7, 1993.  
 [8] J. R. James and P. S. Hall, *Handbook of Microstrip Antenna*, Peter Peregrinus, pp. 188-213, 1989.  
 [9] D. M. Pozar, *Microwave Engineering*, Addison Wesley, New York, pp. 245-250, 1990.  
 [10] T. Edwards, *Foundations for Microstrip Circuit Design*, Wiley, New York, pp. 138-149, 1992.

김 규 성



1987년: 연세대학교 전자공학(공학사)  
1990년: 미국 뉴저지공대(공학석사)  
1997년~현재: 한양대학교 전자통신공학과(박사과정)  
1990년~현재: 한국통신 전임연구원

원

[주 관심분야] 위성통신, 안테나

김 태 우



1999년: 한양대학교 전파공학과(공학사)  
1999년~현재: 한양대학교 전파공학과(석사과정)  
[주 관심분야] 안테나 및 마이크로파 소자 설계

최 재 훈



1980년: 한양대학교 전자공학과(공학사)  
1986년: 미국 Ohio State University 전기공학과(공학석사)  
1989년: 미국 Ohio State University 전기공학과(공학박사)  
1989년~1991년: 미국 Arizona State

University 연구교수

1991년~1995년: 한국통신 위성사업본부 연구팀장  
1995년~현재: 한양대학교 전파공학부 부교수  
[주 관심분야] 이동통신 및 위성통신, 안테나 설계 및 분석, 마이크로파 수동소자 설계, 전파전파 모델링