

위성통신 송수신 겸용 마이크로스트립 배열안테나 소자에 관한 연구

A Study of Microstrip Patch Array Antenna Element for Both Transmitting and Receiving of the Satellite Communications

김연정* · 장준영** · 윤영중*

Yeun-Jeong Kim* · Joon-Young Chang** · Young-Joong Yoon*

요 약

본 논문에서는 Ku-band 위성통신 송수신용으로 사용하기 위해서 송·수신부가 서로 다른 선형편파를 가지는 이중급전 구조의 이중공진 안테나를 연구하였다. 이 때 상대 급전선에 의한 임피던스의 변화를 최소화시켜 최적의 안테나를 설계하였으며, 배열 안테나로 확장시 이중급전 구조의 문제점인 공간상의 문제를 해결하기 위해서 마이크로스트립 선로와 via-hole 혼합급전 방식을 사용하였다. 제안된 안테나를 이차원 2×2 배열 마이크로스트립 안테나로 설계 및 제작하였고, 방사패턴과 주파수 특성을 측정하여 위성통신 송수신 겸용 안테나로 잘 동작할 수 있음을 확인하였다.

Abstarct

In this paper, to transmit and receive the differently polarized signals simultaneously with a single antenna system, the dual-frequency microstrip array antenna with dual-polarization is proposed and designed. This antenna operates simultaneously at 14.25 GHz and 12.50 GHz. To extend to two dimensional array, microstrip feed line and coaxial probe through via-hole are used.

I. 서 론

인간의 활동범위가 넓어지면서 이동하는 중에도 다양한 정보를 송수신할 필요가 있게 되었으며, 이에 따라 위성통신 시스템을 비롯한 다양한 무선통신 서비스가 급속하게 증가하게 되었다. 이중에서도 이동 및 휴대 가능한 단말장치 개발과 고기능, 고성능

특성을 가지는 소형, 경량, 박형의 안테나 장치 개발은 향후 위성통신뿐만 아니라, 다양한 무선통신 시스템 개발이 중요 요소 기술로써 주목받고 있다. 따라서 본 논문에서는 소형, 경량, 박형의 특성을 가지고 있는 마이크로스트립 안테나를 이용하여 Ku-band 대역에서 송수신을 겸용할 수 있는 안테나를 설계하였다. 이때 단일 안테나로 위성통신 송수신 겸용을 위해서 필요한 안테나의 대역폭은 20% 이

「본 연구는 정보통신연구진흥원에서 지원하는 대학기초연구지원사업으로 수행되었음.」

* 연세대학교 전파공학과(Dept. of Radio Comm. Eng., Yonsei Univ.)

** 세원 텔레콤(Sewon Telecom R&D Lab)

· 논문 번호 : 990506-044

· 수정완료일자 : 1999년 7월 5일

상이 되어야 하며, 편파의 경우 송신부는 수평편파, 수신부는 수직편파를 가지도록 설계해야 한다. 하지만 일반적인 마이크로스트립 안테나의 경우 송수신을 위한 20% 대역폭을 만족시키지 못하며, 또한 단일 광대역 특성을 가지는 마이크로스트립 안테나의 경우 동일 편파 특성 및 안테나 크기 증가 등의 문제점을 가지므로 위성통신에 적합하지 못하게 된다. 따라서 이러한 문제점을 해결하기 위해서 본 논문에서는 송수신부가 수직인 구조를 가짐으로써 서로 다른 두 개의 선형편파를 얻을 수 있는 이중급전 구조의 이중공진 안테나를 연구하였다. 또한 이중급전 구조의 문제점인 이차원 배열 안테나로 확장시 급전선이 겹치는 문제점을 해결하기 위해서 마이크로스트립 선로와 via-hole 혼합 급전방식을 제안하였다.

II. 이중공진 이중편파 안테나

2-1 이중급전 이중공진 안테나의 방사체 설계

마이크로스트립 패치 안테나의 구조를 그림 1에 보이고 있다. 여기서 W 와 L 은 마이크로스트립 패치 안테나의 폭과 길이를 나타낸다.

이때 마이크로스트립 안테나의 양 가장자리로부

터 각각 L_1, L_2 떨어진 위치에 급전할 경우에 급전점에서 패치안테나의 입력 어드미턴스는 식 (1)과 같이 표시되어진다^[1].

$$Y_{in} = 2Y_c \left[\frac{Y_c^2 + Y_s^2 - Y_m^2}{(Y_c^2 + Y_s^2 - Y_m^2) \coth(\gamma L)} + \frac{2Y_s Y_c \coth(\gamma L)}{(Y_c^2 - Y_s^2 + Y_m^2) \cosh(2\gamma L)} - \frac{2Y_m Y_c \operatorname{csch}(\gamma L)}{\operatorname{csch}(\gamma L) + 2Y_s Y_c} \right]$$

$$\Delta = \left| \frac{L}{2} - L_1 \right| = \left| \frac{L}{2} - (L - L_1) \right|$$

$$= \left| \frac{L}{2} - L_2 \right| \quad (1)$$

여기서 Y_c 와 γ 는 각각 패치의 특성 어드미턴스와 복소전파상수를 나타내며, Y_s 와 Y_m 은 각각 자기 어드미턴스와 상호 어드미턴스를 나타낸다.

전송선로 모델에서 공진 주파수를 좀 더 정확히 예측하기 위해서 고차 모드들의 영향과 급전선의 영향을 고려하였다. 이러한 영향들을 고려한 사각형 패치안테나의 전체 입력 어드미턴스는 식 (2)와 같이 나타낼 수 있다.^[2]

$$Y'_{mn} = Y_F + Y_{mn}$$

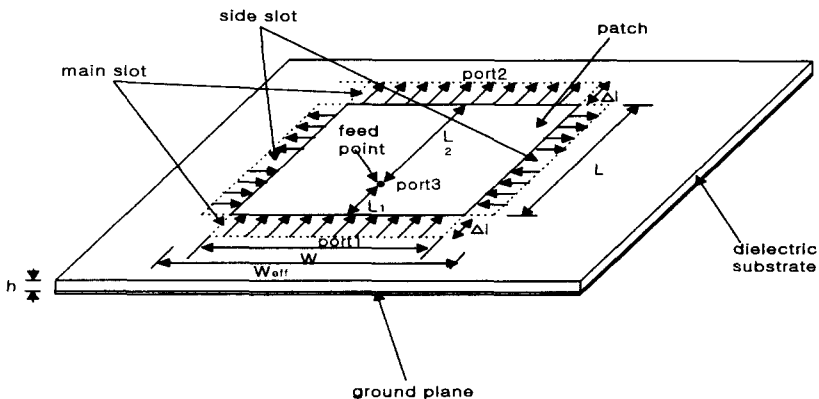


그림 1 마이크로스트립 패치 안테나

Fig. 1. Microstrip patch antenna.

$$Y'_{batch} = \left[\frac{1}{Y'_{10}} + \frac{1}{Y'_{01}} + \frac{1}{Y'_{11}} + \frac{1}{Y'_{21}} + \frac{1}{Y'_{12}} \right]^{-1}$$

$$Y_{in} = 2Y_c \left[\frac{Y_c^2 + Y_s^2 - Y_m^2}{(Y_c^2 + Y_s^2 - Y_m^2) \coth(\gamma L_{eq})} + \frac{2Y_s Y_c \coth(\gamma L_{eq})}{(Y_c^2 - Y_s^2 + Y_m^2) \cosh(2\gamma \Delta_{eq})} - \frac{2Y_m Y_c \operatorname{csch}(\gamma L_{eq})}{\operatorname{csch}(\gamma L_{eq}) + 2Y_s Y_c} \right] \quad (2)$$

여기서 mn 은 모드의 수, L_{eq} 는 등가 길이, Y_F 는 평행 어드미턴스를 나타낸다.

또한, 그림 2와 같이 푸루브의 반지름이 r_p 인 via-hole로 급전시 안테나의 입력 임피던스는 via-hole의 푸루브에 의해 영향을 받게 되며, 총 입력 임피던스는 급전 위치에 따른 입력 임피던스와 via-hole의 푸루브에 의한 리액턴스의 합으로 식 (3)과 같다^[3].

$$Z'_{in} = Z_{in} + jX_{feed}$$

$$X_{feed} = \frac{\eta_0 h}{2\pi c} \ln \left[\frac{4c}{1.78 w r_p \sqrt{\epsilon_r}} \right] \quad (3)$$

여기서 $w=2\pi f$, $c=3 \times 10^8 m/s$ 이다.

이중공진 마이크로스트립 안테나의 폭과 길이를 두 개의 주파수 f_1 , f_2 의 반파장 길이로 초기화시키고, 식 (2)와 식 (3)을 이용하여 두 주파수에서 입력 임피던스의 허수부가 '0'이 되도록 이중공진 안테나의 W 와 L 값을 반복 수행과정을 통해 구하였다^[4].

2-2 Via-hole 급전방식

최적의 Via-hole 설계를 위하여, 안테나의 크기와 푸루브의 크기를 고정시킨 후, relief hole의 크기와 stub의 길이를 Ensemble 5.1을 이용하여 실험적으로 변화시켜가며 그 결과를 고찰하였다. 이때 안테나의 크기는 $W=6.283$ mm, $L=7.349$ mm이고, via-hole의 급전위치는 $L_1=2.57$ mm이며, 푸루브의 반지름은 $r_p=0.25$ mm이다.

그림 3은 relief hole의 반지름을 0.5 mm로 고정시

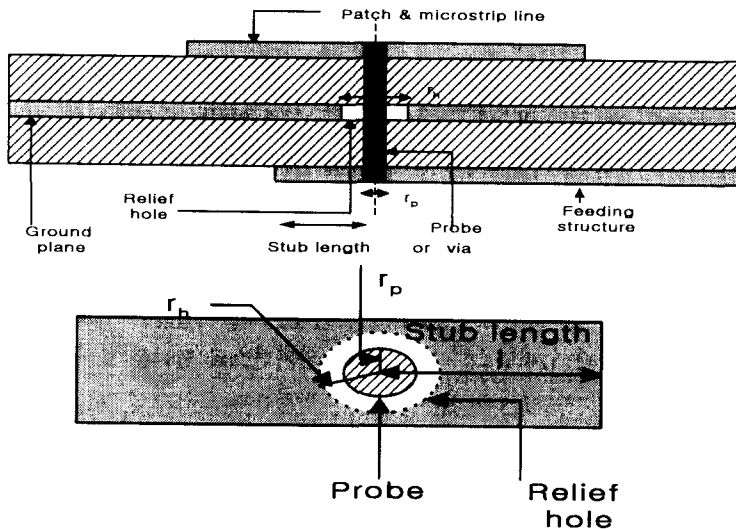


그림 2. Via-hole 급전방식

Fig. 2. Via-hole feeding.

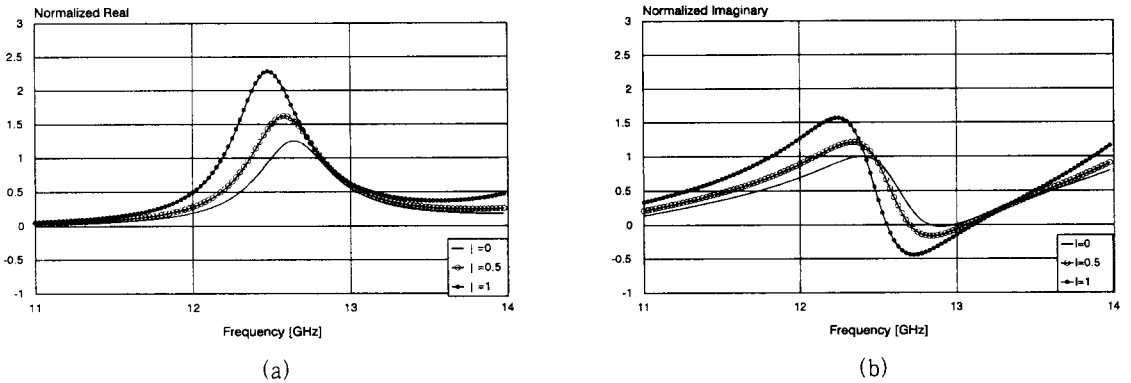


그림 3. Stub 길이 변화에 따른 마이크로스트립 안테나의 입력임피던스
 (a) 입력임피던스의 실수부, (b) 입력임피던스의 허수부

Fig. 3. Input impedance of microstrip antenna as a function of stub length.
 (a) Real part of input impedance, (b) Imaginary part of input impedance.

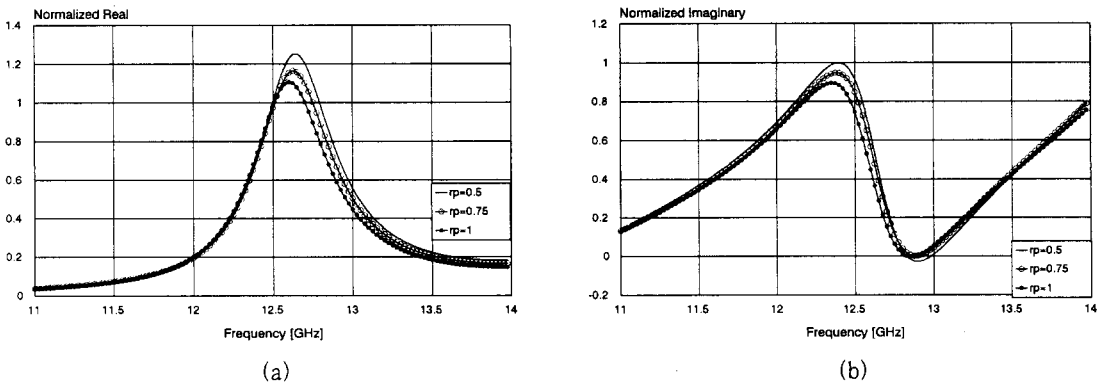


그림 4. Relief hole 크기 변화에 따른 마이크로스트립 안테나의 입력임피던스
 (a) 입력임피던스의 실수부 (b) 입력임피던스의 허수부

Fig. 4. Input impedance of microstrip antenna as a function of radius of relief hole.
 (a) Real part of input impedance, (b) Imaginary part of input impedance

킨 후, stub 길이를 $l=0$ mm, $l=0.5$ mm, $l=1.0$ mm로 변화시켰을 때, 이에 따른 입력 임피던스의 변화를 보이고 있다. 그림 3에서 보듯이 길이가 증가할수록 공진 주파수는 점차 감소하며, 입력 임피던스의 경우 실수부는 증가하고, 허수부의 절대값은 감소하는 경향을 보이고 있다.

그림 4는 stub의 길이를 0 mm로 고정시킨 후, relief hole의 반지름 크기를 $r_h = 0.5$ mm, $r_h = 0.75$

mm, $r_h = 1$ mm로 변화시켰을 때, 이에 따른 입력 임피던스의 변화를 보이고 있다. 그림 4에서 보듯이 반지름의 크기가 증가할수록 공진 주파수는 점차 감소하며, 입력 임피던스의 경우 실수부는 감소, 허수부의 절대값은 증가하는 경향을 보이고 있다. 이러한 특성을 바탕으로 안테나의 설계시 stub의 길이와 relief hole의 크기를 적절히 조절하여 최적의 안테나를 구현하였다.

2-3 최적의 이중급전 이중공진 안테나의 설계

이차원 배열 안테나로 확장시 급전선들이 서로 겹치게 되는 문제점을 해결하기 위하여 본 논문에서는 그림 5와 같이 마이크로스트립 선로와 via-hole 을 혼합 급전한 이중급전 구조를 제안하였다.^[5]

그림 5에서 보듯이 마이크로스트립 선로는 $\lambda_g/4$ 변환기를 이용하여 안테나의 한 면에 정합 되어 있고, via-hole은 안테나 상에 via-hole의 특성 임피던스와 같은 입력 임피던스를 갖는 위치에 접합시킴으로써 안테나와 정합되어 있다. 여기서 이차원 배열이 가능한 이중급전 구조 중 via-hole을 대신하여 동축선로도 급전이 가능하지만, 동축선로의 유한 길이로 인한 수직적인 부피증대뿐만 아니라 via-hole 급전방식에 비해 좁은 대역폭 특성을 가지므로^[6], 본 논문에서는 마이크로스트립 선로와 via-hole을

혼합 급전한 이중공진 안테나가 위성통신 송수신 겸용 이차원 배열 안테나로 가장 적합함을 알 수 있다. 이 때 마이크로스트립 선로와 via-hole 혼합 급전시 입력 임피던스는 안테나의 폭과 길이뿐만 아니라 relief hole에 의해서도 영향을 받게 된다. 따라서, 최적의 이중급전 구조의 이중공진 안테나를 설계하기 위하여 먼저 relief hole의 반지름의 크기를 1mm로 고정시켜, 푸루브와 접지면이 단락되는 것을 방지하고, relief hole에 의한 마이크로스트립 선로 급전부의 입력 임피던스에 주는 영향을 최소화시켰으며, via-hole 급전부와 안테나와의 정합은 stub의 크기를 변화시켜 시뮬레이션을 통해 최적의 길이를 구하였다.

그림 6에는 표 1과 같이 설계된 이중급전 이중공진 안테나의 시뮬레이션 결과를 보이고 있다.

위의 안테나를 이차원 배열 안테나로 확장하기 위하여 두 개의 기판을 이용하여 접지면 윗면에는

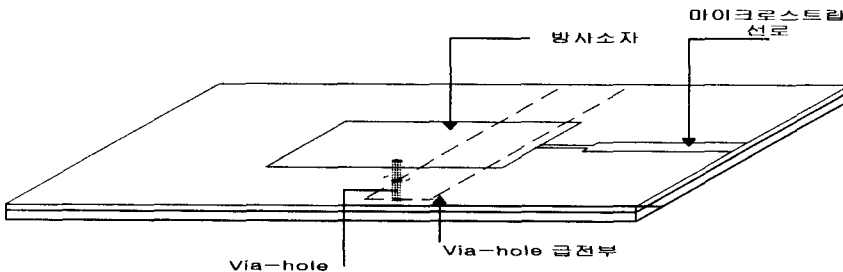


그림 5. 마이크로스트립 선로와 via-hole 혼합 급전 이중공진 안테나

Fig. 5. Dual-frequency antenna fed by both microstrip line and via-hole.

표 1. 마이크로스트립 선로와 via-hole 혼합 급전 이중공진 안테나의 설계치

Table 1. Design parameters of dual-frequency antenna fed by both microstrip line and via-hole. (단위: mm)

주파수	방사소자		급전소자					
	폭	길이	$\lambda_g/4$		via-hole			
			폭	길이	급전점	r_p	r_h	l
12.50 GHz	6.283	7.349	-	-	2.57	0.25	0.5	0
14.25 GHz	7.349	6.283	0.448 (129 Ω)	4.16	-	-	-	-

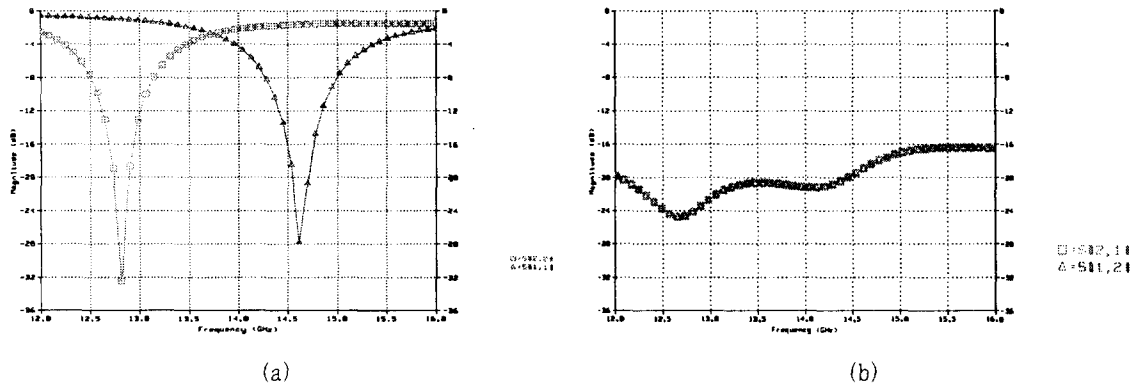


그림 6. 마이크로스트립 선로와 via-hole 혼합 급전을 이용한 이중공진 안테나의 반사손실과 격리도(시뮬레이션)
 (a) 반사손실, (b) 격리도

Fig. 6. Return loss and isolation of dual-frequency antenna fed by both microstrip line and via-hole(simulation).
 (a) return loss, (b) isolation.

표 2. 마이크로스트립선로와 via-hole 혼합 급전 이차원 2×2 배열 이중 공진 안테나의 설계치

Table 2. Design parameters of two dimensional dual-frequency array antenna fed by both microstrip line and via-hole.
 (단위 : mm)

주파수	방사소자		급전소자					
	폭	길이	$\lambda_g/4$		via-hole			
			폭	길이	급전점	γ_p	γ_h	l
12.50 GHz	6.3078	7.349	-	-	2.57	0.25	0.5	0
14.25 GHz	7.349	6.3078	0.173	4.623	-	-	-	-

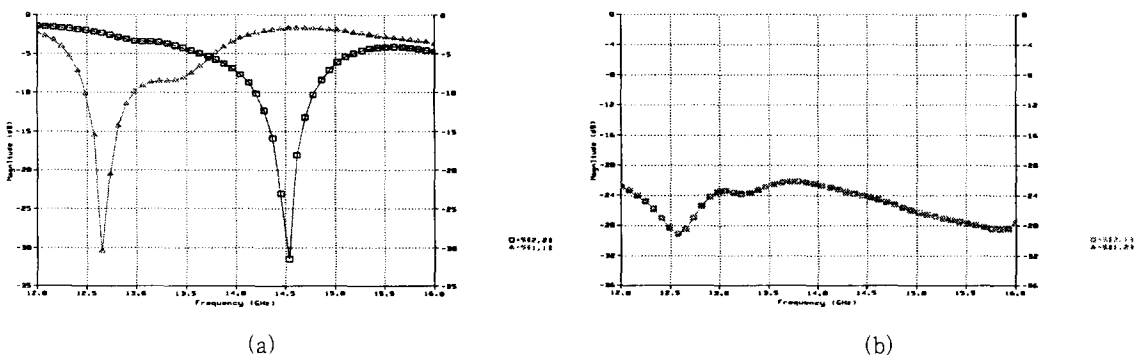


그림 7. 마이크로스트립 선로와 via-hole 혼합 급전을 이용한 이차원 2×2 배열 이중공진 안테나의 반사손실과 격리도(시뮬레이션). (a) 반사손실, (b) 격리도

Fig. 7. Return loss and isolation of two dimensional dual frequency array antenna fed by both microstrip line and via-hole (simulation). (a) return loss, (b) isolation.

방사소자와 마이크로스트립선로 급전부가 위치하고, 아랫면에는 via-hole 급전회로가 위치한 구조를 가지도록 하였다. 표 2의 설계치를 이용하여 송신부는 (14.25 GHz) 마이크로스트립선로로 급전되고, 수신부는 (12.50 GHz) via-hole로 급전된 송수신 겸용 안테나를 설계하여 시뮬레이션한 결과를 그림 7에 보이고 있다. 본 구조는 두 급전선이 서로 수직이므로 서로 다른 두 개의 선형 편파를 지닌 소형화된 이중급전 구조의 이중공진 안테나로 동작할 수 있게 되며, 또한 두 급전선에서 송·수신 신호가 각각 분리되므로 기존 단말기에 사용되고 있는 듀플렉서가 없어도 되는 장점이 있다.

III. 실험 및 결과

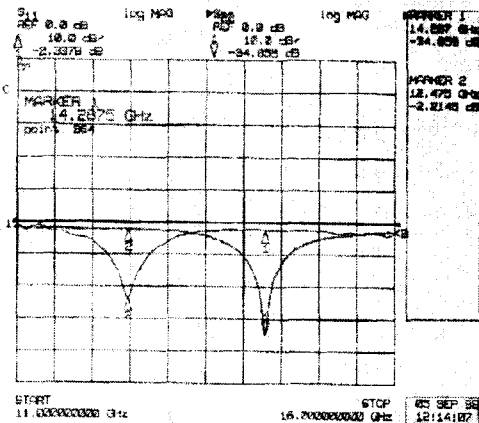
본 논문에서는 유전율이 2.2, loss tangent가 0.001, 두께 0.7874 mm인 기판을 사용하여 안테나를 설계·제작하였다.

그림 8에 표 1과 같이 설계된 12.50 GHz와 14.25 GHz에서 동작하는 마이크로스트립 선로와 via-hole

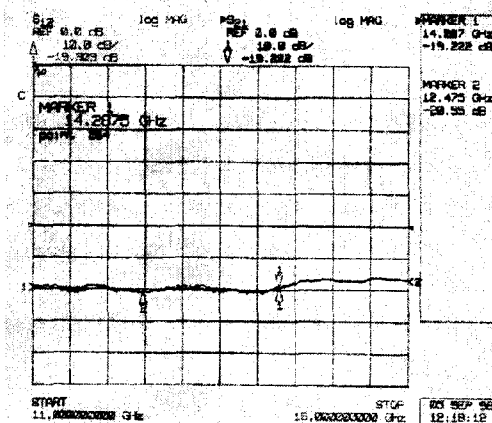
을 혼합 급전한 이중공진 안테나의 측정된 주파수 응답 특성을 보이고 있다. 측정된 공진 주파수는 각각 12.475 GHz 및 14.287 GHz를 나타냈으며, 이때의 반사손실은 각각 -24 dB와 -32 dB를 나타냈다. 또한 두 포트간의 격리특성의 경우 각 공진 주파수에서 -19 dB이하의 값을 나타냈다.

그림 9에는 표 2와 같이 설계되어진 다층 구조를 가지는 이차원 2x2 배열 안테나의 layout을 보이고 있다.

그림 10에는 설계된 2x2 배열 안테나의 반사손실과 포트간 격리도의 측정치를 보이고 있다. 측정된 공진 주파수는 각각 12.675 GHz 및 14.225 GHz를 나타내었으며, 대역폭의 경우 $VSWR=2$ 를 기준으로 각각 550 MHz와 650 MHz로 위성통신에 필요한 500 MHz이상의 대역폭을 얻었으며, 반사손실의 경우 각 공진 주파수에서 -22 dB와 -29 dB를 보였다. 또한 두 급전선 간의 격리도는 각 공진 주파수에서 -15 dB와 -30 dB의 격리특성을 나타냈다. via-hole 급전에 대한 오차가 큰 이유는 제작시 via-hole의 유한 크기에 의해 두 기판의 접지면에 위치하는



(a)



(b)

그림 8. 마이크로스트립 선로와 via-hole 혼합 급전 이중공진 안테나의 반사손실과 격리도
Fig. 8. Return loss and isolation of dual-frequency array antenna fed by both microstrip line and via-hole.

(a) Return loss, (b) Isolation.

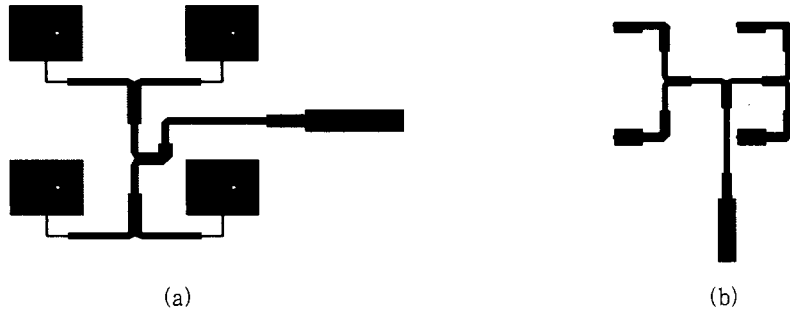


그림 9. 마이크로스트립 선로와 via-hole 혼합 급전 이차원 2×2 배열 이중공진 안테나의 layout

(a) 마이크로스트립선로 급전부, (b) via-hole 급전부

Fig. 9. Layout of two dimensional dual frequency array antenna fed by both microstrip line and via-hole.

(a) Feed part of microstrip line, (b) Feed part of via-hole.

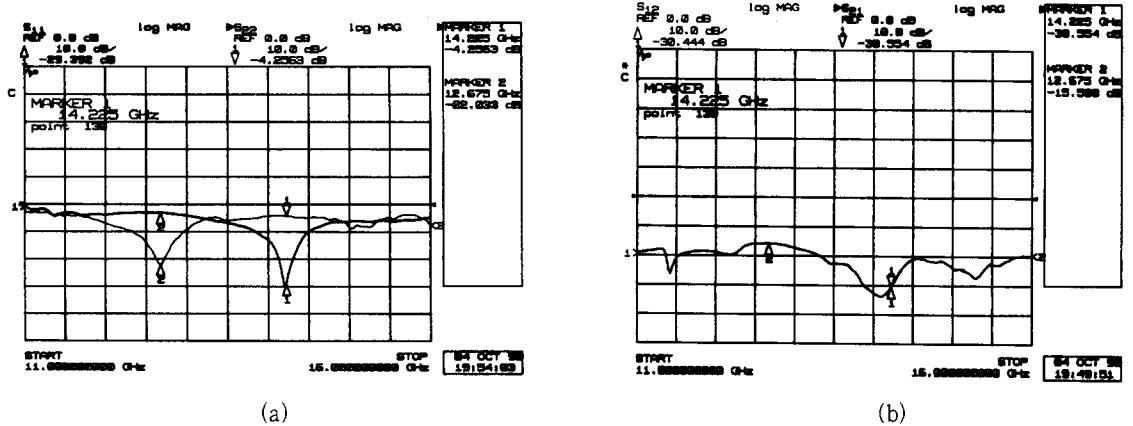


그림 10. 마이크로스트립 선로와 via-hole 혼합 급전 이차원 2×2 배열 이중공진 안테나의 측정된 반사손실 및 격리도 (a) 반사손실 (b) 격리도

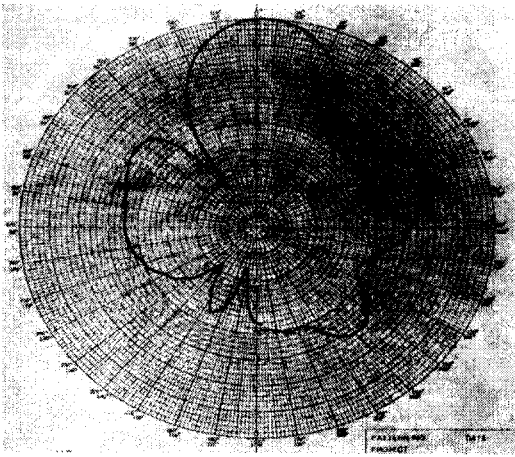
Fig. 10. Return loss and isolation of two dimensional dual frequency array antenna fed by both microstrip line and via-hole. (a) Return loss, (b) Isolation.

relief hole을 서로 정확하게 맞추지 못했기 때문이라고 생각된다.

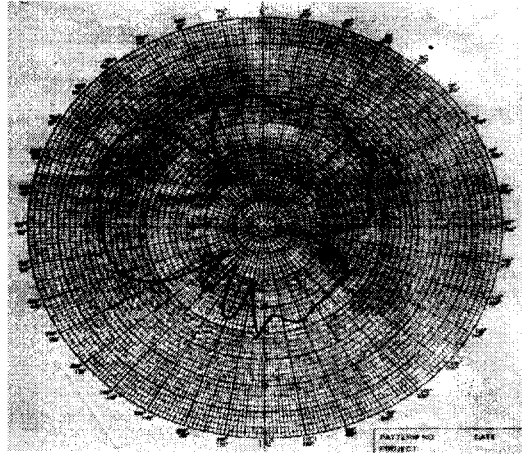
그림 11, 그림 12에는 송신부(마이크로스트립 선로 급전부)로 동작하는 안테나의 방사패턴을 보이고 있다. 방사패턴은 Orbit사의 FR959 antenna measurement system을 이용하여 측정하였으며, 측정된 빔폭은 elevation 평면과 azimuth 평면에서 모두 30°를 나타냈다. 사이드로브 레벨은 elevation 평

면에서 -10.5 dB, azimuth 평면에서 -11 dB를 나타냈으며, 교차편파의 경우 elevation 평면은 -15 dB, azimuth 평면은 -30 dB를 나타냈다.

그림 13, 그림 14에는 수신부(via-hole 급전부)로 동작하는 안테나의 방사패턴을 보이고 있다. 빔폭은 elevation 평면은 34°, azimuth 평면에서 40°를 나타냈으며, 사이드로브 레벨은 각각 -7 dB, -12 dB를 나타냈다. 교차편파의 경우 elevation 평면과



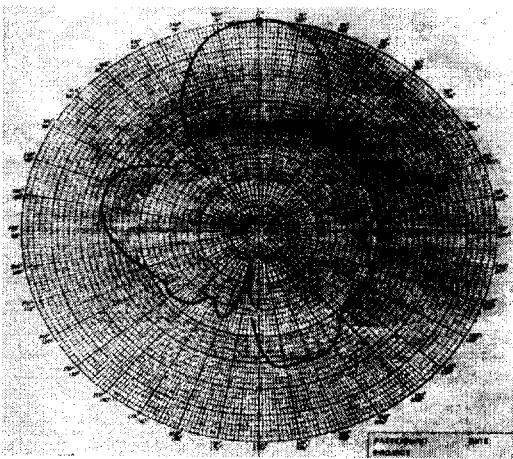
(a)



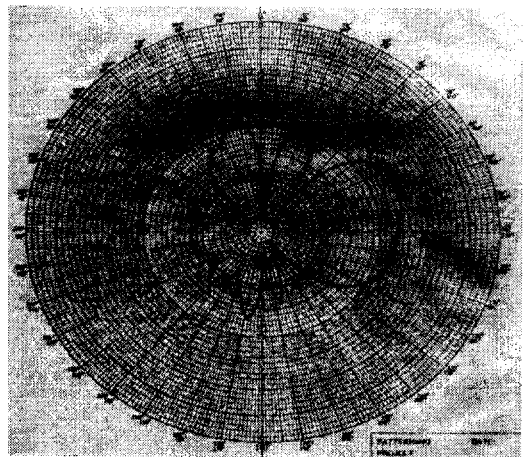
(b)

그림 11. 마이크로스트립 선로와 via-hole 혼합 급전 이차원 2×2 배열 이중공진 안테나의 송신부(마이크로스트립 선로 급전부) elevation 방사패턴. (a) 동일편파, (b) 교차편파

Fig. 11. Elevation radiation patterns of the transmitting part(microstrip feed line) of two dimensional dual frequency array antenna fed by both microstrip line and coaxial probe. (a) Co-polarization, (b) Cross- polarization.



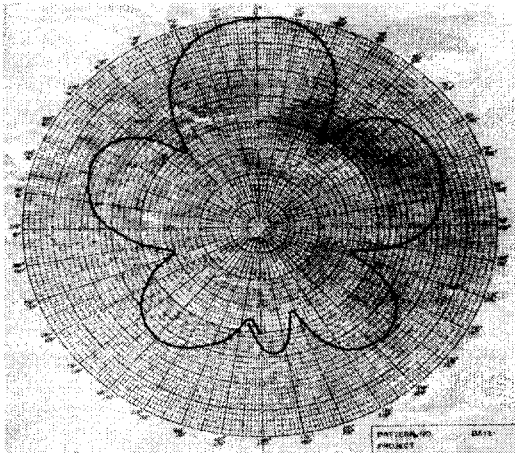
(a)



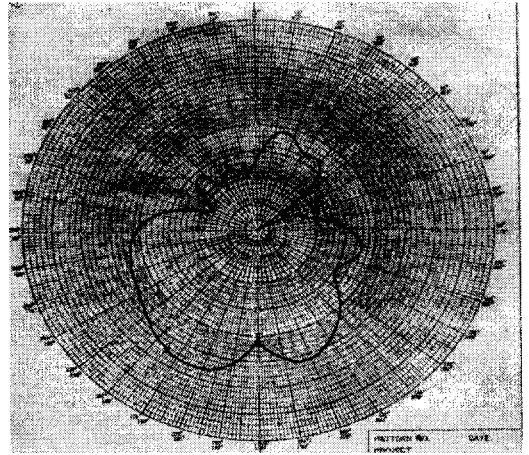
(b)

그림 12. 마이크로스트립 선로와 via-hole 혼합 급전 이차원 2×2 배열 이중공진 안테나의 송신부(마이크로스트립 선로 급전부) azimuth 방사패턴. (a) 동일편파, (b) 교차편파

Fig. 12. Azimuth radiation patterns of the transmitting part(microstrip feed line) of two dimensional dual frequency array antenna fed by both microstrip line and coaxial probe. (a) Co-polarization, (b) Cross-polarization.



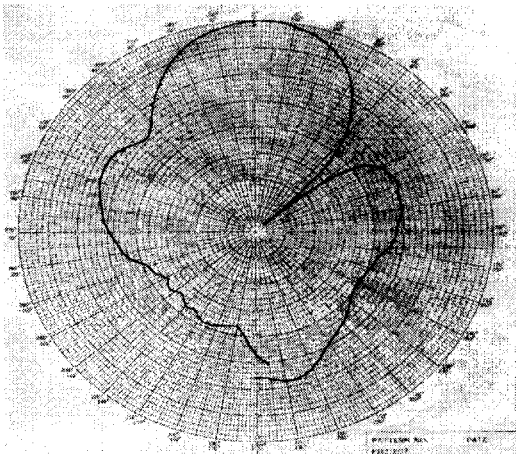
(a)



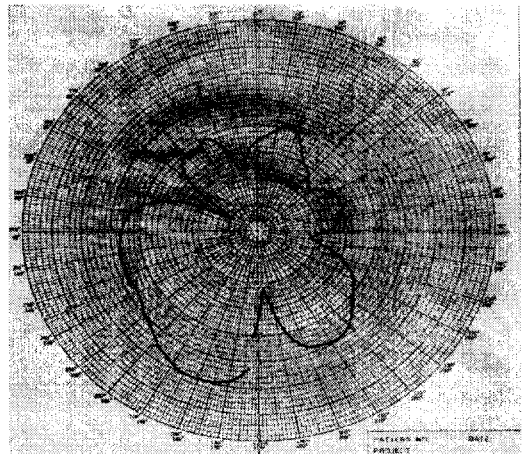
(b)

그림 13. 마이크로스트립 선로와 동축선로 혼합 급전 이차원 2×2 배열 이중공진 안테나의 수신부(via-hole 급전부) elevation 방사패턴. (a) 동일편파, (b) 교차 편파

Fig. 13. Elevation radiation patterns of receiving part(via-hole feeding) of two dimensional dual frequency array antenna fed by both microstrip line and coaxial probe. (a) Co-polarization, (b) Cross-polarization



(a)



(b)

그림 14. 마이크로스트립 선로와 동축선로 혼합 급전 이차원 2×2 배열 이중공진 안테나의 수신부(via-hole 급전부) azimuth 방사패턴. (a) 동일편파, (b) 교차 편파

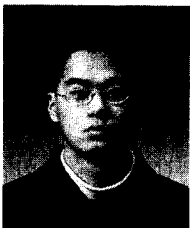
Fig. 14. Azimuth radiation patterns of receiving part(via-hole feeding) of two dimensional dual frequency array antenna fed by both microstrip line and coaxial probe. (a) Co-polarization, (b) Cross-polarization

azimuth 평면 모두 -20 dB 이하의 값을 나타냈다. 측정치를 살펴보면 사이드로브 및 교차편파 특성이 왜곡되는 현상을 보이고 있는데 이것은 급전선에서 발생한 기생방사, SMA 커넥터 접지부분 및 유한 접지면 등의 영향 때문이라고 생각된다.

IV. 결 론

본 논문에서는 위성통신 송수신 겸용으로 동작하는 안테나를 설계하기 위하여, 이중편파 특성을 나타내는 이중급진 구조의 이중공진 안테나를 연구하였다. 또한 배열 안테나로 확장 시 공간상의 문제를 해결하기 위해서 마이크로스트립선로와 via-hole을 혼합 이용한 급전구조를 이용하였다. 제작된 12.5 GHz와 14.25 GHz에서 동작하는 이차원 2×2 배열 안테나의 경우 공진 주파수를 살펴보면 각각 12.675 GHz와 14.225 GHz를 나타냈으며, 대역폭의 경우 위성통신에 필요한 500 MHz이상의 대역폭을 나타내었다. 측정된 반사손실은 via-hole의 정확한 급전점 및 relief hole에 대한 제작상의 오차 때문에 via-hole 급전 시 -22 dB이나, 마이크로스트립선로 급전에 대해서는 -29 dB를 나타냈으며, 두 급전점에 대한 격리도는 각각 -15 dB와 -30 dB의 값을 나타냈다. 안테나의 방사특성을 살펴보면 빔폭의 경우 40° 이하의 값을 나타냈으며, 사이드로브 레벨은 elevation 평면에서 -7 dB, azimuth 평면에서 -11 dB 이하의 값을 나타냈다. 또한 교차편파는 elevation 평면과 azimuth 평면에서 모두 -15 dB 이하의 값을 나타냈다.

김 연 정



1998년 2월: 경북대학교 전자·전기공학부(공학사)
 1998년 3월~현재: 연세대학교 전기·컴퓨터공학과 대학원 석사과정
 [주 관심분야] 안테나 및 RF소자 설계

본 연구는 이동 통신 및 위성 통신용 송수신 겸용 단말기에 이용될 수 있으며, 특히 이차원 위상 배열 안테나로 확장 시 단말기의 소형화에 효과적으로 이용될 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- [1] H. Poes, and A. Van De Capelle, "Accurate transmission-line model for the rectangular microstrip antenna," *IEE Proc.*, vol. 131, Part H, pp. 334-340, 1984.
- [2] W. Dearnley, R. F. Barel, "A broad-band transmission line model for a rectangular microstrip antenna," *IEEE Trans.*, vol. AP-37, pp. 6-15, 1989.
- [3] R. F. Harrington, *Time-harmonic Electromagnetic Fields*, McGraw-Hill, 1961.
- [4] 장준영, 김준모, 윤영중, 엄순영, 전순익, "이중공진 마이크로스트립 패치 안테나에 관한 연구," 한국전자과학회 논문지, 1998. 8.
- [5] J. Huang, "Dual polarized microstrip array with high isolation and low cross polarization," *Microwave and Opt. Tech.*, 4, no. 3, pp. 99-103, 1991.
- [6] 장준영, 김연정, 윤영중, "Via-hole을 이용한 다층형 이중편파 이중공진 마이크로스트립 안테나에 관한 연구," 1998년도 추계 마이크로파 및 전파 학술대회논문집, vol. 21, pp. 235-238, 1998. 9.

장 준 영



1997년 2월: 홍익대학교 전파공학과(공학사)
 1999년 2월: 연세대학교 전기·컴퓨터공학과 대학원(공학석사)
 1999년 3월~현재: 세원텔레콤 [주 관심분야] 안테나 및 RF소자 설계

윤 영 중



1981년 2월: 연세대학교 전자공학과(공학사)

1986년 9월: 연세대학교 전자공학과 대학원(공학석사)

1991년 12월: Georgia Institute of Technology, Ph. D.

1992년 3월~1993년 2월: 한국전

자통신연구원 위성통신기술연구단 선임연구원

현재: 연세대학교 전기·컴퓨터공학과 부교수

[주 관심분야] 안테나, 전파전파, RF소자설계