

# 격리도 특성이 개선된 이중 대역 소형 평면 패치 안테나

김태영\*, 정종호\*, 박동국\*\*, 박익모\*

\*아주대학교 전자공학부

\*\*한국해양대학교 전파정보통신공학부

전화: (031) 219-2361 / 팩스: (031) 212-1592

## A Dual-band Compact Folded Patch Antenna with Improved Isolation Characteristics

Tae-Young Kim\*, Jong Ho Jung\*, Dong-Kook Park\*\*, and Ikmo Park\*

\*School of Electrical and Computer Engineering  
Ajou University

\*\*Department of Radio & Information Communication Engineering  
Korea Maritime University

E-mail: ipark@madang.ajou.ac.kr

### 요약

본 논문에서는 이중 대역 소형 평면 패치 안테나를 이용하여 5.6 GHz 대역과 5.8 GHz 대역에서 동작하는 이중 대역 안테나를 제안하였다. 안테나의 격리도 특성을 최소화하기 위해 서로 다른 급전선 구조를 이용하였고, 급전부에 개방 스테르브를 사용하여 VSWR  $\leq 2$  를 기준으로 5.48 GHz 대역과 5.87 GHz 대역에서 각각 3.1%와 2.73% 이상의 대역폭을 얻었으며, 격리도 특성은 두 대역에서 평균적으로 -27 dB를 얻었다.

### I. 서론

오늘날 무선통신 시스템은 음성, 데이터, 동영상 등 다양한 정보를 시간과 장소에 제약없이 전송할 수 있는 장점이 있다. 이런 무선통신의 편리성으로 인해 이용자가 급속히 급증하고 있으며 무선통신 시스템 또한 빠른 속도로 발전하고 있다. 무선통신이 발전함에 따라 고기능, 고성능의 개인 휴대용 단말기 개발과 더불어 소형, 경량, 박형의 안테나 개발 필요성이 요구되고 있다. 최근 이러한 요구 조건에 부합되도록 이중 공진 안테나에 대한 많은 연구 결과가 이루어지고 있다. 일반적인 이중 공진 안테나는 적층 패치를 사용하거나, 패치의 내부에 슬롯 혹은 단락핀 등을 이용해 이중 대역을 얻는다<sup>[1-3]</sup>. 그러나 이들 안테나는 단일 급

전 방식을 사용하기 때문에 송수신 신호를 분리하기 위한 별도의 소자가 필요하다. 이런 문제를 해결하기 위해 이중 급전 방식<sup>[4]</sup>이 제안되었으며, 이중 급전 방식의 특성을 좌우하는 가장 중요한 요소 중의 하나는 격리도 특성이다. 기존의 격리도 특성을 높이기 위한 방법은 위성통신처럼 서로 다른 편파를 사용하거나 완전히 분리된 두 안테나를 사용한다. 그러나 이와 같은 방법은 동일 편파를 사용하는 시스템에서는 부적합하고, 안테나의 크기를 증가시키는 단점이 있다.

본 논문에서는 동일 편파 특성을 가지는 이중 대역 소형 평면 패치 안테나<sup>[5]</sup>를 이용하여 높은 격리도 특성을 갖는 이중 대역 안테나 설계 방법에 대해 기술하였다. II장에서는 안테나의 구조 및 동작 원리를 설명하였고, III장은 설계 변수에 따른 결과를 정리하였으며, IV장에서 결론을 기술하였다.

### II. 안테나 구조 및 동작 원리

일반적으로 소형인 안테나는 안테나 자체의 높은 Q 값과 좁은 대역폭을 갖는 단점이 있다. 따라서 소형 안테나를 설계하는데 있어 낮은 Q를 갖도록 설계하는 것이 최우선으로 고려되어야 한다. Mclean<sup>[6]</sup>의 연구에 의하면 최소 Q 값은 안테나를 포함하는 복사 소자 내에 최대의 전기적 길이를 보상하여 안테나를 구현해줌으로써 대역폭을 넓힐 수 있다.

그림 1은 위의 이론을 바탕으로 설계한 안테나 구조도이다. 제안된 안테나는 분리된 상판 패치 2개, 미앤더 라인이 있는 하판 패치가 비아에 의해 연결되어 있으며 하판 패치도 접지면에 단락핀에 의해 연결되어 있다. 이 때, 비아와 단락핀의 지름은 0.5 mm이고 상판 패치와 하판 패치 사이에는 안테나의 크기를 줄이기 위해 고유전율( $\epsilon_r = 45$ )을 갖는 유전체를 삽입하였다. 이로 인해 안테나의 크기는 작아지지만 대역폭이 감소되기 때문에 급전선에 개방 스테르블을 부착하여 대역폭을 확장하였다. 제안된 안테나에서 사용한 급전 방식은 복사 소자와 급전부가 격리되어 있기 때문에 급전선에 의한 불필요한 복사를 줄일 수 있다. 또한 비아에 의해 급전선과 복사 소자를 연결하는 방식으로 프로브 급전 방식의 문제점을 최소화할 수 있고, 급전선에 자유롭게 정합 회로를 설계할 수 있는 장점이 있다. 급전선 구현을 위해 사용한 유전체 기판은 RT/Duroid 6010으로써 비유전율  $\epsilon_r = 10.2$ , 두께  $h_r = 0.635$  mm, 50  $\Omega$  선폭  $w_r = 0.6$  mm 이다.

제안된 안테나의 복사 패턴은 상판 패치와 하판 패치에 흐르는 전류의 180° 위상차에 의한 상쇄 효과를 가져와 모노폴 안테나의 복사 패턴과 유사할 것으로 예상된다. 더불어 하판 패치와 급전선을 연결하는 비아와 단락핀의 위치, 미앤더 라인 때문에 y 방향 전류 성분이 생겨서 안테나의 교차 편파가 발생할 수 있다.

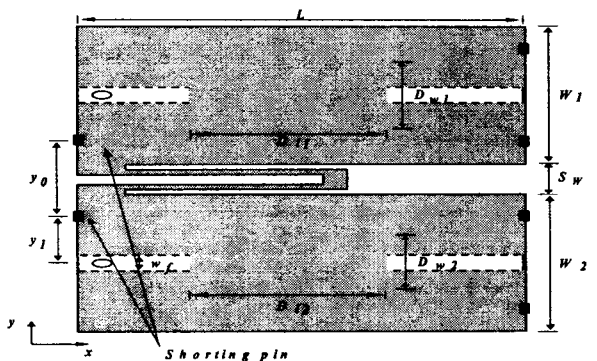
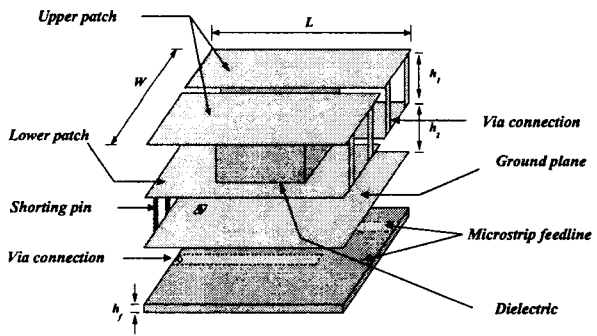


그림 1. 이중 대역 소형 평면 패치 안테나의 구조도

### III. 급전선 구조에 따른 격리도 특성

본 논문에서는 안테나의 격리도 특성( $S_{21}$ )을 개선시키기 위해 첫째로 하판 패치 사이에 미앤더 라인을 삽입하였다. 하판 패치에 흐르는 전류는 미앤더 라인에 의해 180° 위상차가 생겨 미앤더 라인에 흐르는 전류의 상쇄 효과를 가져와 누설 전계에 의한 패치 간의 간섭을 최소화한다. 둘째로 단층 기판에 서로 다른 급전선 구조를 갖도록 구현하였다. 일반적으로 격리도 특성을 높기 위해 적층 구조를 사용하여 각각의 급전선을 물리적으로 격리시킨다<sup>[7]</sup>. 그러나 이와 같은 방법은 안테나 제작을 복잡하게 하고, 제작비용의 증가를 가져오는 단점이 있다.

제안된 안테나에서 각 공진 주파수 동작시 두 급전선 사이의 격리도 특성을 그림 2와 같이 설명할 수 있다. 급전선 1에 인가된 전력은 안테나와 급전선 2로 나누어진다. 이 때 안테나에 들어간 전력은 복사되고, 급전선 2에 들어간 전력은 안테나의 동작을 왜곡시키게 된다. 이 때 급전선 1에서 급전하는 경우 급전선 1은 공진 주파수  $f_1$ 에서 안테나와 정합되어 있으며, 급전선 2도 공진 주파수  $f_2$ 에서 안테나와 정합되어 있다. 즉 급전선 1과 안테나는 서로 정합되어 있으므로 인가된 전력은 복사( $S_{31}$ )하게 되고 급전선 2와 급전선 1은 서로 부정합되어 있으므로 격리도 특성( $S_{21}$ )을 높이게 된다. 급전선 2에서 급전하는 경우도 동일하다. 결과적으로 급전선 1과 급전선 2는 안테나에 정합되고 서로 부정합이 되어 격리도 특성을 높일 수 있게 된다.

이를 바탕으로 마이크로스트립선로 급전과 변형된 결합선로 급전을 이용하여 안테나의 격리도 특성을 개선시켰다. 그림 3과 4는 급전선 구조와 안테나의 반사 손실 및 격리도 특성을 나타낸 그래프이다. 그림 3(c)의 마이크로스트립선로 급전과 변형된 결합선로 급전이 그림 3(a)의 일반적인 마이크로스트립선로 급전보다 격리도 특성이 높아짐을 알 수 있다. 이는 변형된 결합선로의 임피던스가 변화하기 때문에 마이크로스트립선로 급전보다 급전선 1과 급전선 2의 부정합을 증가시켜 격리도 특성을 높이게 한다.

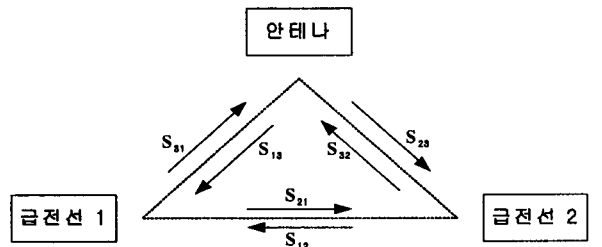


그림 2. 격리도 특성 동작원리

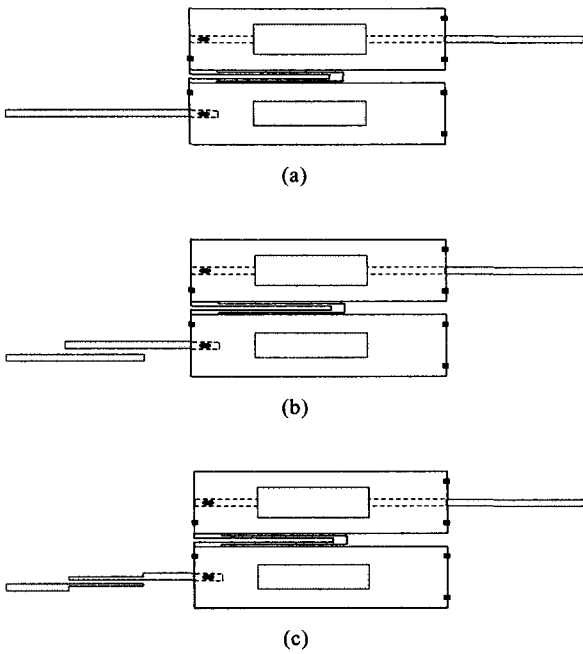
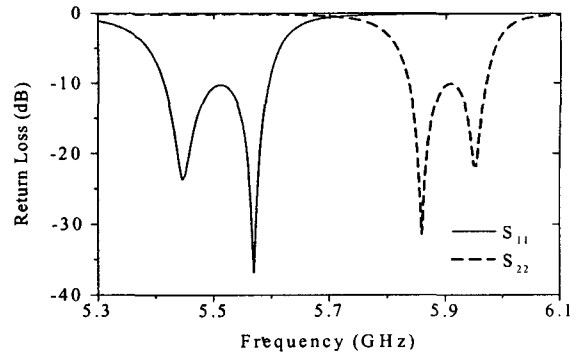
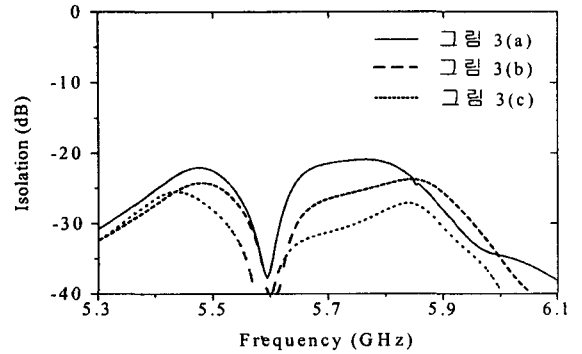


그림 3. 급전선 구조에 따른 안테나 평면도  
 (a) 두 개의 마이크로스트립선로 급전,  
 (b) 마이크로스트립선로와 결합선로 급전,  
 (c) 마이크로스트립선로와 변형 결합선로 급전



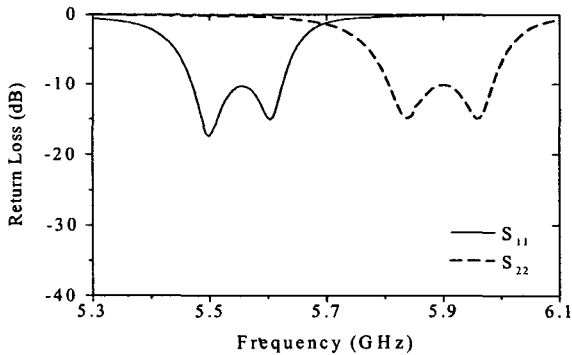
(c)



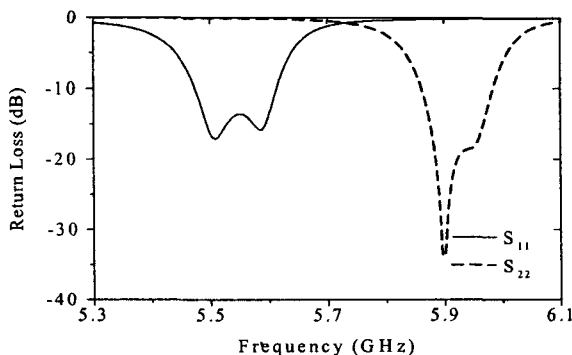
(d)

그림 4. 급전선 구조에 따른 반사 손실/격리도 특성

- (a) 그림 3 (a)의 반사 손실,
- (b) 그림 3 (b)의 반사 손실,
- (c) 그림 3 (c)의 반사 손실,
- (d) 그림 3 (a), (b), (c)의 격리도 특성



(a)



(b)

최적화된 안테나의 반사 손실 특성은 VSWR  $\leq 2$ 를 기준으로 5.48 GHz에서 170 MHz, 5.87 GHz에서 160 MHz의 대역폭을 갖는다.

그림 5와 6은 중심 주파수인 5.48 GHz 대역과 5.87 GHz 대역에서의 안테나 복사 패턴이다. 앞에서 예상하였듯이, 제안된 안테나의 복사 패턴이 모노폴 안테나의 복사 패턴과 유사한 것을 확인할 수 있다. 표 1은 최적화된 안테나의 설계 변수이다.

#### IV. 결론

본 논문에서는 격리도 특성을 최소화하기 위해 미 앤더 라인과 서로 다른 급전 구조를 적용한 이중 대역 소형 평면 패치 안테나를 설계하였다.

제안된 안테나는 정합 회로를 부착하여 최적화 하였을 경우 5.48 GHz와 5.87 GHz 대역에서 VSWR  $\leq 2$ 를 기준으로 각각 3.1%와 2.73%의 대역폭을 얻었고 대역 내에서 격리도는 -27 dB 이상이었다.

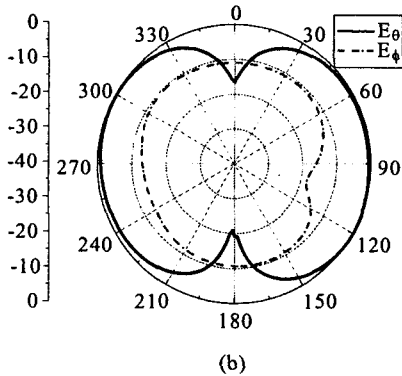
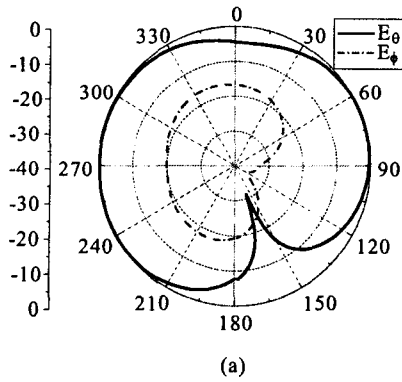


그림 5. 중심 주파수 5.48 GHz 에서의 복사 패턴  
(a) xz-cut 복사 패턴, (b) yz-cut 복사 패턴

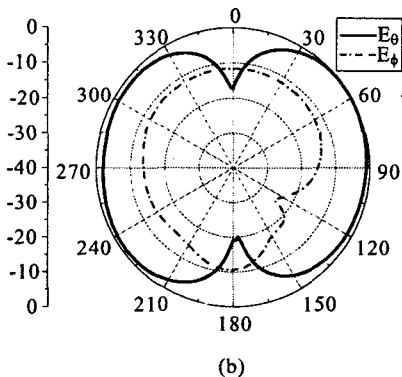
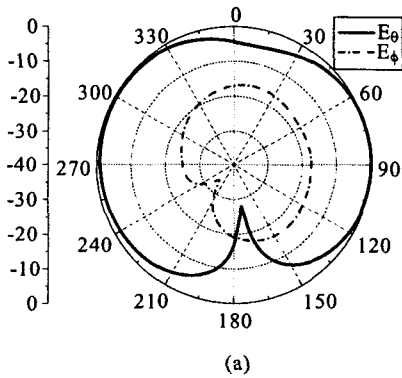


그림 6. 중심 주파수 5.87 GHz 에서의 복사 패턴  
(a) xz-cut 복사 패턴, (b) yz-cut 복사 패턴

표 1. 최적화된 안테나의 설계 변수 (단위: mm)

설 계 변 수	L		3.0
	W	W <sub>1</sub>	1.7
		W <sub>2</sub>	1.5
	D <sub>1</sub>	D <sub>11</sub>	2.2
		D <sub>12</sub>	
	D <sub>w</sub>	D <sub>w1</sub>	1.2
		D <sub>w2</sub>	1.0
	h <sub>1</sub>		3.0
	h <sub>2</sub>		2.0
	S <sub>w</sub>		0.8
미앤더 라인 폭		0.15	

감사의 글: 본 논문은 과학기술부 21세기 프론티어개발사업 중 “지능형마이크로시스템개발사업단”의 연구비 지원에 의한 것이며 이에 감사드립니다.

### 참고문헌

- [1] S. A. Long and W. D. Walton, "A dual frequency stacked circular disc antennas," *IEEE Trans. Antennas Propagat.*, vol. 27, pp. 270-273, 1979.
- [2] S. S. Zhong and Y. T. Lo, "Single-element rectangular microstrip antenna for dual-frequency operation," *Electron. Lett.*, vol. 19, pp. 298-300, 1983.
- [3] K. L. Wong and K. P. Yang, "Small dual-frequency microstrip antenna with cross slot," *Electron. Lett.*, vol. 33, pp. 1916-1917, 1997.
- [4] D. K. Park, R. Waterhouse, Y. Qian, and T. Itoh, "Self-diplexed integrated antenna transceiver for wireless applications," *IEEE AP-S Int. Symp. Digest*, pp. 444-447, Boston, MA, July 2001.
- [5] 김태영, 정종호, 박동국, 박익모, "이중 대역 소형 평면 패치 안테나," 2002년도 춘계 마이크로파 및 전파학술대회 논문집, pp 537-540, 2002.
- [6] J. S. Mclean, "A re-examination of the fundamental limits on the radiation Q of electrically small antennas," *IEEE Trans. Antennas Propagat.*, vol. 44, pp. 672-676, May 1996.
- [7] Y. Kim, W. Yun and Y. Yoon, "Dual-frequency and dual-polarization wideband microstrip antenna," *Electron Lett.*, vol 35, pp. 1399-1400, 1999.