

WLAN 대역의 변형된 십자형 개구 결합 마이크로스트립 원형 편파 배열 안테나

Modified Cross-Aperture Coupled Microstrip Circular Polarization Array Antenna for WLAN

서용석 · 안중모 · 정진우 · 이현진* · 임영석

Yongseok Seo · Jungmo Ahn · Jinwoo Jung · Hyeonjin Lee* · Yeongseog Lim

요 약

본 논문은 충분한 대역폭과 이득을 갖는 5.8 GHz 대역의 무선 LAN용 십자형 개구 결합 마이크로스트립 원형 편파 2x2배열 안테나를 설계·제작하였다. 설계한 안테나는 정사각형 패치를 사용하고 직렬 형태의 급전 선로 위에 $\lambda_g/4$ 위상차가 나는 곳에 슬롯이 위치하게 하여 전류 방향이 최대·최소가 반복되게 하여 원형 편파를 발생시키게 된다. 기존의 십자형 슬롯 안테나 구조를 수정하여 두 개의 슬롯이 직각으로 교차하는 부분을 없애고 분리된 4개의 슬롯으로 안테나를 설계함으로써 후방 방사를 줄이고 배열을 통해 안테나의 지향성도 개선할 수 있다. 측정된 2x2 배열 안테나의 대역폭은 5.67~5.95 GHz로 나타났으며, 최대 방사 이득은 10.59 dBi를 얻었다.

Abstract

In this paper, cross-aperture coupled microstrip circular polarization antenna is proposed for 5.8 GHz WLAN(Wireless Local Area Network). A single antenna consists of square patch and slots are located in series feed line with $\lambda_g/4$ phase different which make current direction maximum and minimum repeatedly to generate RHCP(Right Handed Circularly Polarization). We are proposed new structure that removed the section which intersected at a right angle and were composed to four separated slots. The proposed cross slots reduce back lobe of radiation pattern and improve antenna gain. Impedance bandwidth of the manufactured 2x2 array antenna is from 5.67 to 5.95 GHz and the maximum radiation gain is 10.59 dBi.

Key words : Circular Polarization, Array Antenna, WLAN

I. 서 론

최근 빠른 속도로 변하는 정보화 사회에서 정보 통신 기술을 발달에 따라 통신, 방송, 교통, 특히 개인 휴대 통신 분야에서 무선의 응용이 날로 증가하고 있다. 유지 및 보수에 어려움 등 기존 유선 LAN(Local Area Network) 설비의 단점을 보완하기 위하여 1994년에 도입된 무선 LAN은 초기 투자 비용이

많이 들고 전송 속도가 너무 낮아 크게 각광을 받지 못했다. 하지만 최근 휴대용 컴퓨터, 휴대폰, PDA(Personal Digital Assistant) 등의 보급이 확산됨에 따라 이들을 장소에 상관없이 컴퓨터 망에 연결시키는 수단으로 무선 LAN의 필요성이 증대되고 있다. 무선 채널을 통해 LAN을 확장시킬 수 있는 이동성, 휴대성 및 간편성 등의 이점으로 응용 분야가 광범위해지고 있다. 무선 멀티미디어 서비스 요구의 증가

전남대학교 전자컴퓨터공학과(Department of Electronic and Computer Engineering, Chonnam National University)

*동강대학 전기전자공학과(Department of Radio Science & Engineering, Dongkang College)

· 논문 번호 : 20090828-096

· 수정완료일자 : 2009년 12월 8일

와 무선 전송 기술의 발달로 인하여 기존의 1~2 Mbps 전송 속도를 갖는 2.4 GHz 대역의 무선 LAN의 규격을 향상시켜 6~24 Mbps의 전송 속도를 갖는 5 GHz 대역 무선 LAN을 사용되고 있다^{[1][2]}. 따라서 휴대용 단말기와 액세스 포인트(AP)간 통신을 위한 무선 LAN 카드와 더불어 저렴한 비용과 대량 생산, 경량화, 그리고 초고주파 집적 회로에 함께 구현할 수 있는 안테나 개발이 요구된다. 휴대용 단말기는 5.725~5.825 GHz 주파수 대역을 커버할 수 있는 충분한 대역폭과 5 dBi 이내의 이득을 갖는 소형 안테나가 상용화되고 있다.

무선 통신 시스템용 안테나는 마이크로스트립 형태의 안테나가 주로 사용되고 있다. 마이크로스트립 형태의 구조는 제작이 용이하고 대량 생산이 가능하며, 견고하고 가격이 저렴하여 부피가 작고 가볍지만 협대역 특성과 낮은 효율을 갖는다. 이러한 마이크로스트립 안테나의 협대역 특성을 개선하는 방법으로는 기판의 비유전율을 낮추는 방법과 기판의 두께를 증가시키는 방법, 패치의 형태를 변형시키는 방법, 기생 소자를 추가하는 방법, 적층형 구조 등을 사용하는 방법이 있다^{[3][4]}.

원형 편파를 발생시키는 일반적인 방법에는 90° 위상차가 나는 두 선형 편파 요소를 직교하도록 인가하는 것이다. 구체적인 방법으로 사각형 패치(patch)의 대각선 방향의 모서리를 자르거나, 대각선 방향으로 개구를 형성하는 방법, cross-slot에 위상차를 고려하여 급전하는 방법, 사각형 패치나 원형 패치에 90°로 개구를 형성하여 급전하는 방법 등이 있다^{[5]-[7]}.

II. 하이브리드 급전 구조를 통한 원형 편파의 발생

마이크로스트립 안테나로 축비 대역폭을 얻기 위한 방법 중 대표적으로 그림 1과 같은 하이브리드 급전을 통해 원형 편파를 만들어내는 방법이 있다. 각 포트에 여기되는 신호의 크기는 같고, 위상이 90°씩 차이가 난다. 즉, 포트 간 90° 위상차가 발생될 때 패치에 유도되는 전류는 최대와 최소의 관계에 있다. 180° 위상 차이가 나는 포트에서는 크기는 같고 위상이 반대가 되는데, 패치에 흐르는 전류의 흐름을 같게 유지하도록 하기 위해 반대 방향으로 급전한

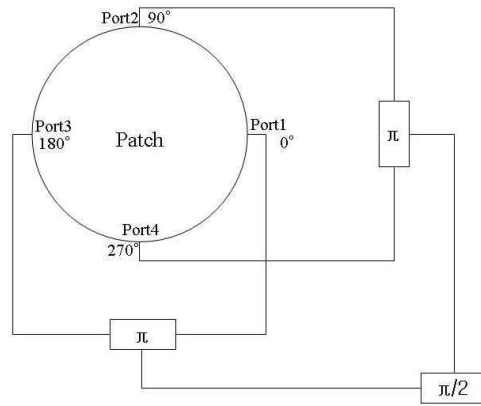


그림 1. 원형 편파를 위한 하이브리드 급전 구조
Fig. 1. Hybrid feeding structure for circular polarization.

다. 배열화를 통한 시퀀셜 로테이션 방법도 이와 비슷한 방법으로 각 방사 소자의 순차적 위상 지연을 보상하기 위해 패치를 물리적으로 회전시켜 결국 전류의 흐름을 동일하게 하는 것이다. 하지만 이와 같은 방법은 축비 대역폭은 개선할 수 있지만, 안테나의 물리적인 크기가 커지게 되는 단점을 가진다. 본 논문은 하이브리드 구조를 사용하지 않지만 단일 급전 십자 개구 결합 방식으로 하이브리드 급전 효과를 가져오는 안테나 구조를 제안하였다.

III. 단일 안테나 설계 및 제작

기존 안테나의 형태는 방사 소자와 급전 선로가 동일한 유전체 위에 있어서 급전 과정에서 손실을 야기시키고, 급전 선로에 의한 기생 방사는 안테나의 방사 특성을 저하시킨다. 제안된 안테나에서는 급전 선로와 방사 소자를 접지면에 분리시켜 안테나의 방사 효율과 대역폭 특성을 개선하였다. 본 안테나는 패치와 급전 선로의 기판을 모두 유전율 3.5, 두께 0.78 mm, $\tan \delta = 0.002$ 인 Teflon 기판을 사용하여 설계·제작하였다. 직렬 형태의 급전 선로 위에 각 개구간의 간격을 $\lambda_g/4$ 의 90° 위상차를 주기 위해 원형 루프를 $2\pi r = \lambda_g$ 로 설정하여 얻은 루프의 반경 $R_{out} = 5.5$ mm로 설계하고, 각각의 4개의 개구를 지나는 전류의 크기가 최대, 최소를 반복하게 한다. 또한 180°의 위상차가 발생되는 개구에서는 전류의 크기는 같지만 전류의 흐름이 반대 방향이 되는데, 방

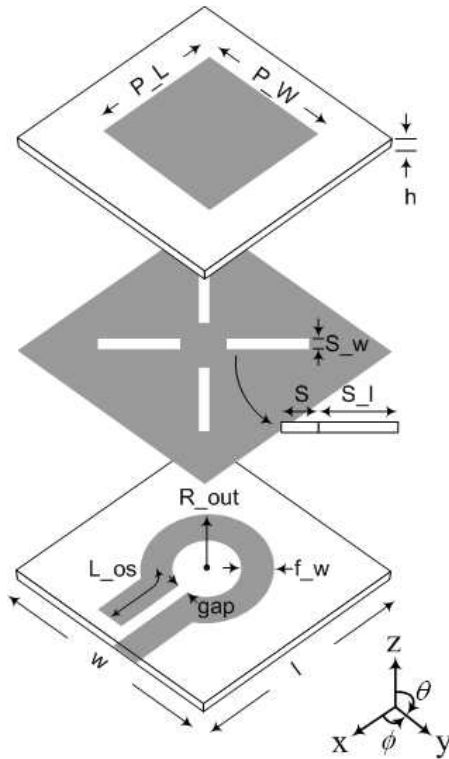


그림 2. 제안된 십자형 개구 결합 원형 편파 안테나
Fig. 2. Cross-aperture coupled circular microstrip polarization antenna.

사 소자에서 전류의 흐름을 같게 하기 위해, 서로 반대 방향으로 급전함으로써 동일한 방향의 전류 흐름을 유지시켜 원형 편파를 발생시킨다. 하이브리드 위상분배기 같은 위상기를 부가적으로 사용하지 않고, 단일 급전을 통해 쉽게 원형 편파를 발생할 수 있고 불필요한 방사를 줄일 수 있다. 튜닝 스티브 L_{os} 를 변화시켜 급전부의 리액턴스 성분을 최소화하였다. 그림 2에서는 원형 편파 발생을 위한 직렬 급전 십자 개구 결합 마이크로스트립 안테나를 보였다. 표 1에서 설정한 파라미터 값으로 설계하여 시뮬레이션을 진행하였다.

그림 3과 4는 제안된 단일 안테나의 최적화된 설계를 위해서 표 1에서 제안한 안테나 파라미터 값들을 고정하고 5.8 GHz에서 개구의 길이(S_l)와 폭(S_w)를 변화에 따른 반사 손실을 나타내었다. 개구의 폭이 넓어지면 대역폭은 넓어지지만 $\lambda/4$ 위상 배열이 틀어지기 때문에 축비 특성이 나빠지게 된다. 개구의 길이가 길어지면 슬롯에 의한 공진과 패치에

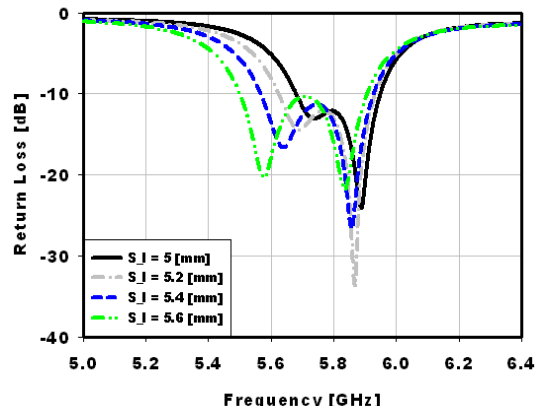


그림 3. 개구의 길이(S_l) 변화에 따른 반사 손실
Fig. 3. Input impedance versus length.

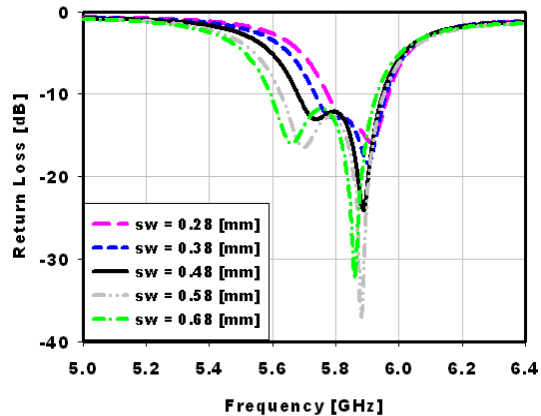


그림 4. 개구의 폭(S_w) 변화에 따른 반사 손실
Fig. 4. Input impedance versus width.

의한 공진이 합쳐져서 대역폭은 넓어지게 된다. 하지만 후방 방사가 증가하게 되므로 방사 효율은 떨어지게 된다.

중앙 부분이 결합된 개구^[8]를 적용한 안테나는 개구가 교차하는 중앙 부분에서 전계 성분이 상쇄되어 방사 특성이 저하되는 단점이 있다. 그림 5에서는 개구의 중심이 분리된 상태(S_l)에서 가운데 부분으로 개구(S_l 의 길이)가 길어져 중심 부분에서 결합될 때까지의 이득의 변화를 나타냈다. 개구가 결합될수록 전방 방사의 양은 줄어들고 후방 방사의 양은 늘어나는 특성을 보였다. 따라서 개구를 분리하여 나뉘으로써 개구의 중앙에 집중된 전계를 각 개구에 분배하여 후방 방사를 줄이고 안테나 이득 또한 개선할 수 있다. 따라서 제안된 안테나의 개구를 원활한

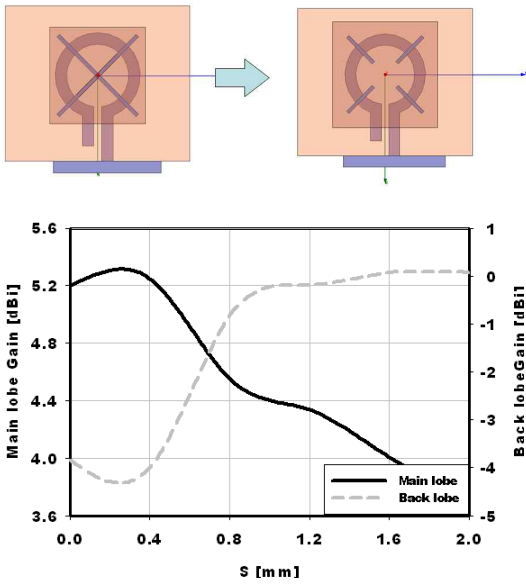


그림 5 중심이 결합된 개구와 분리된 개구 변화에 따른 이득 변화
Fig. 5. Input impedance versus length and width.

표 1. 제안된 안테나의 파라미터 값

Table 1. Parameter value of proposed antenna.

Parameter	Value	Parameter	Value
P_W	12.4 mm	w	24 mm
P_L	12.4 mm	l	20 mm
S_w	0.48 mm	h	0.78 mm
S_l	5 mm	t	0.017 mm
f_w	1.5 mm	gap	1 mm
R_out	5.5 mm	L_os	6.7 mm

원형 편파 발생과 동작 대역을 충분히 커버하기 위해 길이 5 mm, 폭 0.48 mm로 설정하였다.

방사 소자에서 발생하는 편파가 원형 편파를 갖는지는 이 안테나의 축비를 보면 알 수 있는데, 3 dB 축비 기준으로 이하이면 원형 편파이고, 그 이상이면 타원 편파이다.

그림 6에서 보면 공진하는 대역에서 3 dB 이하이다. 이는 안테나가 원형 편파를 발생시키고 있음을 알 수 있다. 편파가 중심 주파수 5.8 GHz에서 전계 전류와 같은 크기를 가진 십자형 개구의 자계에 의해 패치로 유도되는 주기적인 전계 전류의 분포를 위상 변화에 따라 그림 7에 나타내었다. 패치로 유도

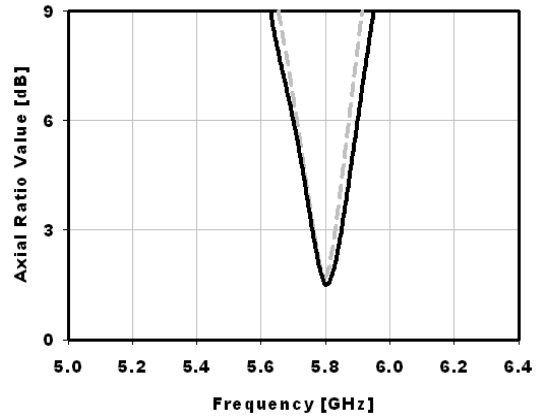


그림 6. 제안된 안테나의 축비
Fig. 6. Axial ratio value of proposed antenna.

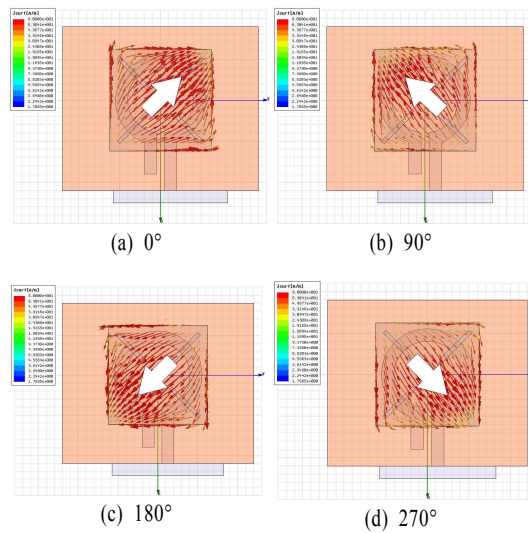
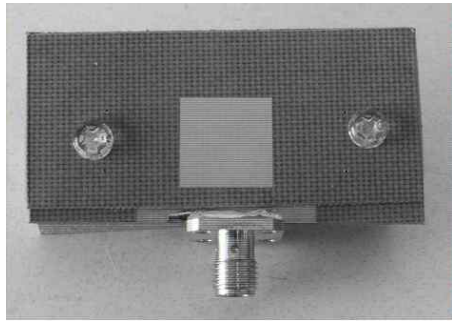


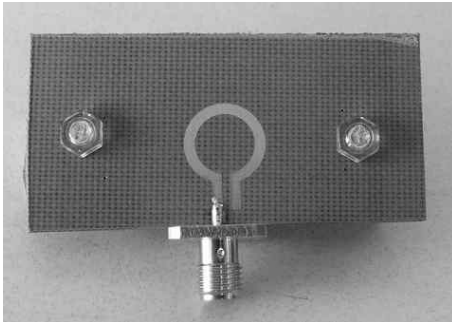
그림 7. 위상 변화에 따른 패치에서의 전류 분포
Fig. 7. Current distributions on the patch depending of phase.

되는 전계 전류가 위상이 변화함에 따라 반시계 방향으로 회전하는 것을 볼 수 있는데 이는 우수 편파 (RHCP)가 발생하고 있음을 보여주고 있다.

그림 8은 최적화된 단일 안테나를 실제 제작한 방사 소자와 급전 선로다. 그림 9는 제안된 안테나의 방사 손실을 시뮬레이션과 실제 제작 측정하여 비교하였다. 임피던스 대역폭은 시뮬레이션에 비해 측정 결과가 70 MHz의 증가를 보였지만 유사한 특성을 나타내었다. 그림 10은 동작 주파수 5.8 GHz에서 Phi 0°와 Phi 90°에서 Theta를 0°~360°로 모의 실험한 방



(a) 방사 소자
(a) Radiation element



(b) 급전 선로
(b) Feed line

그림 8. 실제로 제작된 안테나
Fig. 8. Manufactured antenna.

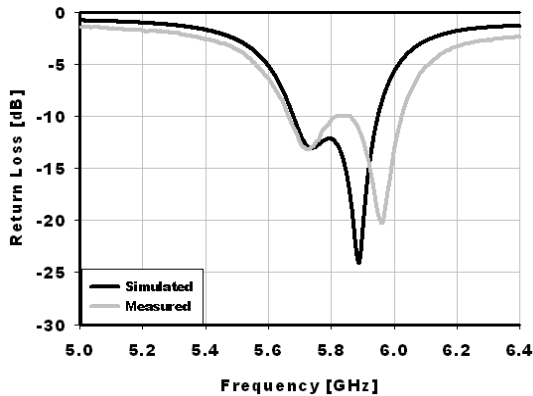


그림 9. 제작된 안테나의 반사 손실
Fig. 9. Return loss of manufactured antenna.

사 패턴을 나타내었다. 최대 방사 이득은 5.59 dBi를 얻었다.

IV. 배열 안테나 설계 및 제작

배열의 급전 구조에는 직렬 형태(series feed)와 병

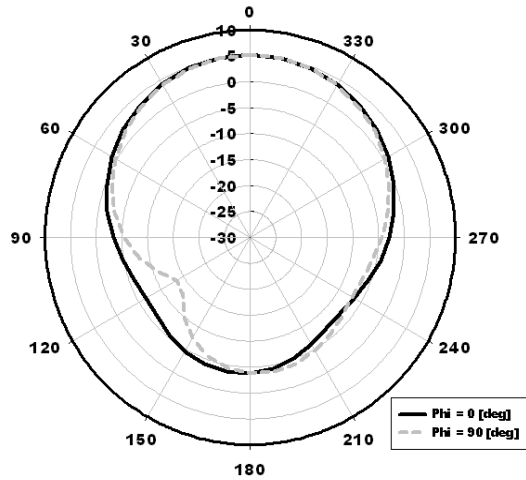


그림 10. 5.8 GHz에서 제안된 안테나의 방사 패턴
Fig. 10. Radiation pattern of proposed antenna at 5.8 GHz.

렬 형태(corporate feed)가 있으며, 이를 혼합한 직렬-병렬 형태, 직렬-직렬 형태가 있다.

일반적으로 직렬 급전 구조는 다수의 소자에 한 개의 전송선으로 전력 분배기나 집합(junction)이 없이 급전하기 때문에 구현하기가 쉽고, 디자인을 간단하게 할 수 있다. 따라서 작은 면적에 구현할 수 있다는 장점이 있다. 그러나 대역폭이 좁고, 주파수가 변화함에 따라 빔의 방향이 바뀌는 문제를 가지고 있다. 용도에 따라서는 이를 이용하여 변위기 없이 주파수를 바꾸어 안테나 빔을 조향할 수 있는 이점이 있다^[9].

병렬 형태에서는 전력 분배기 등을 이용하여 입력 신호가 각각의 소자에 개별적으로 공급된다. 입력 단자에서 각 소자까지의 전송선 길이를 같게 하여 주파수에 관계없이 같은 위상의 신호가 공급되도록 하였기 때문에 대역폭이 넓다. 그러나 배열 구조가 복잡해지고 넓은 면적을 필요로 하며, 대형 안테나 제작 시 급전 손실이 문제가 된다. 배열 안테나에서는 전력을 효율적으로 분배할 수 있는 급전 구조에 가장 중점을 두어 설계하는데 전력 분배기와 임피던스 정합 회로가 주를 이룬다. 전력 분배기에는 주로 Wilkinson 전력 분배기와 T-junction 분배기가 주로 사용되는데, Wilkinson 전력분배기는 뛰어난 분리도와 전압 분배 특성을 가지고 있지만 칩 저항을 사용해서 제작해야 하는 복잡함이 있다.

T-junction 분배기는 어느 한 소자에서 비정합이 생겼을 때 다른 소자에 영향을 준다는 단점이 있지만 구성이 간단하다는 장점이 있다. 하지만 두 분배기 모두 $\lambda/4$ 변화기(transformer)를 사용하기 때문에 대역폭이 작다는 단점이 있다. 대역폭을 넓히기 위해서는 다단 변환기를 사용하는 방법이 있지만 급전 구조의 면적을 많이 차지하기 때문에 이를 고려한 설계가 필요하다^[10].

배열을 형성할 때 고려해야 할 요소 중 소자(element) 사이의 간격은 매우 중요하다. 이는 이득(Gain), 지향성(directionality), 빔 폭(beam width), 그레이팅 로브(grating lobe)의 위치 등을 결정하는 요소이며, 각 소자간의 간격이 너무 좁으면 간섭(coupling)이 일어나 특성이 불안 사이의 간격은 매우 중요하다. 이는 이득(gain), 지향성(directionality), 빔 폭(beam width), 그레이팅 로브(grating lobe)의 위치 등을 결정하는 요소이며, 각 소자간의 간격이 너무 좁으면 간섭(coupling)이 일어나 특성이 불안정해지기 때문이다. 안테나간의 상호 간섭(mutual coupling)은 부엽 레벨(side lobe level)을 증가하게 하고, 주엽(main lobe)을 어긋나게 하며, 패턴 널(pattern null)을 발생하게 하거나 이동하게 한다^[11].

그림 11은 소자 간의 거리에 따른 이득의 변화인

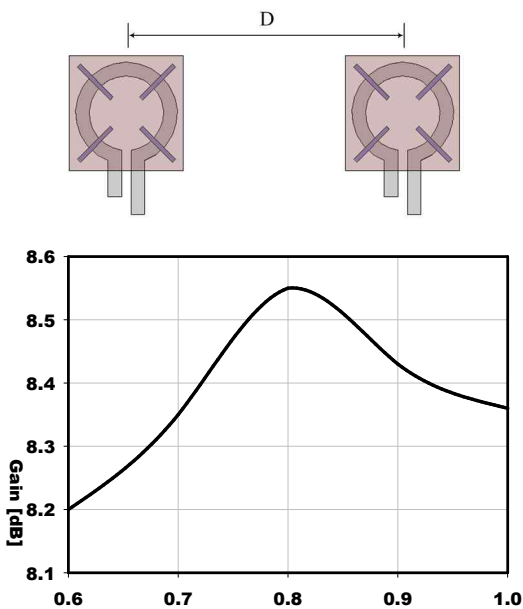


그림 11. 단일 소자 간의 거리에 따른 이득 변화
Fig. 11. Gain versus the distance of the element.

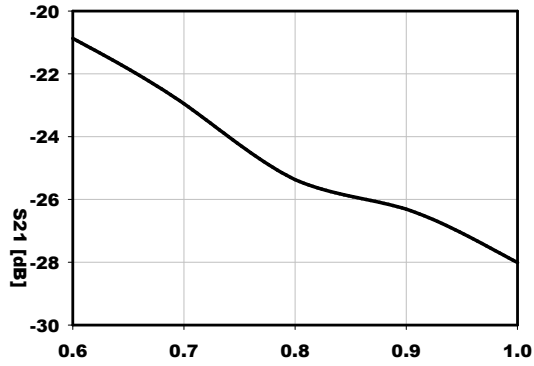


그림 12. 단일 소자 간의 거리에 따른 S₁₂
Fig. 12. Gain versus the distance of the element.

데, $0.8 \lambda_0$ 일 때 이득이 가장 높고 간격이 더 넓어지면 오히려 이득이 떨어진다. 이것은 $0.8 \lambda_0$ 이상일 때 표면과 손실이 증가하기 때문이다. 그림 12는 한 소자의 단자에 입력을 가했을 때 다른 소자의 단자의 출력비인 S_{21} 값의 변화이다. 간격이 멀어질수록 서로의 상호 결합에 의한 영향이 적어지는 형태를 보인다.

본 논문에서는 정확히 정합된 동일한 소자 안테나를 사용하여 각 소자에서 발생할 수 있는 비정합을 최소화 하고 불요 방사를 줄이면서 급전 구조의 복잡함도 줄일 수 있는 T-junction 분배기를 사용하여 그림 13과 같이 설계하였다. 단일 소자 안테나의

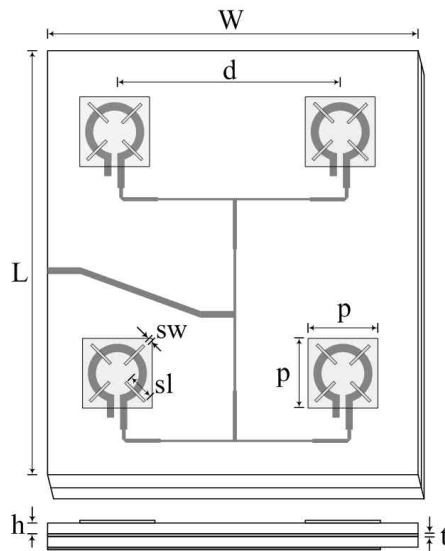
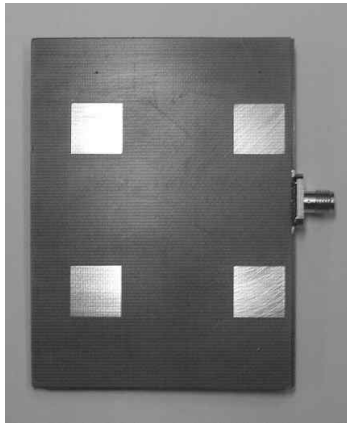


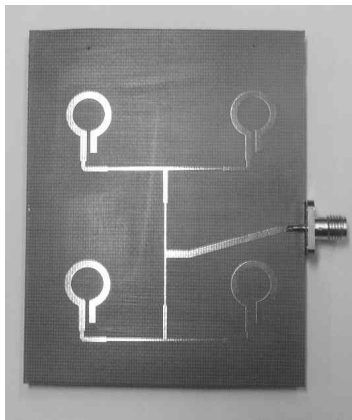
그림 13. 2×2 배열 안테나의 구조
Fig. 13. Structure of 2×2 array antenna.

표 2. 2×2 배열 안테나의 파라미터 값
Table 2. Parameter value of 2×2 array antenna.

Parameter	Value	Parameter	Value
W	64 mm	d	14 mm
L	70 mm	h	0.78 mm
S_w	0.48 mm	t	0.017 mm
S_l	5 mm	ϵ_r	3.5
P	12.4 mm		



(a) 방사 소자
(a) Radiation elements



(b) 급전 선로
(b) Feed line

그림 14. 제작된 2×2 배열 안테나
Fig. 14. Manufactured 2×2 array antenna.

간격은 상호 결합을 최소화 하고, 이득을 최대화 하기 위하여 $0.8 \lambda_0$ 인 40 mm로 설정하였다. 표 2에 제시한 파라미터 값들은 HFSS 모의 실험을 통하여 최적화하였다.

그림 14는 실제로 제작한 2×2 배열 안테나의 방사 소자와 급전 선로의 모습이다. 모의 실험과 제작 측정된 안테나의 방사 손실을 그림 15에서 나타내었다. 제작 측정된 방사 손실은 5.67~5.95 GHz로서 5.8 GHz 대역의 WLAN 대역을 커버하는 것을 볼 수 있고 모의 실험과 유사한 특성을 보였다. 그림 13은 제작된 안테나의 모의 실험과 제작하여 측정된 방사 패턴으로 최고 이득은 10.36 dBi를 얻었다. 단일 소자 안테나와 비교하여 반전력 대역폭(half power bandwidth)이 좁아져 동작 대역의 중심 주파수에서

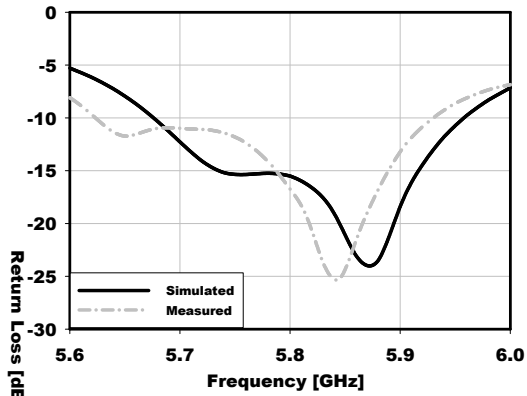


그림 15. 모의 실험과 제작 측정된 안테나의 방사 손실
Fig. 15. Return loss of simulated and manufactured 2×2 array antenna.

그림 15. 모의 실험과 제작 측정된 안테나의 방사 손실
Fig. 15. Return loss of simulated and manufactured 2×2 array antenna.

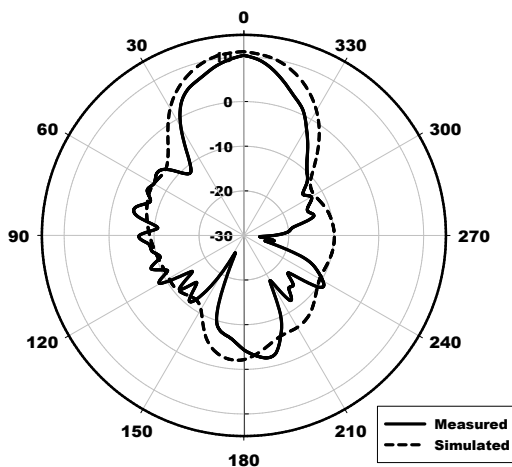


그림 16. 5.8 GHz에서 측정된 배열 안테나의 방사 패턴
Fig. 16. Radiation pattern of measured array antenna at 5.8 GHz.

그림 16. 5.8 GHz에서 측정된 배열 안테나의 방사 패턴
Fig. 16. Radiation pattern of measured array antenna at 5.8 GHz.

지향성이 향상되는 것을 볼 수 있다. 축비 대역폭도 5.68~5.96 GHz로 WLAN 대역을 커버한다.

V. 결 론

본 논문에서는 5.8 GHz WLAN 대역에서 동작하는 십자형 개구 결합 급전 구조를 갖는 원형 편파 2x2 배열 안테나를 설계하였다. 정사각형 패치에 십자 개구 결합 급전 구조를 사용하여 RHCP 안테나로 동작하도록 하였다. 십자형 개구의 길이를 조절하여 임피던스 조절을 통해 대역폭을 확보하고 이득 향상을 가질 수 있다. 지향성의 향상을 위해 2x2 배열 안테나를 설계, 제작하였다. T-junction 분배기와 $\lambda/4$ Transformer를 사용하여 간단한 급전 구조로 원형 편파 발생을 유도한다. 제작된 2x2 배열 안테나의 임피던스 대역폭은(VSWR \leq 2)은 5.67~5.95 GHz로 나타났으며, 최대 방사 이득은 10.59 dBi를 얻었다. 원형 편파를 발생하는 우수한 특성을 갖는 배열 안테나로써 5.8 GHz WLAN 대역에 적용 가능할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

[1] Jim Geier, *Wireless Lans*, Sams, 2002.
 [2] R. Grag, P. Bhartia, I. Bahl, and A. Ittipiboon, *Microstrip Antenna Design Handbook*, Artech House, 2001.
 [3] D. M. Pozar, "Microstrip antennas", *Proceedings of the IEEE*, vol. 80, no. 1, pp. 79-91, Jan. 1992.
 [4] K. C. Gupta, P. S. Hall, *Analysis and Design of In-*

tegrated Circuit Antenna Modules, New York, Wiley, 2000.

[5] P. C. Sharma, Kuldip C. Gupta, "Analysis and optimized design of single feed circularly polarized microstrip antennas", *IEEE Trans. Antennas Propagat.*, vol. AP-31, no. 6, pp. 949-955, Nov. 1983.
 [6] Stephen D. Targonski, David M. Pozar, "Design of wideband circularly polarized aperture-coupled microstrip antenna", *IEEE Trans. Antennas Propagat.*, vol. AP-41, no. 2, pp. 214-220, Feb. 1993.
 [7] A. Adrian, D. H. Schaubert, "Dual aperture-coupled microstrip antenna for dual or circular polarization", *Electron. Lett.*, vol. 23, no. 23, pp. 1226-1228, Nov. 1987.
 [8] Hyungrak Kim, Byoung Moo Lee, and Young Joong Yoon, "A single-feeding circularly polarized microstrip antenna with the effect of hybrid feeding", *IEEE Trans. Antennas Propagat.*, vol. 2, pp. 74-77, 2003.
 [9] Balanis, *Antenna Theory*, John, Wiley & Sons, Inc., 1997.
 [10] John Huang, "A Ka-band circularly polarized high-gain microstrip array antenna", *IEEE Trans. Antennas Propagat.*, vol. AP-43, no. 1, pp. 113-116, Jan. 1995.
 [11] J. Ashkenazy, P. Perlmutter, and David Treves, "A modular approach for the design of microstrip array antennas", *IEEE Trans. Antennas Propagat.*, vol. AP-31, no. 1, pp. 190-193, Jan. 1983.

서 용 석



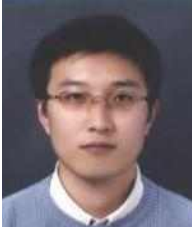
2008년 2월: 조선대학교 전기공학과 (공학사)
 2008년 3월~현재: 전남대학교 전자컴퓨터공학과 석사과정
 [주 관심분야] 안테나 설계 및 해석

안 중 모



2008년 2월: 광주대학교 전자공학과 (공학사)
 2008년 3월~현재: 전남대학교 전자공학과 석사과정
 [주 관심분야] 안테나 설계 및 해석

정진우



2005년 2월: 전남대학교 정보통신공학부 전자공학전공 (공학사)
2007년 2월: 전남대학교 전자정보통신공학과 (공학석사)
2007년 3월~현재: 전남대학교 전자정보통신공학과 박사과정
[주 관심분야] 소형 안테나, 광대역 안테나, 그리고 UWB 안테나 설계 및 해석, 안테나 임피던스 특성 분석, E/M 해석

임영석



1980년 2월: 서울대학교 전자공학과 (공학사)
1982년 2월: 서울대학교 전자공학과 (공학석사)
1989년 2월: 전북대학교 전자공학과 (공학박사)
1984년 9월~현재: 전남대학교 전자공학과 교수
[주 관심분야] 전자파 수치 해석, 초고주파 회로 설계 및 해석, RF 소자 설계, 안테나

이현진



1982년 2월: 조선대학교 전기공학과 (공학사)
1990년 2월: 원광대학교 전자공학과 (공학석사)
1996년 2월: 전남대학교 전자공학과 (공학박사)
1997년~1998년: 펜실베이니아 주립대학 방문교수

1991년~현재: 동강대학 전기전자공학과 교수
[주 관심분야] 소형 안테나 설계 및 해석, E/M 해석