

900 MHz / 2.45 GHz 대역 휴대용 RFID 리더를 위한 이중 대역 원형편파 안테나 설계

⁰김정표^{*,**}, 이윤복^{*}, 성원모^{*}, 최재훈^{**}

^{*}(주)이엠따블유안테나, ^{**} 한양대학교

jprx@emwantenna.com

Design of a dual band circularly polarized antenna for 900 MHz / 2.45 GHz Hand-held RFID Reader

Jeongpyo Kim^{*,**}, Yoonbok Lee^{*}, Wonmo Seong^{*} and Jaehoon Choi^{**}

^{*}E.M.W. Antenna Co.,Ltd., ^{**}Hanyang University

Abstract

This paper presents a dual band circularly polarized microstrip patch antenna. The antenna consists of two corner truncated patches implemented in one plane and single feed point. The input signal is directly excited to the patch 2 and the patch 1 is fed from patch 2 by coupling between two patches. The antenna is operated at at 900 MHz and 2.45 GHz bands and has the right hand circularly polarized radiation pattern at all. The measured gains of the antenna are 2.95 dBic at 900 MHz band and 4.6 dBic at 2.45 GHz band.

Key words : circular polarization antenna, patch antenna, dual band, RFID

I. 서론

RFID(Radio Frequency IDentification) 기술은 사물에 태그를 부착하고 사물의 고유 아이디를 무선으로 인식하여 해당 정보를 수집, 저장, 가공, 추적함으로써 사물에 대한 측위, 원격 처리, 관리 및 사물간 정보교환 등의 서비스를 제공하는 기술이다. 이러한 RFID 시스템은 적용 분야별로 저주파수 대역의 125 kHz와 13.56 MHz 대역, UHF 대역의 433 MHz와 900 MHz 대역, 2.45 GHz 대역 등의 다양한 주파수 대역을 사용하고 있다. RFID 시장 형성 시기인 현 시점에서는 각 주파수 대역에 해당하는 리더가 개발되고 있지만, 다양한 주파수 대역에서 동시 사용 가능한 다중 대역 리더 개발에 대한 요구가 꾸준히 증가하고 있다.

RFID 리더의 안테나는 원형 편파 특성을 갖는 원

형편파 안테나가 주로 이용되고 있다. 그 이유는 비록 태그 안테나가 선형 편파 특성을 갖고 있지만, 태그가 부착 방식과 부착된 사물의 보관 방법에 따라 태그가 항상 일정한 방향으로 놓여있을 확률이 매우 낮는데 이때 태그의 방향에 상관없이 정확히 사물을 인식하기 위해서이다.

원형편파 안테나는 마이크로스트립 패치 안테나의 많은 장점과 함께 정사각형 패치 구조에서 모서리 부분을 제거함으로써 간단히 구현할 수 있기 때문에 많이 사용되고 있다. 또한 이중 대역 특성을 얻기 위해 두 개의 원형 편파 특성을 갖는 패치 안테나를 적층함으로써 쉽게 구현할 수 있다. 하지만 적층 안테나의 경우 하단에 위치한 패치 안테나에서의 방사 특성이 상단 패치에 간섭을 받기 때문에 하단 패치에 의한 서비스 대역의 안테나 이득이 감소한다. 게다가 두 패치의 상호 간섭 때문에 충분한 축비 성능을 만족시키기 어렵다^[1,2].

이에 본 논문에서는 단일 평면상에 구현 가능한 이중 대역 원형 편파 안테나를 제안한다. 제안된 안테나는 900 MHz 대역 RFID의 국내 서비스 대역인 908.5 MHz ~ 914 MHz 대역과 2.45 GHz 대역에서 동작 가능하도록 설계되고, 안테나의 소형화를 위해 유전율 8의 유전체를 이용하였다.

II. 기본 이론

일반적으로 원형편파를 만들기 위해서는 정사각형 패치에서 각 폭과 길이에서 공진하는 모드(TM01, TM10) 들이 서로 90° 위상차로 형성되고, 동일한 크기로 방사되어야 한다. 그림 1은 단일 급전을 이용한 원형편파 안테나 중 가장 일반적인 truncated 안테나이다.

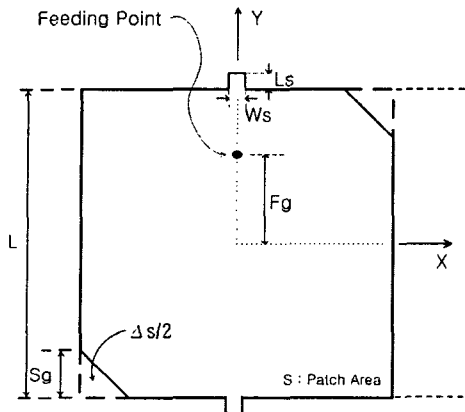


그림 1. Truncated 원형편파 안테나

그림 1에서 설계한 안테나는 대각선의 모서리 면적 $\Delta s/2$ 만큼 잘라냄으로써 급전 위치에서 시작하여 패치 양쪽 끝까지 가는 전기적 길이를 변화시킨다. 패치에서 변화된 전기적 길이로 인해 두개의 모드(TM01, TM10)가 형성된다. 각 모드가 90도 위상차로 같은 크기로 방사하여 원형편파가 발생한다. Δs 의 위치 혹은 급전 위치에 따라 원형편파의 RHCP (Right Hand Circular Polarization)와 LHCP (Left Hand Circular Polarization) 특성을 구현 가능하다^[3-4]. L_s , W_s 는 튜닝 스태브 역할로써 미세한 공진 주파수와 축비를 조정할 수 있다^[5-6].

한편 마이크로스트립 패치 안테나는 급전 위치에 따라 입력 임피던스 특성이 달라진다. 특히 동축 급전일 경우, 급전 위치만으로 임피던스 정합을 하기 때문에 패치 상에서 급전위치는 중요한 파라미터이

다. 그림 1과 같은 경우 급전위치 F_d 의 길이가 패치 중앙으로부터 밖으로 점차적으로 나갈 경우, 공진주파수가 낮아지고, 스미스차트 상의 궤적이 큰 원을 그리면서 임피던스가 커지게 되고 이를 통해 임피던스를 정합시킬 수 있다^[7-8].

III. 이중 대역 원형편파 안테나 설계

본 논문에서는 가장 일반적인 원형편파 안테나 구조 중 하나인 truncated 안테나의 동작 원리를 이용하여 단일 급전 이중 대역 원형편파 안테나를 설계하고자 한다. 이때 안테나의 소형화를 위해 유전율이 8인 유전체를 이용하며, 단일 평면상에 두 개의 방사 소자를 구현함으로써 안테나의 구조를 단순화 시켰다. 여기서 유전체 기판은 $80 \times 80 \times 6 \text{ mm}^3$ 의 크기를 가진다.

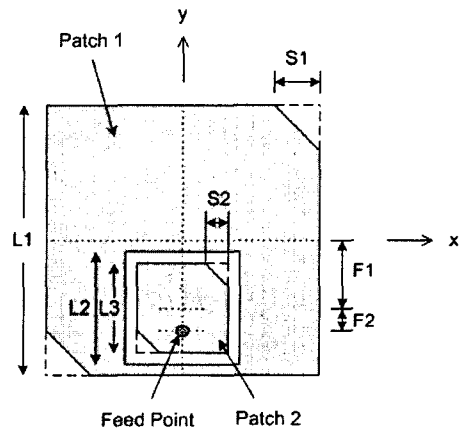
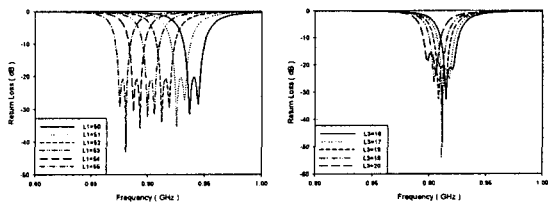


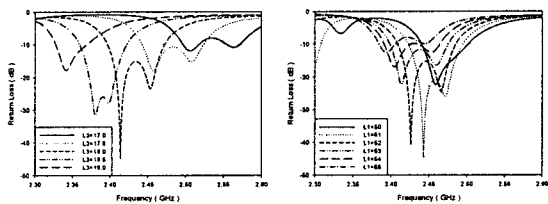
그림 2. 이중 대역 원형편파 안테나

제안된 안테나의 구조는 그림 2와 같다. 방사 소자 2는 동축 선로를 직접 연결함으로써 급전이 이루어지고, 방사소자 1은 방사소자 2로부터 사각 링 슬롯을 거쳐 커플링 급전 방식을 통해 급전된다. 또한 두 방사소자는 한 변이 S1과 S2가 되는 직각 이등변 삼각형을 각각 잘라냄으로써 원형편파 특성을 얻는다. 이때 방사소자 1은 하측 공진 주파수인 900 MHz 대역에서 동작하고, 방사소자 2는 상측 공진 주파수인 2.45 GHz 대역에서 동작한다. 한편 스미스 차트 상의 특성은 급전 위치를 통해 제어할 수 있는데, 900 MHz 대역은 F1을 조절하고, 2.45 GHz 대역은 F2를 조절함으로써 가능하고, 이를 통해 각 주파수 대역에 임피던스를 정합시킬 수 있다.

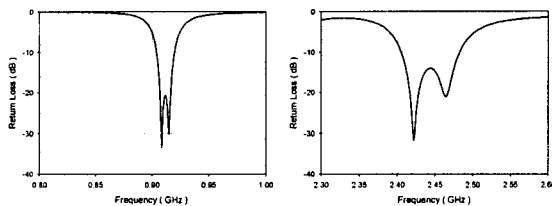
그림 3과 그림 4는 두 방사소자의 크기 변화에 따른 각 주파수 대역에서의 반사 손실 특성의 변화를 보여준다. 그림 3(a)와 그림 4(a)로부터 두 공진 주파수는 각 방사소자의 크기에 큰 영향을 받음을 확인할 수 있고, 다른 방사소자의 영향은 비교적 작음을 보여준다. 이때 두 방사소자의 간격은 1 mm로 고정하였다.



(a) 방사소자 1의 영향 (b) 방사소자 2의 영향
그림 3. 900 MHz 대역에서의 방사소자 크기에 따른 반사손실 특성



(a) 방사소자 2의 영향 (b) 방사소자 1의 영향
그림 4. 2.45 GHz 대역에서의 방사소자 크기에 따른 반사손실 특성



(a) 900 MHz 대역 (b) 2.45 GHz 대역
그림 5. 최적화된 안테나의 반사 손실

그림 5는 최적화된 이중 대역 원형편파 안테나의 각 대역별 반사 손실 특성을 보여준다. 이때 각 파라미터의 값은 다음과 같다. $L1 = 52.3$ mm, $L2 = 20$ mm, $L3 = 18$ mm, $S1 = 4$ mm, $S2 = 1.2$ mm, $F1 = 6.5$ mm, $F2 = 2.2$ mm.

IV. 안테나 제작 및 측정

제작된 이중 대역 원형편파 안테나는 그림 6과 같다. 안테나는 유전율이 약 8이고, $80 \times 80 \times 6$ mm³인

유전체를 이용하여 제작하였다.

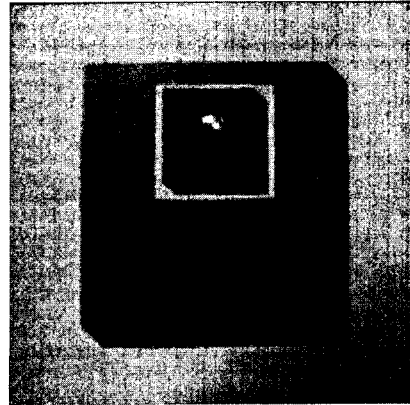
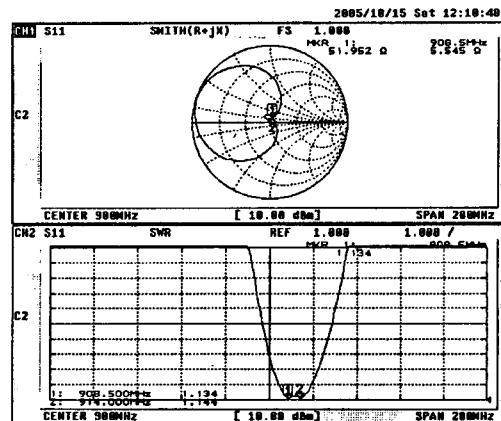
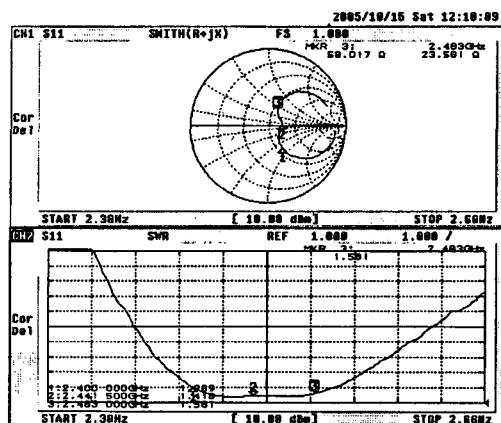


그림 6. 제작된 이중 대역 원형편파 안테나



(a) 900 MHz 대역

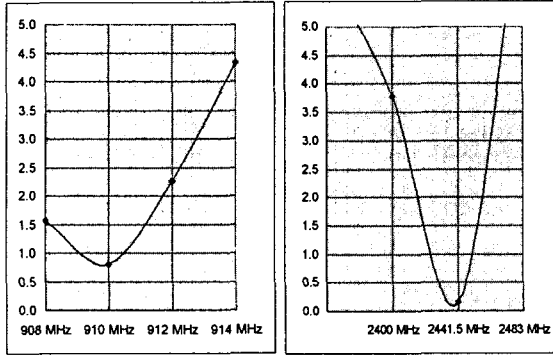


(b) 2.45 GHz 대역

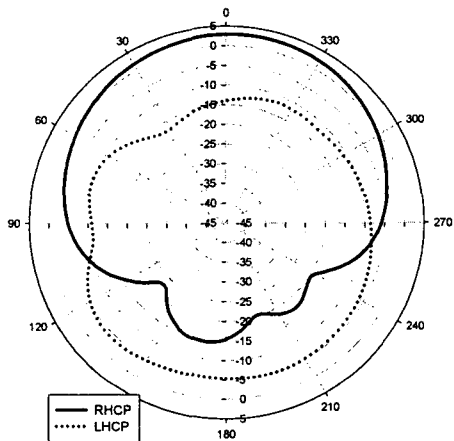
그림 7. 스미스 차트 및 VSWR 특성

제작된 안테나에 대한 VSWR 및 스미스 차트 특성은 그림 7에 각 대역별로 제시하였다. 900 MHz 대역에서는 국내 주파수 대역 908.5 MHz ~ 914

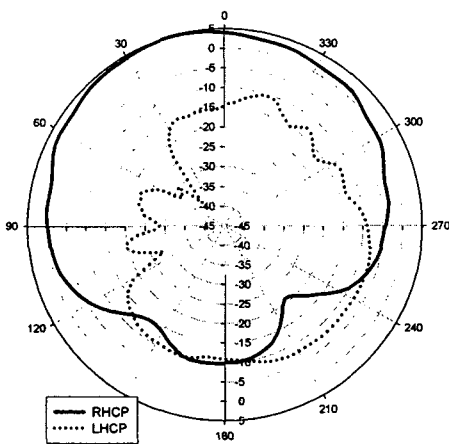
MHz에 대해서 VSWR 1.5 이하를 만족하고, 2.4 GHz 대역에서는 2.4 GHz ~ 2.483 GHz까지 VSWR 2.0 이하를 만족함을 확인할 수 있다.



(a) 900 MHz 대역 (b) 2.45 GHz 대역
그림 8. 축비 특성



(a) 912 MHz



(b) 2441.5 MHz

그림 9. 제작된 안테나의 방사 패턴

그림 8은 안테나의 축비 특성을 보여준다. 900 MHz 대역의 경우 3 dB 축비 대역폭은 5.5 MHz 이상이지만, 하향 천이되었고, 2.45 GHz 대역의 경우 3 dB 축비 대역폭은 약 45 MHz로 임피던스 대역폭에 비해 매우 협한 특성을 갖는다.

그림 9은 두 공진 주파수에서의 RHCP 및 LHCP 방사패턴을 보여준다. 제작된 안테나는 RHCP 방사 특성을 갖고 있으며, 912 MHz에서 2.95 dBic, 2441.5 MHz에서 4.6 dBic의 이득을 갖는다.

V. 결론

본 논문에서는 단일 평면상에 구현 가능한 단일 급전 이중 대역 원형편파 안테나를 제안하였다. 설계된 안테나에서, 상측 공진 주파수를 결정하는 방사 소자 2에는 동축 선로를 이용하여 직접 급전이 이루어지고, 하측 공진 주파수를 결정하는 방사 소자 1은 방사 소자 2에 의해 급전이 이루어진다. 이때 두 개의 방사 소자는 동일 평면상에 구현되기 때문에 안테나 제작이 쉽고, 에너지가 방사됨에 있어서 직접적인 방해를 가하지 않기 때문에 적층 안테나에서와 같이 이득 감소 현상이 발생하지 않으며, 따라서 충분한 이득을 얻을 수 있다.

제작된 안테나는 유전율이 약 8이고, 크기가 80×80×6 mm³인 유전체를 이용하여 제작하였고, 충분한 대역폭과 이득을 갖는다. 한편, 900 MHz 대역에서는 충분한 축비 대역폭을 갖지만, 2.45 GHz 대역의 축비 대역폭이 매우 협하다. 따라서보다 높은 태그 인식율을 유지하면서 900 MHz 대역과 2.4 GHz 대역을 동시에 서비스하고자 하는 RFID 휴대형 리더에 적용하기 위해서는 2.45 GHz 대역에서의 축비 대역폭 개선이 필요하다.

참고문헌

- [1] 천재봉, 차량용 GPS/DMB 이중 대역 이중 원형편파 적층형 안테나 설계, 한양대학교, 석사학위논문, 2004
- [2] Myoungil Kango, Taein Jung, Seunggil Jeon, KyungJin Oh and Jaehoon Choi, "Design and implementation of single feed, dual-band, circularly polarized stacked microstrip antenna" ITC-CSCC 2005, July, 4-7, 2005, Jeju, Korea

- [3] P. Sharma and K. Gupta, "Analysis and optimized design of single feed circularly polarized microstrip antennas", *IEEE Trans. Antennas Propagat.*, Vol. 31 Issue 6, pp. 949-955, Nov. 1983
- [4] K. R. Carver and J. W. Milk, "Microstrip antenna Technology", *IEEE Trans. Antennas Propagat.*, Vol. 29 No. 1, pp. 2-24, Jan. 1981
- [5] Kin-Lu Wong and Yi-Fang Lin, "Circularly polarized microstrip antennas with a tuning stub", *IEE Electron. Lett.*, Vol. 34 No. 9, pp. 831-832, April 1998
- [6] Kin-Lu Wong, Wen-Hsiu Hsu, and Chun-Kun Wu, "Single-feed circularly polarized microstrip antenna with a slit", *Microwave Opt. Technol. Lett.*, Vol. 18, No. 4, pp. 306-308, July 1998
- [7] I. J. Bahl and P. Bhartia, *Microstrip antennas*, pp. 33-81, Artech House, 1980
- [8] W. F. Richards, Y. T. Lo, and D. D. Harrison, "An improved theory for microstrip antennas and applications", *IEEE Trans. Antennas Propagat.*, Vol. AP-29, No. 1, pp. 38-46, Jan. 1981

M E M O