

900MHz대 RFID 리더기 안테나 설계에 관한 연구

정회원 주재한*, 천종훈**

A Study on the Antenna Design of the RFID Reader for 900MHz Band

Jae han Ju*, Jong hun Chun** *Regular Member*

요약

본 논문에서는 UHF대역의 RFID 리더기용 원형편파 안테나를 설계·제작하였다. 그리고 설계·제작된 안테나의 성능분석을 통하여 Return Loss(S11)는 908.5MHz에서 약 -39.412dB로 상당히 적었으며, 안테나 이득은 약 9.09 dBi값을 얻었다. 또한 50Ω 임피던스 매칭에서 약 49.76Ω으로 모든 RFID 시스템에 적용 가능성을 확인하였다. 따라서 RFID 리더기의 파라미터에서 가장 중요한 것 중 하나는 수신감도를 향상시켜서 원거리에서도 멀티태그를 인식하는데 있어서 원형편파 안테나의 이득을 높게 설계함으로써 감도를 향상 시킬 것으로 기대된다.

Key Words : RFID, RFID reader, Return Loss, Circular polarization antenna, Receiving sensitivity

ABSTRACT

This study designed a novel circular polarization antenna for a UHF bandwidth RFID reader. As a result of performance test of the antenna designed, it was found that return loss (S11) was about -39.412dB at 908.5MHz, which was relatively small, and antenna gain was about 9.09dBi. And it was confirmed that 50Ω impedance matching was about 49.76Ω and it can be applied for every RFID system. Therefore, the antenna was designed to have higher gain of circular polarization antenna by improving the reception which is one of the most important parameters of the RFID reader, which is expected to be extensively used to recognize multi-tag in the distance.

I. 서론

정보통신부 7대 핵심 과제 중 하나인 RFID는 기존의 바코드 시스템에 비해 유비쿼터스 센서 네트워크와 같은 새로운 응용 분야에 적용할 수 있는 신기술로 주목을 받고 있다^[1].

표준화 RFID주파수의 경우 대부분의 국가에서 HF 대역(13.56MHz), UHF대역(860~960MHz), ISM 대역(2.4GHz)에서의 다각적인 연구가 실현되고 있으나, HF대역의 RFID는 자체 결합방식을 사용하여 안테나 인식영역이 매우 협소하다는 단점을 갖고

있다. ISM대역의 RFID는 주변 환경에 민감하여 전체 RFID시스템의 성능이 가변적이라는 단점을 갖고 있다. 반면 UHF대역은 수동 태그의 인식률 및 인식거리가 가장 뛰어난 뿐만 아니라 전자파 방사 방식을 사용하여 다량의 태그를 동시에 빠른 속도로 인식할 수 있다. 또한 주변 환경에 매우 안정적이고 태그와 태그 칩의 저가 생산이 가능해서 현재 RFID의 가장 각광 받고 있는 대역으로 알려져 있다^{[1][2]}.

따라서 본 논문에서는 UHF대역 RFID 리더기용 원형편파 안테나를 설계 및 제작함으로써, RFID 시

* 송호대학 컴퓨터정보과(jhju@songho.ac.kr), **전남도립대학 실버케어과
논문번호 : 08077-1130, 접수일자 : 2008년 11월 30일

시스템의 중요한 파라미터 중 하나인 수신감도를 향상시킬 수 있도록 하고자 한다.

이를 위하여 II장에서는 리더기 안테나의 설계 및 제작에 대하여 기술하고, III장에서는 제안한 안테나의 특성 파라미터 및 성능 분석을 하였다. 끝으로 IV장에서 제안한 안테나의 결론을 맺고자 한다.

II. 리더기 안테나설계 및 제작

RFID 태그의 다중경로 수신 신호를 검파할 때 신호의 반사와 간섭으로 인하여 에러의 중요한 원인이 될 수 있을 뿐만 아니라 태그를 인식하기 위해서는 태그의 위치가 편평면과 직선상에 있어야 하는 단점이 있다^{[3][4]}.

이러한 다중경로 신호로 인한 오류를 최소화하고 태그 안테나의 방향에 구애 받지 않는 높은 인식률을 얻기 위하여 원형편파를 사용한 UHF 대역 RFID 리더기 안테나를 설계하였다.

그림 1은 평면 편파 안테나로써 전자파가 직선편파로 방사가 됨으로써 태그의 위치 및 태그 안테나의 방향성에 따라 여러 개의 태그를 동시에 인식하기가 어려울 뿐만 아니라 다중경로로 인한 오동작의 원인이 될 수 있다^[5].

반면, 그림 2와 같이 원형편파는 위상이 90°가 다르고 진폭이 같으며 서로 직각인 두 직선 편파일 때 원형적으로 전자파가 방사되어 태그의 위치 및

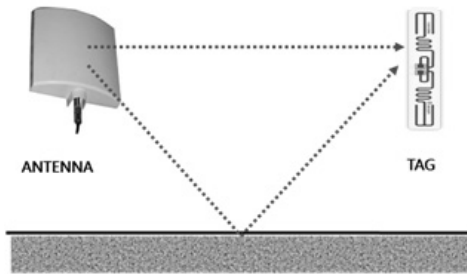


그림 1. 평면편파안테나와 태그 상호간 직선편파특성

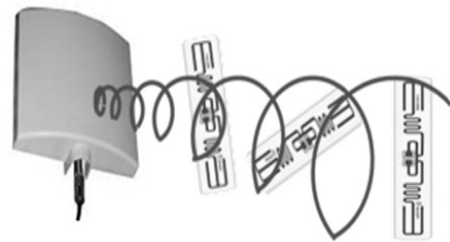


그림 2. 원형편파안테나와 태그 상호간 원편파특성

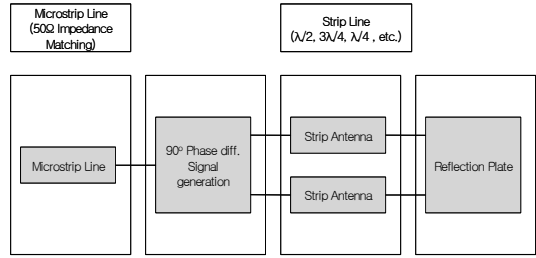


그림 3. 제안된 UHF대역 RFID 리더기 안테나 구성도

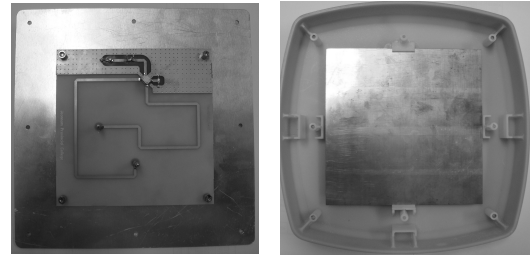


그림 4. 제작된 UHF대역 RFID리더기 안테나 (좌)기판 위에 연결된 방사판 (우)

안테나 방향에 관계없이 여러 개의 태그를 인식하는데 더욱 효과적임을 보였다^[6].

따라서 본 연구에서 제안된 UHF대역 RFID 리더기용 원형편파 안테나의 블록다이어그램은 그림 3과 같다.

Microstrip Line 블록은 상용화된 여러 RFID 리더기와 호환성을 갖기 위하여 인덕턴스(L1)값을 조정함으로써 약 50Ω으로 임피던스 매칭 하였다.

또한 90°위상차 신호발생 및 Strip Line블록은 0.16 dB 삽입 손실과 90° 위상차를 갖는 Hybrid Coupler를 사용하여 원 신호를 90° 위상차를 갖게 하였으며, 진폭이 같으며 서로 직각인 두 직선 신호로 분리하기 위하여 λ/2 길이의 2개의 Strip Line으로 설계하였다. 이렇게 설계 제작된 원형편파안테나는 좌회전원형편파(LHCP)의 편파특성을 갖는다.

설계 및 제작된 UHF대역 RFID 리더기 안테나는 그림 4와 같이 PCB는 유전율(εr)=4.3인 FR4 epoxy 기판을 사용하고, 두께는 1mm의 단층 구조로 설계하였다.

III. 제안된 안테나 파라미터 측정 및 성능 분석

3.1 Return Loss(S11) 파라미터 측정

전자파 신호를 전송할 때 전송계에 임피던스의 부정합점이 있으면 이 점에서 전력의 반사가 일어

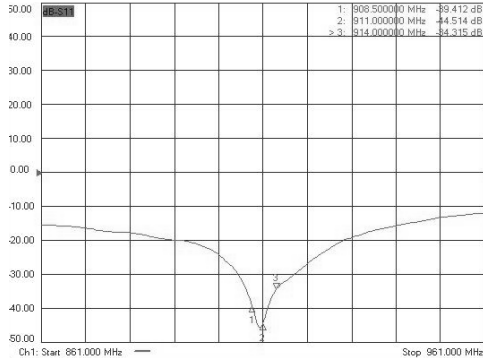


그림 5. 제작된 UHF대역 RFID 안테나의 Return Loss (S11)@span100MHz

표 1. 제작된 안테나의 Return Loss(S11) 측정값

frequency	return loss(S11)
908.5MHz	-39.412dB
911MHz	-44.514dB
914MHz	-34.315dB

나 입사 전력의 일부가 반사 전력이 되는데, 이때 입사 전력과 반사 전력의 비를 Return Loss라고 한다⁷⁾.

$$\text{반사손실} = 10 \log_{10} \frac{\text{입사 전력}}{\text{반사 전력}} \text{ (dB)} \quad (1)$$

제작된 UHF대역 RFID 리더기 안테나의 Return Loss(S11) 측정결과는 그림 5와 같으며, -10dB 반사손실 대역폭은 840MHz-980MHz로 광대역 특성을 가졌다. 또한 표 1과 같은 측정 데이터 값을 얻게 되어 반사손실이 격감됨을 확인하였다.

3.2 임피던스 정합 파라미터 측정

제작된 UHF대역 RFID 리더기 원형편파안테나의 임피던스 정합 파라미터 측정결과, 그림 6과 같이

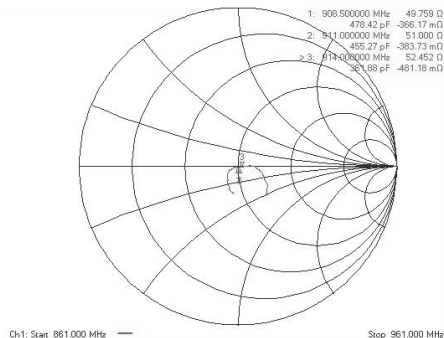


그림 6. 정합 임피던스 파라미터 측정

표 2. 제작된 안테나의 임피던스 측정값

주파수	임피던스
908.5MHz	49.76Ω
914MHz	51.00Ω
914MHz	52.45Ω

약 50 Ω 매칭하여 상용화된 여러 RFID 리더기 제품과 호환성이 있음을 확인하였다. 그리고 측정된 데이터 값은 표 2와 같다.

3.3 방사패턴 및 안테나 이득 파라미터 측정

제안된 안테나의 방사패턴 특성 실험 환경은 전파 무반사실에서 측정하였다. 또한 성능측정을 위하여 그림 7과 같이 제안된 원형편파안테나를 제작 (Target)안테나로 하고, 기준이 되는 안테나는 표준 (Standard)안테나로 설정하였다. 이렇게 설정된 두 안테나는 2.36m의 이격거리를 두고 측정하였다. 그리고 표준안테나는 SCHWARZBECK사의 혼안테나 (BBHA- 9120-D)를 사용하였으며, 안테나의 파라미터는 표 3과 같다.

제작된 UHF대역 RFID 리더기 안테나 방향에 따른 방사패턴과 안테나 이득을 측정하기 위하여 표준 안테나와 제작된 안테나를 수평 및 수직 방향으로 각각 회전시켜서 4가지 조건으로 측정하였다.

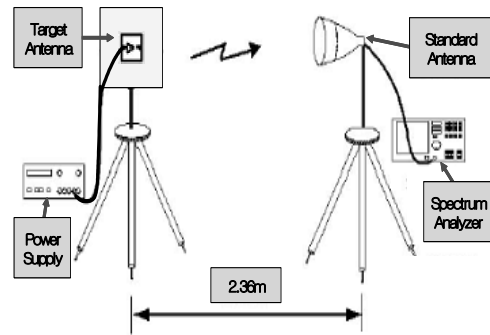


그림 7. 방사패턴 특성 실험 환경 및 측정 장치 구성도

표 3. 표준 안테나 파라미터

Frequency	Distance	Wavelength	Att.	Gain(Isotr.)	Ant.-Factor
900MHz	2.36m	0.33m	28.8dB	5.09dBi	24.21dB/m

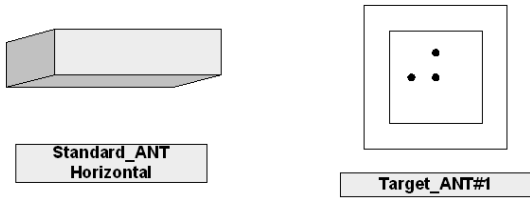


그림 8. 표준안테나를 수평으로 놓고 제작안테나(LHCP)를 정면으로 놓은 환경

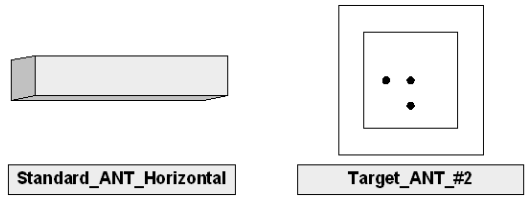


그림 12. 표준안테나를 수평으로 놓고 제작안테나(LHCP)를 90° 회전시킨 환경

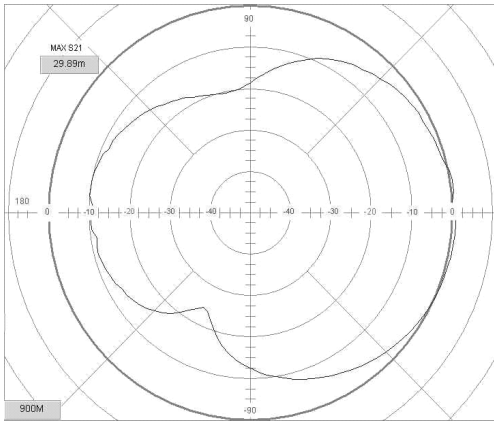


그림 9. 방사패턴과 안테나 이득 데이터

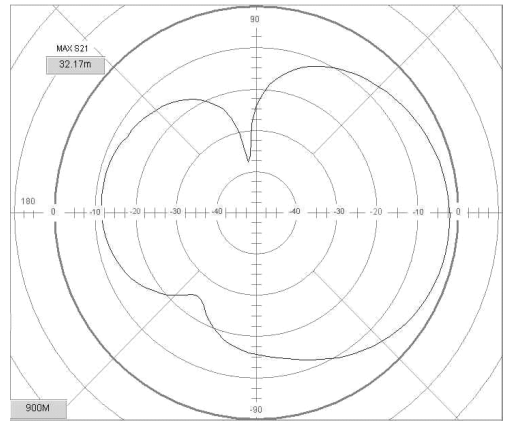


그림 13. 방사패턴과 안테나 이득 데이터



그림 10. 표준안테나를 수직으로 놓고 제작안테나(LHCP)를 정면으로 놓은 환경

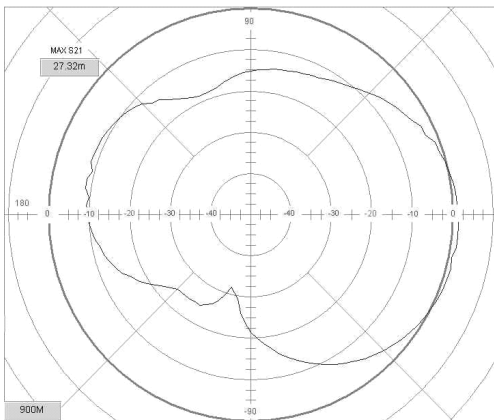


그림 11. 방사패턴과 안테나 이득 데이터

그림 8과 같이 표준 안테나를 수평으로 하고 제작된 안테나를 정면상태로 설정하여 측정하였으며, 그 결과는 그림 9와 같은 방사패턴과 9.09dBi의 안테나 이득을 얻었다.

그림 10과 같이 표준안테나를 수직으로 하고 제작 안테나를 정면상태로 설정하여 측정하였으며, 그 결과는 그림 11과 같은 방사패턴과 9.59dBi의 안테나 이득을 얻었다.

그림 12와 같이 표준 안테나를 수평으로 하고 제작 안테나를 90° 회전시킨 상태로 설정하여 측정하였으며 그 결과는 그림 13과 같은 방사패턴과 5.69 dBi의 안테나 이득을 얻었다.

그림 14와 같이 표준안테나를 수직으로 하고 제작 안테나를 90° 회전시킨 상태로 설정하여 측정하였으며 그 결과는 그림 15와 같은 방사패턴과 9.09 dBi의 안테나 이득을 얻었다.

제작된 UHF대역 RFID리더기 안테나 방향에 따른 방사패턴과 안테나 이득을 측정하기 위해 각각 4가지 실험조건에 따른 실험 결과, 수평 및 수직방향과 90° 회전시킨 방향성에 따른 안테나의 이득이 우수함을 확인하였다.



Standard_ANT_Vertical Target_ANT_#2

그림 14. 표준안테나를 수직으로 놓고 제작안테나(LHCP)를 90° 회전시킨 환경

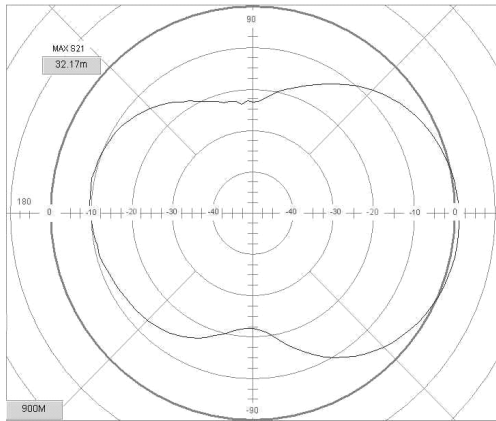


그림 15. 방사패턴과 안테나 이득 데이터

3.4 제안된 안테나 파라미터 성능분석

제작된 안테나와 상용화된 RFID 안테나의 전기적 특성을 비교하면 상용화된 기존 안테나의 크기가 약 21cm² 이상인 반면 제작된 안테나의 크기는 약 13.4 cm²로 1/2 정도 크기로 소형화 하였으며, 작아진 안테나 크기에 비하여 안테나 이득은 안테나의 방향특성에 따라 5.69dBi~9.59dBi로 기존 상용화된 안테나 이득 값과 동일함을 확인하였다.

VSWR값 역시 1.026으로 상용화된 기존 안테나에 비하여 우수하였고, 태그 인식거리 역시 기존 안테나는 약 3m 이하의 인식거리를 갖는 반면 제작된 안테나의 태그 인식거리는 약 4.5m로 상용화가 가능함을 알 수 있었다.

IV. 결론

본 논문에서는 UHF대역 RFID 리더기용 원형편파 안테나를 설계 및 제작하였다.

이를 위하여 본 논문에서는 원거리에서 여러 개의 태그를 동시에 오차 없이 정확하게 인식하기 위해 0.16dB 삽입손실과 90° 위상차를 갖는 Hybrid Coupler를 사용하여 원 신호를 90° 위상차를 갖게

하였으며, 진폭이 같으며 서로 직각인 두 직선 신호로 분리하기 위하여 $\lambda/2$ 길이의 2개의 Strip Line으로 설계하였다. 설계 및 제작된 원형편파 안테나는 최적화된 원형편파(LHCP)의 편파특성을 갖는다.

또한 태그에서 방사된 미세한 전력을 받기 위하여 $\lambda/2$ 길이의 Strip Line 급전점과 13.4cm×13.4cm 단면적의 방사판을 이중적으로 연결 설계 및 제작하였다.

안테나 제작 실험 결과, 안테나 파라미터인 방사손실(S11)은 908.5MHz 주파수에 약 -39.412dB로 매우 적었으며, 안테나 이득은 현재 상용화 수준인 9.09dB의 값을 얻을 수 있었다.

또한 임피던스 매칭은 약 49.76Ω으로 매칭하여 상용화된 여러 RFID 리더기 제품과 호환성이 있음을 확인하였다.

이러한 RFID 리더기의 원형편파 안테나 설계에 대한 접근 방법은 여타 시스템과의 호환성 및 안테나 효율 극대화를 통한 수신감도 향상 측면에서 안테나 부품의 국산화 및 향후 리더기 안테나 연구 분야에 기여할 수 있으리라 기대된다.

참 고 문 헌

- [1] 이승학, 천중훈, 박종안, “수동형 태그 기반 RFID 리더기의 성능 개선” 한국통신학회 논문지, Vol.31, pp.1159-1166, 2006.
- [2] 이근호외 3인, RFID HANDBOOK Second Edition, (주)영진닷컴, 2004.
- [3] K. Finkenzeller, RFID Handbook, Reading, MA:Addison Wiley, 2002
- [4] W. Rankl and W. Effing, Smart Card Handbook, New York:John Wiley & Sons, 2003.
- [5] C.A.Balanis, Antenna theory analysis and design, New York:John Wiley & Sons, 1997.
- [6] rfidusa.com, Gen 2 UHF Antennas, Dynasys Technologies, Inc.
- [7] Max W.Medley, Microwave and RF circuits :Analysis, Synthesis and Design, ARTECH HOUSE, 1993.

주 재 한 (Jae-han Ju)

정회원

한국통신학회논문지 제33권 제6호 참조

천 증 훈 (Jong-Hun Chun)

정회원



1988년 2월 조선대학교 전자공학
과 학사

1990년 2월 조선대학교 전자공학
과 석사

1996년 2월 조선대학교 전자 공
학과 공학박사

1999년 3월~2007년 12월 전남도

립대학 컴퓨터정보통신과 부교수

2008년 1월~현재 전남도립대학 실버케어학과 부교수

<관심분야> CDMA, RFID/USN, RF