

---

# UHF RFID 리더기용 LHCP 안테나 설계 및 제작

박성일\* · 김선일\* · 고영혁\*

Design and Fabrication of LHCP Antenna for UHF RFID reader

Sung-il Park\* · Sun-il Kim\* · Young-hyuk Ko\*

---

본 연구는 중소기업청의 2009산학공동기술 개발지원사업의 지원을 받아 수행되었음.

---

## 요 약

본 논문에서는 원형편파를 가진 900MHz대역 RFID 리더기 안테나를 설계 및 제안하고 실험에 의하여 조사하였다. 900MHz대역 RFID 리더기 안테나는 좌선편파를 산출할 수 있는 용량을 구성한 단순한 방사기로 제안되었다. 또한, 설계·제작한 900MHz대역 RFID 리더기 원형편파 안테나는 1010MHz 중심주파수 대역에서 -38.28dB의 리턴로스 값을 가지며, 905~1030MHz에서 12.5%대역폭을 갖는다. 제안한 LHCP 안테나 최대이득은 6dBi 이고, 축비가 2 이하에서 동작하는 원편파 안테나이다. 측정된 결과, 2기준 이하 축비값은 동작 주파수에서 양호하게 관측되었으며, 제안된 안테나는 무선통신에서 RFID응용을 위해 적합하다.

## ABSTRACT

In this paper, a design for the 900MHz bandwidth RFID reader antenna with circular polarization is proposed and experimentally investigated. The 900MHz bandwidth RFID reader antenna is proposed as a simple radiator with loading capacitor to generate LHCP(Left Hand Circular Polarization). Also, the design and fabrication of antenna has the returnloss of -32.28dB at the center frequency of 1010MHz and Bandwidth of 12.5% at 905Hz~1030MHz. Proposed LHCP antenna of maximum gain is 6dBi and satisfy axial ratio based on 2. From the measured result, axial ratios based on 2 are observed at the operating frequencies. The proposed antenna is suitable for RFID applications in wireless communications.

## 키워드

원형편파 안테나, 용량을 장하한 MSA(Microstrip Antenna), RFID, 900MHz 대역 안테나

## Key word

Circular Polarization Antenna, QMSA(Quad Mzicroatrip Antenna), RFID, 900MHz Antenna

## I. 서 론

RFID는 기존의 바코드 시스템에 비해 유비쿼터스 센서 네트워크와 같은 새로운 응용 분야에 적용할 수 있는 신기술로 주목을 받고 있다.[1][2]

RFID는 무선 주파수(radio frequency)를 이용하여 사물에 부착된 태그에 저장되어 있는 정보를 인식하여 측위, 원격 처리·관리 및 사물 간 정보 교환 등 다양한 서비스를 제공할 수 있는 시스템으로 태그와 리더, 미들웨어 및 응용 서비스 플랫폼으로 구성되며, 저주파(125KHz, 135KHz), 고주파(13.56MHz), 극초단파(433MHz, 860~960MHz) 마이크로파(2.45GHz) 등 여러 주파수 대역을 이용하고 있다. 이 중 UHF 대역은 중장거리 신호 전송이 가능하며, 대역폭이 넓고 고속 전송이 가능하기 때문에 많은 분야에서 연구중이다.[3] ISM 대역의 RFID는 주변 환경에 민감하여 전체 RFID 시스템의 성능이 가변적이라는 단점을 갖고 있다. 반면 UHF대역은 수동 태그의 인식률 및 인식거리가 가장 뛰어나 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.[4][5][6]

본 논문에서는 상용화된 HFSS를 이용하여 H사의 900MHz대역 게이트형 RFID 리더기 안테나를 분석하였으며, 용량을 장하한 MSA구조를 응용하여 UHF대역 리더기 안테나를 설계·제작 하였다. 본 논문에서 제안한 안테나는 기존의 H사의 900MHz대역 리더기 안테나보다 향상된 리턴로스 및 우수한 LHCP 특성을 갖는 UHF대역의 RFID 리더기 원형편파 특성을 갖는다.

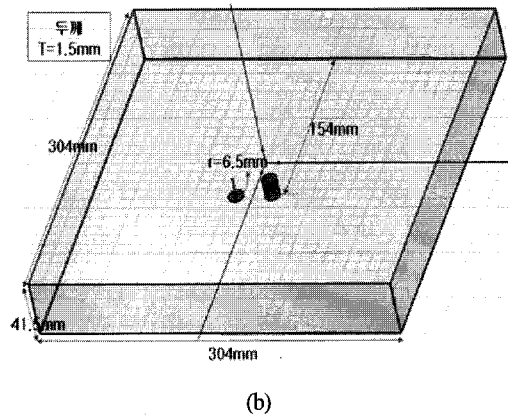
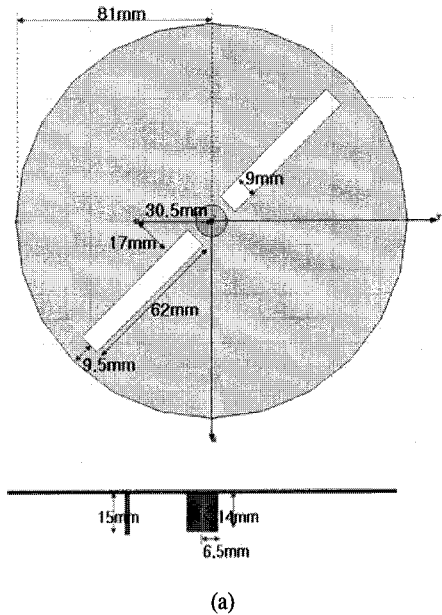
## II. 안테나 구조

### II-1 H사 RFID 리더기 안테나 구조

그림 1은 H사(Hytrax Co.)에서 제작한 900MHz 대역 게이트형 RFID 리더기 안테나 구조로써 공기의 유전율을 활용한 원형 패치 구조에 그라운드 높이를 활용하고,

동축선로 급전방식을 활용한 안테나이다. H사 900MHz 대역 게이트형 RFID 리더기 안테나구조는 그림 1(a)와 같은 패치부분과 이를 지탱해주는 거치대 역할과 그라운드 역할을 동시에 하는 그림 1(b)와 같은 부분으로 분리된 구조이다.

그림 1의 H사 안테나구조는 원편파가 동작할 수 있도록 원형패치에 단락편파 2개의 슬롯을 갖는 매우 단순한 구조이다.



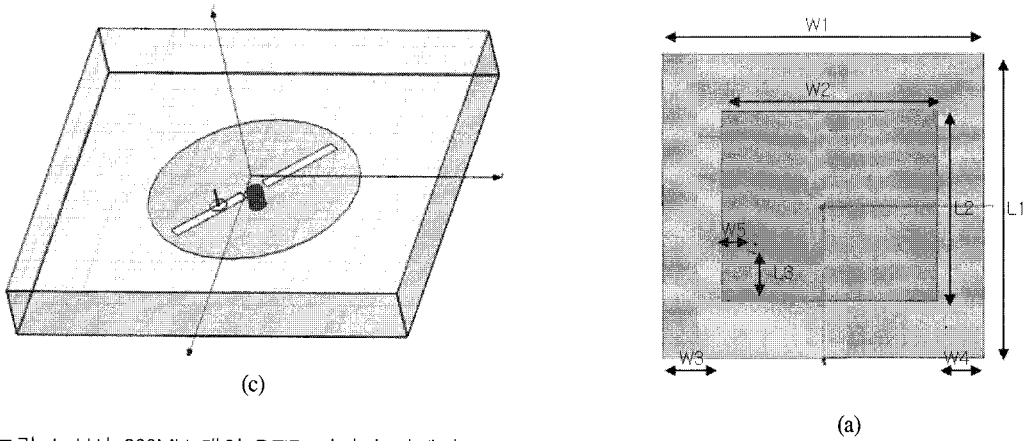


그림 1. H사 900MHz대역 RFID 리더기 안테나 구조  
 (a) H사 900MHz대역 RFID 리더기용 안테나 패치  
 (b) H사 900MHz 대역 RFID 리더기용 안테나 거치대  
 (c) H사 900MHz대역 RFID 리더기용 안테나 설계  
 Fig. 1 Antenna structure for 900MHz RFID reader of H Co.  
 (a) Antenna patch for 900MHz RFID reader of H Co.  
 (b) Antenna upholder for 900MHz RFID reader of H Co.  
 (c) Antenna design for 900MHz RFID reader of H Co.

II-2 제안된 RFID 리더기 안테나 구조

본 논문에서 제안한 안테나는 용량을 장대한 MSA 구조를 응용하여 공기의 유전율을 활용한 타입으로서 직사각형 패치 구조에 그라운드 높이 활용하여 대역폭을 넓게 하였으며, 동축선로 급전방식을 활용하여 최적의 상태를 나타냈다. 제안된 안테나는 전기력선 형성에 제한 받지 않도록 그라운드판을 접어올린 좌측 그라운드판과 우측 그라운드판이 방사패치와 용량을 구성하도록 하여 소형화하였다.[7][8]

그림 2에서와 같이 900MHz 대역 원형편과 안테나의 구조는 유전체의 아랫부분에 직사각형의 패치를 갖도록 그림 2(a)와 같은 패치 부분과 이를 지탱하는 거치대의 역할과 그라운드의 좌·우측 부분을 접어 올려서 직사각형 패치가 용량을 장하 하도록 하는 역할을 동시에 수용하는 그림 2(b)의 거치대 부분으로 분리된 구조이다.

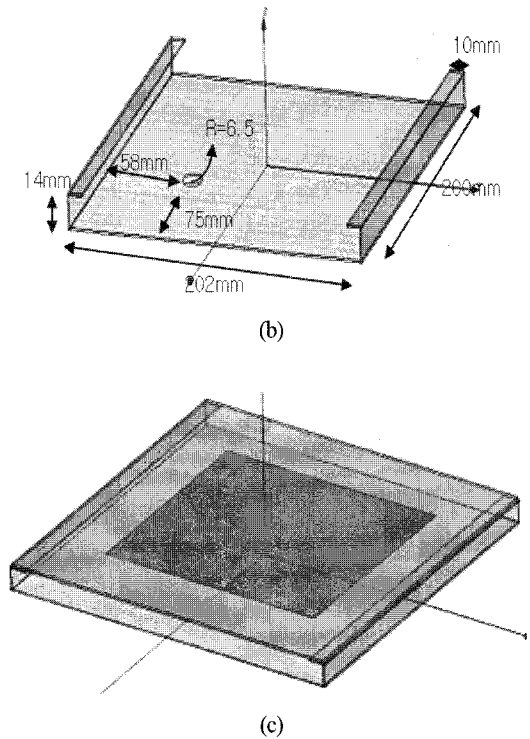


그림 2. 제안된 900MHz RFID 리더기용 안테나 구조  
 (a) 제안된 900MHz대역 RFID 리더기용 안테나 패치  
 (b) 제안된 900MHz대역 RFID 리더기용 안테나 거치대  
 (c) 제안된 900MHz대역 RFID 리더기용 안테나  
 Fig. 2 Proposed antenna structure for 900MHz RFID reader  
 (a) Proposed antenna patch for 900MHz RFID reader  
 (b) Proposed antenna upholder for 900MHz RFID reader  
 (c) Proposed antenna design for 900MHz RFID reader

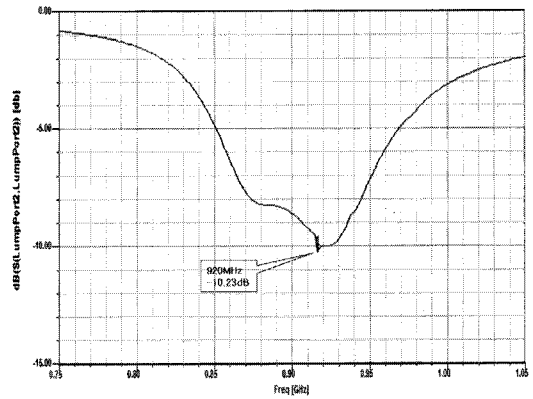
### III. 안테나 특성 고찰

900MHz대역 RFID 리더기 안테나 설계는 유전율  $\epsilon_r=4.4$ , 두께(H) 1.6mm인 에폭시(FR4-epoxy) 기판을 활용하였으며, 거치대는 동판을 사용하여 설계하였다. 900MHz대역 RFID 리더기 안테나의 길이는 그라운드의 역할까지 수용하는 거치대를 포함하여 전체 크기 202×200×15.6mm로 설계하였으며, 상용화된 프로그램 HFSS를 이용하여 H사 900MHz대역 게이트형 RFID 리더기의 안테나 리턴로스 특성과 900MHz대역에서 동작하도록 제안된 원형편파 안테나의 리턴로스 특성은 그림 3에서 비교하였다.

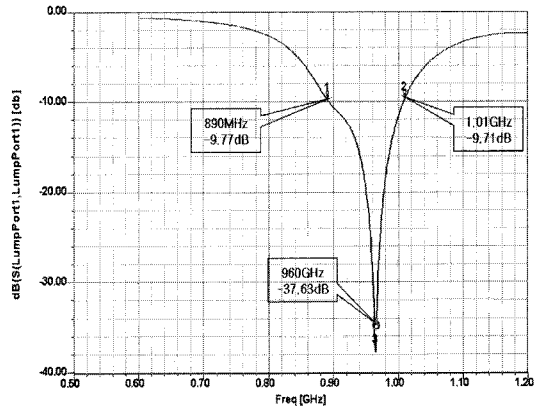
그림 3 (a)는 H사의 안테나로 중심주파수 920MHz에서 리턴로스 값이 -10.23dB이며, 그림 3(b)는 제안된 안테나로 중심주파수 960MHz에서 리턴로스 값이 -37.63dB, 대역폭은 12.5%이다. 또한, H사 900MHz대역 게이트형 RFID 리더기의 방사패턴 특성은 그림 4와 같고 LHCP가 9.506dBi, RHCP가 0.401dBi로 LHCP와 RHCP의 차이가 9.105dBi로 LHCP 특성을 나타내었고, 제안된 RFID Reader 안테나의 방사패턴 특성은 그림 5와 같이 LHCP가 6.803dBi, RHCP가 -7.944dBi로 LHCP와 RHCP의 차이가 14.747dBi의 우수한 LHCP 특성을 나타내었다. 표 1은 HFSS에 의해서 시뮬레이션 한 H사 게이트형 RFID 리더기 안테나와 제안된 RFID 리더기 안테나의 특성 비교로 제안된 안테나의 소형화와 편파차(LHCP-RHCP) 등의 우수성을 보였다.

표 1. HFSS에 의한 RFID 리더기 안테나의 특성비교  
Table.1 Characteristics comparison of RFID reader antenna by HFSS

제원	H사 안테나	제안된 안테나
크기	304×304×41.5	200×200×15.6
중심주파수	920MHz	960MHz
LHCP	9.506dBi	6.803dBi
RHCP	0.401dBi	-7.944dBi
편파차	9.105dBi	14.747dBi
콘넥터 형태	N형 커넥터	SMA 커넥터



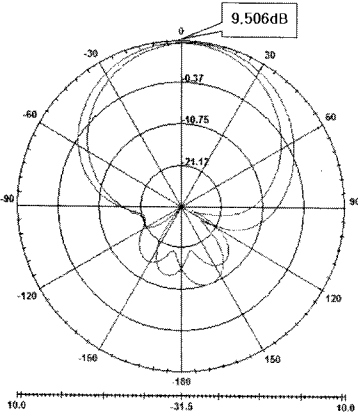
(a)



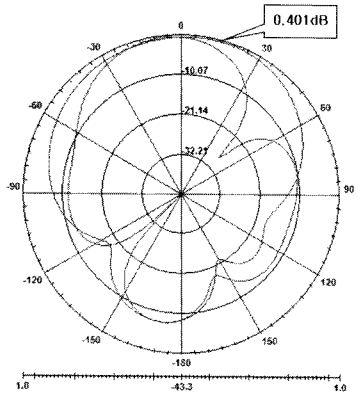
(b)

그림 3. HFSS에 의한 리턴로스 특성  
(a) H사 RFID 리더기용 안테나 리턴로스  
(b) 제안된 RFID 리더기용 안테나 리턴로스  
Fig. 3 Return loss characteristic by HFSS  
(a) Antenna return loss for RFID reader of H Co.  
(b) Proposed antenna return loss for RFID reader

H사 게이트형 RFID 리더기 안테나의 크기는 304×304×41.5mm이며 그림 6(a)와 같고, 실제 제작한 제안된 900MHz 대역 RFID 리더기 원형편파 안테나의 제원은 표 2와 같으며, 실제 제작된 안테나는 동축선로의 최적 위치를 찾아 급전하여 최대 공진이 발생하도록 그림 6(b)와 같이 제작하였다.



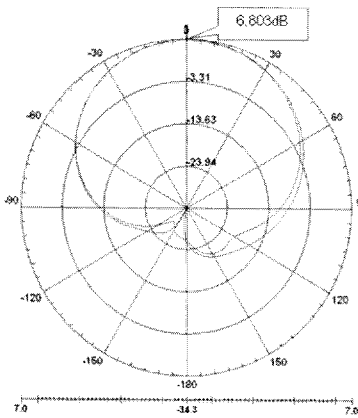
(a)



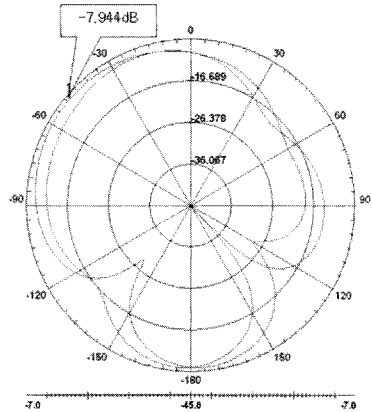
(b)

그림 4. H사 RFID 리더기용 안테나 방사패턴 (a)LHCP (b) RHCP

Fig. 4 Antenna radiation pattern for RFID reader of H Co. (a)LHCP (b) RHCP



(a)



(b)

그림 5. 제안된 RFID 리더기용 안테나 방사패턴 (a)LHCP (b) RHCP

Fig. 5 Proposed antenna radiation pattern for RFID reader (a)LHCP (b) RHCP

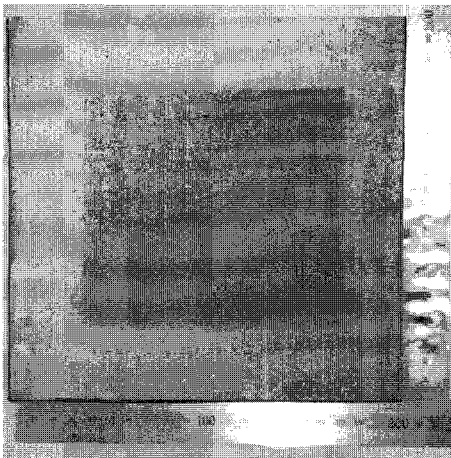
그림 7(a)는 H사 게이트형 RFID 리더기 안테나의 중심주파수 900 MHz에서 -27.667dB의 리턴로스 값과, 857~992MHz에서 15%의 대역폭을 나타내었다. 그림 7 (b)는 실제 제작한 900MHz 대역 RFID 리더기 안테나의 중심 주파수가 약 1000MHz에서 -38.277dB 리턴로스 값과 0.905~1.03GHz로 약 12.46%의 대역폭을 갖는 매우 양호한 특성을 나타내었다. 그림 9는 860~1040MHz의 측정 주파수 대역을 20MHz 간격으로 나누어 E1, E2, H 면을 측정한 것이며 최대이득이 6dBi 이상임을 확인하였다.

표 2. 제안된 RFID 리더기용 안테나 설계 제원 Table. 2 Proposed antenna design parameters for RFID reader

제안된 RFID 리더기 안테나 구조			
W1(mm)	200	L1(mm)	200
W2(mm)	134	L2(mm)	125
W3(mm)	37	L3(mm)	37.5
W4(mm)	29	H1(mm)	15.6
W5(mm)	21	$\epsilon_r$	4.4



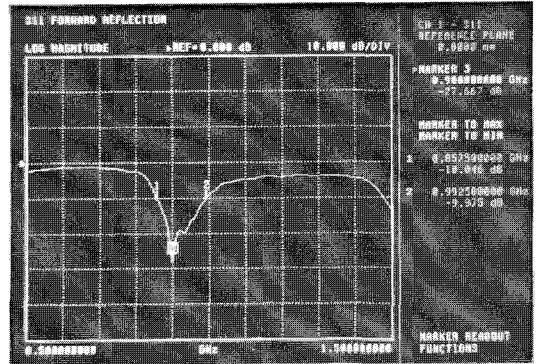
(a)



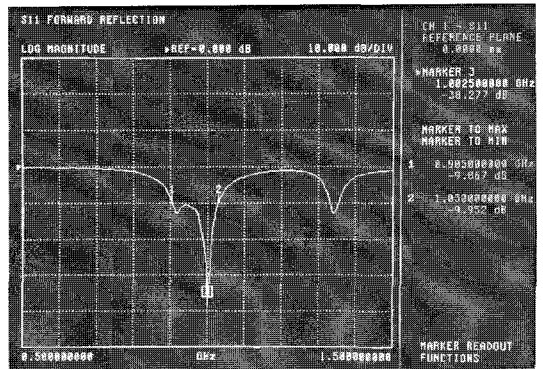
(b)

그림 6. 900MHz 대역 RFID 리더기용 안테나 설계  
(a) H사 RFID 리더기용 설계된 안테나  
(b) RFID 리더기용 설계된 안테나

Fig. 6 Antenna design for 900MHz band RFID reader  
(a) Designed antenna for RFID reader of H Co.  
(b) Designed antenna for RFID reader



(a)



(b)

그림 7. 측정된 리턴로스 특성

(a) H사 RFID 리더기용 안테나 리턴로스

(b) 제안된 RFID 리더기용 안테나 리턴로스

Fig. 7 Measured return loss characteristic

(a) Antenna return loss for RFID reader of H Co.

(b) Proposed antenna return loss for RFID reader

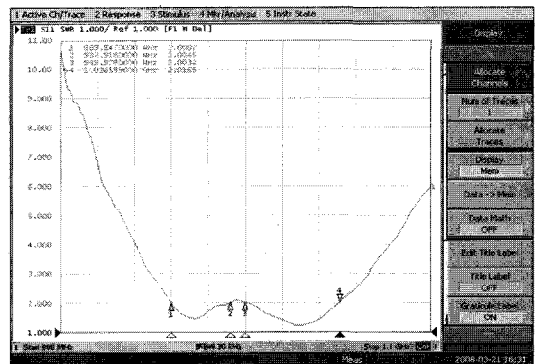


그림 8. 제작된 안테나의 축비

Fig. 8 Axial ratios of fabricated antenna

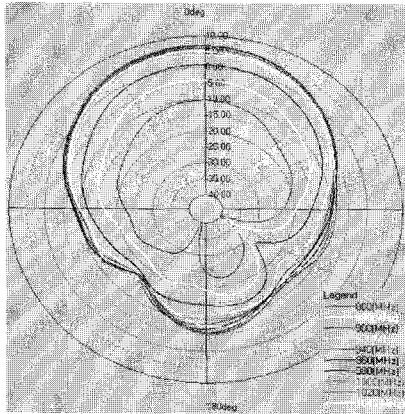
V. 결 론

본 논문에서는 용량을 장대한 MSA 구조를 응용한 900MHz대역 RFID 리더기 원형편파 안테나를 설계 제작하였다. 설계된 900MHz대역 RFID 리더기 원형편파 안테나는 상용화된 프로그램인 HFSS에 의해 중심주파수 960MHz에서 -37.63dB의 리턴로스 특성을 얻었으며, 대역폭은 890~1010MHz로 대역폭은 12.5%로 나타났다. 또한 방사이득은 LHCP가 6.803dBi, RHCP가 -7.944dBi로 LHCP와 RHCP의 차이가 14.747dBi의 우수한 LHCP 특성을 갖도록 설계되었다. 제작된 900MHz대역 RFID 리더기 원형편파 안테나는 중심주파수 1000MHz에서 -38.28dB 리턴로스 특성을 갖으며, 905~1030MHz로 약 12.46%의 대역폭을 갖는 매우 양호한 특성을 나타내었다. 그리고 제작된 안테나가 RFID 리더기의 중심주파수인 900MHz 대역에서 동작할 수 있는지 확인할 수 있도록 860MHz에서 1040MHz까지 20MHz 간격으로 방사패턴을 측정하여 최대이득이 6dBi 이상임을 확인하였다. 또한 상용화 프로그램을 통한 시뮬레이션 및 측정을 통해 제작한 900MHz대역 RFID 리더기 원편파 안테나와 H사 900MHz대역 게이트형 RFID 리더기 안테나의 비교에서 제작한 안테나의 매우 양호한 특성을 확인하였고, H사의 안테나보다 소형화되고 이득이 높은 안테나 특성을 나타내었다. 앞으로 본 논문을 기본으로 하여 더욱더 소형화되고 이득이 좋은 900MHz대역 RFID 리더기용 원형편파 안테나와 실내 기지국용 안테나를 설계·제작하는데 적용할 예정이다.

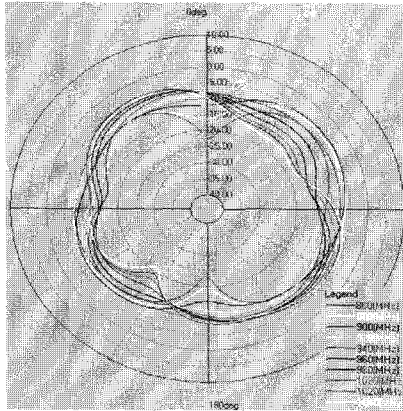
본 연구는 중소기업청의 2009산학공동기술 개발지원사업의 지원을 받아 수행되었음.

참고문헌

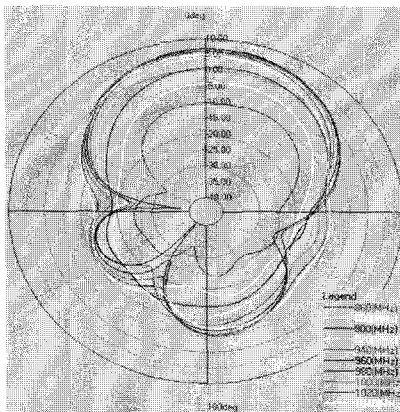
[1] K. Finkenzeller, RFID Handbook, Reading, MA, Addison Wiley, 2002.



(a)



(b)



(c)

그림 9. 제작된 안테나의 방사특성  
(a) E1면 (b) E2면 (c) H면

Fig. 9 Radiation patterns of fabricated antenna  
(a) E1 plane (b) E2 plane (c) H plane

- [2] 이근호의 3인, RFID HANDBOOK Second Edition, (주) 영진닷컴, 2004.
- [3] 강채운, 윤기호 “UHF RFID 리더기용 송수신 겸용 이중 편파 안테나” 한국전자과학회논문지 Vol.16, No.12, pp1213~1221, 2005. 12
- [4] 김상기, 최익권 “휴대용 UHF RFID 리더기용 원편파 마이크로스트립 안테나의 대역폭 개선” 한국전자과학회논문지, Vol.19, No.4, pp. 404~410, 2008.
- [5] 주재한, 천중훈 “900MHz대 RFID 리더기 안테나 설계에 관한 연구” 한국통신학회논문지 Vol.33, No.12, pp. 473~478, 2008.
- [6] 김찬백, 박성일, 고영혁 “기지국용 원형편파 안테나 설계 및 제작” 한국정보기술학회논문지, pp. 142, 2009.
- [7] M. Ali and Gerard J. H., “Analysis of Integrated Inverted-F Antenna for Bluetooth Applications:”, Ericsson Inc.
- [8] J. R. James, P. S. Hall, “Handbook of microstrip antennas”, IEEE Electronmagnetic Wave Series 28, pp. 1093~1105, 1989.



고영혁(young-huk Ko)

1981년 건국대학교 전자공학과 졸업(학사)  
1983년 건국대학교 대학원 전자공학과 졸업(석사)

1990년 건국대학교 대학원 전자공학과 졸업(박사)  
1981년~1983년 건국대학교 전자공학과 조교  
1994년~1995년 리훈대학교 전자공학과 Post -Doc  
1990년~현재: 동신대학교 정보통신공학과 교수  
※관심분야: 이동체 안테나 설계, 초고주파 회로 설계, EMI/EMC

저자소개



박성일(Sung-il Park)

2002년 동신대학교 정보통신공학과 학사  
2004년 동신대학교 정보통신공학과 석사

2006년 전남대학교 전자정보통신공학과 박사 수료  
2006~2009년 동신대학교 정보통신공학과 전임강사  
※관심분야: RF 부품설계, 소형안테나설계



김선일(Sun-il Kim)

2008년 동신대학교 정보통신공학과 학사  
2009년~ 동신대학교 정보통신공학과 석사

※관심분야: 이동체 안테나 설계,