

# UHF RFID 리더기용 원형편파 안테나 설계

## Design of a Circularly Polarized Antenna for UHF Band RFID Reader

천중훈\*      한승조\*\*      변재영\*\*\*      임 경\*\*\*\*      박종안\*\*  
(Jong-Hun Chun)   (Seung-Jo Han)   (Jae-Young Pyun)   (Gyeong Lim)   (Jong-An Park)

### 요 약

본 논문에서는 UHF대역의 RFID 리더기용 원형편파 안테나를 설계·제작하였다. 그리고 설계·제작된 안테나의 성능분석을 통하여 Return Loss (S11)는 914 MHz에서 약 -45.529 dB로 상당히 적었으며, 안테나 이득은 약 6.09 dBi값을 얻었다. 또한 임피던스 매칭은 약 50.48 Ω이고, 사용 대역 중심 주파수인 911 MHz에서 축비는 1.2 dB로 설계되어 모든 RFID 리더기에 적용 가능함을 확인하였다. 따라서 RFID 리더기의 파라미터에서 가장 중요한 것 중 하나는 수신감도를 향상시켜서 원거리에서도 멀티태그를 인식하는데 있어서 원형편파 안테나의 이득을 높게 설계·제작함으로써 감도를 향상 시킬 것으로 기대된다.

### Abstract

This study has designed a circular polarization antenna for UHF bandwidth RFID reader. As a result of performance test of the antenna designed it is found that return loss (S11) is about -45.529dB at 914MHz, which is relatively small, and antenna gain is about 6.09dBi. It has also been confirmed that 50Ω impedance matching is about 50.48Ω and it can be applied to every RFID reader. Therefore, the antenna is designed to have higher gain of circular polarization by improving reception, which is one of the most important parameters of RFID reader and is expected to be extensively used to recognize multi-tag in the distance.

**Key words** : RFID, UHF band, RFID reader, antenna gain, circularly polarized antenna

## I. 서 론

정보통신부 7대 핵심 과제 중 하나인 RFID는 기존의 바코드 시스템에 비해 보다 많은 사물의 정보를 확인하고 주변 상황정보를 감지하는 전자태그 및

감지 기술일 뿐만 아니라, 유비쿼터스 센서 네트워크와 같은 새로운 응용 분야에 적용할 수 있는 신기술로 주목을 받고 있다 [1].

표준화 RFID 주파수의 경우 대부분의 국가에서 HF 대역(13.56 MHz), UHF 대역(860 ~ 960 MHz), ISM대

\* 주저자 : 전남도립남도대학 컴퓨터정보통신공학과 교수

\*\* 공저자 : 조선대학교 정보통신공학부 교수

\*\*\* 공저자 : 조선대학교 정보통신공학부 조교수

\*\*\*\* 공저자 : 조선대학교 정보통신공학과 석사

† 논문접수일 : 2007년 10월 23일

역(2.4 GHz)에서의 다각적인 연구가 실현되고 있으나 HF대역의 RFID는 자계 결합 방식을 사용하여 안테나 인식 영역이 매우 협소하다는 단점을 갖고 있으며, ISM대역의 RFID는 주변 환경에 민감하여 전체 RFID 시스템의 성능이 가변적이라는 단점을 갖고 있다. 반면 UHF 대역은 수동 태그의 인식을 및 인식거리가 가장 뛰어날 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. 현재 우리나라에서도 UHF 대역(908.5 ~ 914 MHz)이 RFID 용도로 주파수가 할당되어 다양한 분야에서 연구 개발이 진행중에 있다 [1, 2].

UHF 대역의 RFID 시스템에서는 리더기와 태그의 상호 무선 전자파방식에 있어서 안테나의 역할이 중요하다. 특히 태그의 전력을 리더기에서 공급받는 수동형 RFID에 있어서 안테나의 특성은 리더기와 태그의 통신 인식거리를 결정하는데 중요한 요소 중 하나이다. 따라서 RFID 리더기 안테나 특성은 동작 주파수 대역에서 반사 손실이 거의 없어야 하며 양질의 원형 편파를 갖도록 설계되어야 한다. 또한 리더기 안테나는 원거리 인식과 다중 태그 인식이 가능하도록 높은 방사 전력을 가져야 하며, 안테나의 크기는 주어진 공간을 효율적으로 활용하기 위해서 단면적이 적어야 한다 [1, 2].

본 논문에서는 UHF대역 RFID 리더기용 원형편파 안테나를 설계·제작하기 위하여 Hybrid Coupler (삽입손실 0.16 dB)를 사용하여 원 신호를 90° 위상차를 갖는 2개의 신호로 분리한 후, 각각  $\lambda/2$  길이의 Strip Line에 전력을 공급하는 방법을 이용하였고, 또한 Strip Line의 급전점에 방사판(단면적 13.4 cm<sup>2</sup>)을 연결하여 설계·제작함으로써 RFID 시스템의 중요한 파라미터 중 하나인 수신감도를 향상시킬 수 있도록 하였다.

제안된 안테나의 설계·제작 및 특성들을 이해하기 위해서 I 장에서는 UHF대역 RFID 리더기 안테나의 중요성을 기술하고, II 장에서는 리더기 안테나의 설계 및 제작방법에 대하여 기술하

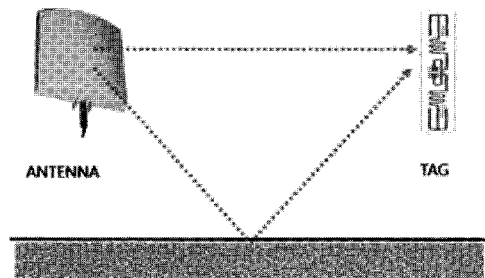
였으며 III 장에서는 제안한 안테나의 특성 파라미터 및 상용화 제품에 적용하여 분석하였다. 끝으로 IV 장에서 제안한 안테나의 결론을 맺고자 한다.

## II. 리더기 안테나 설계 및 제작

### 1. 원형편파 안테나 설계 목적

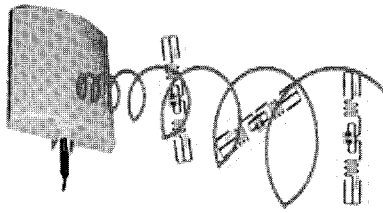
RFID 태그의 다중경로 수신 신호를 검파할 때 신호의 반사와 간섭으로 인하여 에러의 중요한 원인이 될 수 있을 뿐만 아니라 태그를 인식하기 위해서는 태그의 위치가 편파면과 직선상에 있어야 하는 단점이 있다. 이러한 다중경로 신호로 인한 오류를 최소화하고 태그 안테나의 방향에 구애 받지 않는 높은 인식률을 얻기 위하여 원형편파를 사용한 UHF 대역 RFID 리더기 안테나를 설계하였다.

<그림 1>은 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. 반면 <그림 2>와 같이 원형편파는 위상이 90°가 다르고 진폭이 같으며 서로 직각인 두 직선 편파일 때 원형적으로 전자파가 방사되어 태그의 위치 및 안테나 방향에 관계없이 여러 개의 태그를 인식하는데 더욱 효과적임을 보였다 [3].



<그림 1> 평면편파 안테나와 태그 상호간 다중경로 직선편파 특성

<Fig. 1> Multiplex path propagation between flat polarization antenna and tag.



<그림 2> 원형편파 안테나와 태그 상호간 원편파 특성

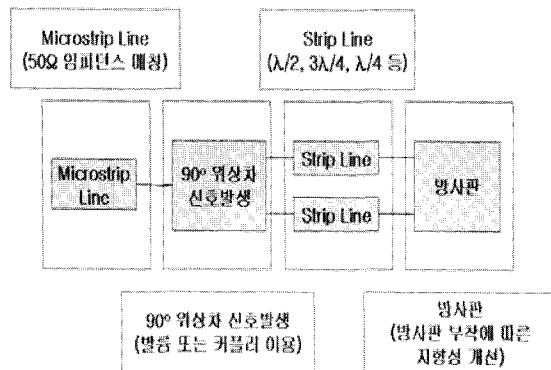
<Fig. 2> Propagation path between circularly polarized antenna and tag

## 2. 제안된 안테나 설계·제작

본 연구에서 제안된 UHF대 RFID 리더기용 원형편파 안테나의 블록다이어그램은 <그림 3>과 같다.

Microstrip Line 블록은 상용화된 여러 RFID 리더기와 호환성을 갖기 위하여 <그림 4>에서 Microstrip Line을 설계하여 인덕턴스(L1)값을 조정함으로써 약 50 Ω으로 임피던스 매칭 하였다.

또한 90° 위상차 신호발생 및 Strip Line 블록은 <그림 4>에서 본 바와 같이 0.16 dB 삽입손실과, 90° 위상차를 갖는 Hybrid Coupler를 사용하여 원신호를 90° 위상차를 갖게 하였으며, 진폭이 같으며 서로 직각인 두 직선 신호로 분리하기 위하여 λ/2 길이의 2개의 Strip Line으로 설계하였다. 설계·제작

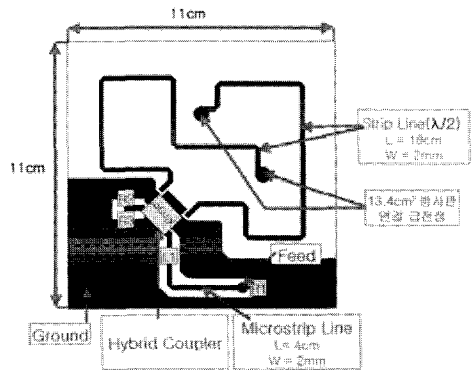


<그림 3> 제안된 UHF RFID 리더기 안테나 구성도

<Fig. 3> Proposed UHF RFID reader antenna composition

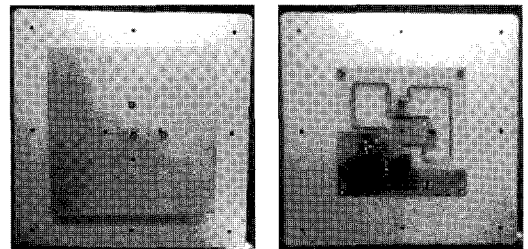
된 원형편파 안테나는 좌회전 원형편파(LHCP)의 편파특성을 갖는다.

설계·제작된 UHF대 RFID 리더기 안테나는 <그림 5>와 같이 PCB는 유전율( $\epsilon_r$ )=4.3인 FR4 epoxy 기판을 사용하고, 두께는 1 mm의 단층 구조로 설계하였다. 또한 태그에서 반사된 미세한 전력을 받기 위하여 <그림 4>와 같이 λ/2 길이의 2개의 Strip Line 급전점과 13.4 cm × 13.4 cm 단면적의 방사판을 이중적으로 연결 설계·제작하였다.



<그림 4> 제안된 UHF RFID 리더기 원형편파 안테나 설계도

<Fig. 4> Proposed UHF RFID reader circular polarization antenna plan



<그림 5> 제작된 UHF RFID 리더기 안테나 (좌) 기판 위에 연결된 방사판 (우) <그림4>에서 설계된 기판

<Fig. 5> Manufactured UHF RFID reader antenna On substrate (left) and (right) designed circuit board of <Fig. 4> in picture

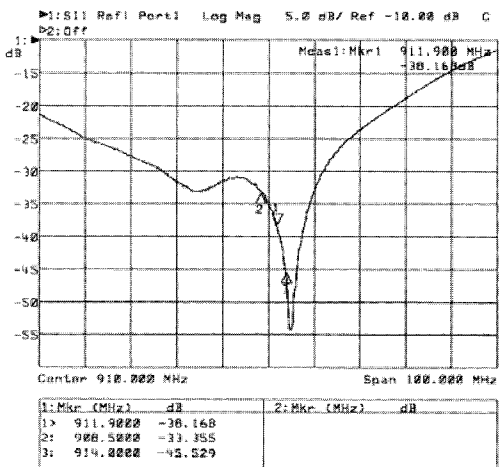
### Ⅲ. 제안된 안테나 파라미터 측정 및 성능분석

#### 1. Return Loss(S11) 파라미터 측정

전자파 신호를 전송할 때 전송계에 임피던스의 부정합점이 있으면 이 점에서 전력의 반사가 일어나 입사 전력의 일부가 반사 전력이 되는데, 이때 입사 전력과 반사 전력의 비를 Return Loss라고 한다 [4].

$$\text{반사손실} = 10 \log_{10} \frac{\text{입사전력}}{\text{반사전력}} \text{ (dB)}$$

제작된 UHF RFID 리더기 안테나의 Return Loss (S11) 측정결과는 <그림 6>과 같으며, <표 1>과 같은 측정 데이터 값을 얻게 되어 반사손실이 격감됨을 확인하였다. <그림 7>과 같이 -10 dB 반사손실 대역폭은 670 MHz~940 MHz (270 MHz: 33.5%)로 광대역 특성을 가졌으며, 한국 UHF RFID 리더기의 사용 대역 중심 주파수인 911 MHz에서 측비는 1.2 dB를 얻었다.



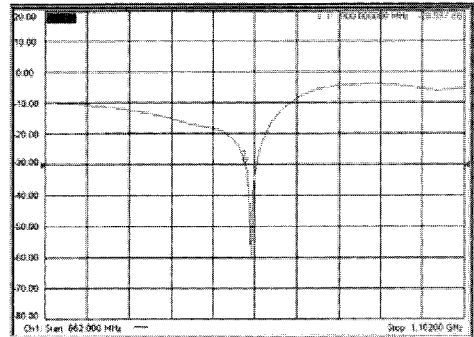
<그림 6> 제작된 UHF대 RFID 안테나의 Return Loss(S11)@span100MHz

<Fig. 6> Return Loss(S11) @span100MHz of manufactured UHF RFID antenna

<표 1> 제작된 안테나의 Return Loss(S11) 측정값

<Table 1> Return Loss(S11) measurement value of manufactured antenna

주파수	Return Loss(S11)
908.5 MHz	-33.355 dB
911.9 MHz	-38.168 dB
914 MHz	-45.529 dB



<그림 7> 제작된 UHF대 RFID 안테나의 Return Loss(S11)@span500MHz

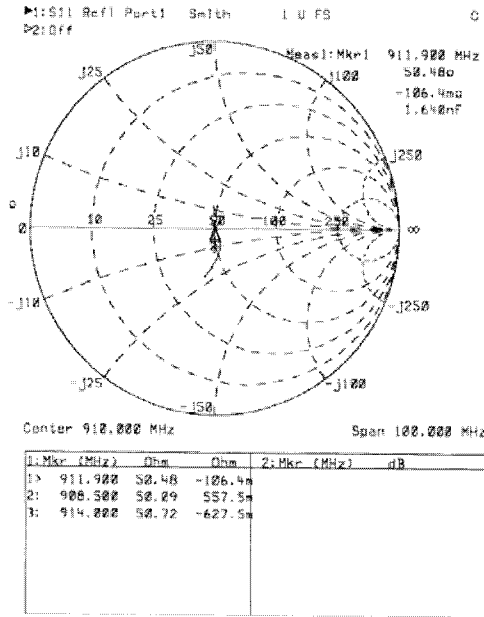
<Fig. 7> Return Loss(S11) @span500MHz of manufactured UHF RFID antenna

#### 2. 임피던스 정합 파라미터 측정

제작된 UHF RFID 리더기 원형편파 안테나의 임피던스 정합 파라미터 측정결과 <그림 8>과 같이 약 50 Ω 매칭하여 상용화된 여러 RFID 리더기 제품과 호환성이 있음을 확인하였다. 그리고 측정된 데이터값은 <표 2>와 같다.

#### 3. 방사패턴 특성 실험 환경 및 측정 조건

제안된 안테나의 방사패턴 특성 실험 환경은 전파 무반사실에서 측정하였다. 또한 성능측정을 위하여 <그림 9>와 같이 제안된 원형편파 안테나를 제작(Target)안테나로 하고 기준이 되는 안테나는표준(Standard)안테나로 설정하였다. 이렇게 설정된 두 안테나는 2.36 m의 이격거리를 두고 측정하였다.



<그림 8> 정합 임피던스 파라미터 측정  
<Fig. 8> Conformity impedance parameter measurement

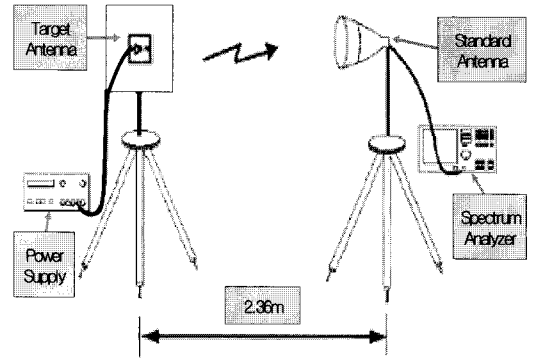
<표 2> 제작된 안테나의 임피던스 측정값  
<Table 2> Impedance measurement value of manufactured antenna

주파수	임피던스
908.5 MHz	50.09 Ω
911.9 MHz	50.48 Ω
914 MHz	50.72 Ω

그리고 표준안테나는 SCHWARZBECK사의 혼안테나(BBHA-9120-D)를 사용하였으며, 파라미터는 <표 3>과 같다.

#### 4. 방사패턴 및 안테나 이득 파라미터 측정

제작된 UHF대 RFID 리더기 안테나 방향에 따른 방사패턴과 안테나 이득을 측정하기 위하여 표준안테나와 제작된 안테나를 수평 및 수직 방향으로 각 각 회전시켜서 4가지 조건으로 측정 하였다.



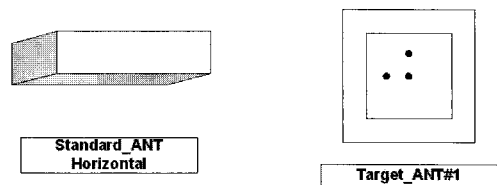
<그림 9> 방사패턴 특성 실험 환경 및 측정 장치 구성도

<Fig. 9> Radiate pattern special quality experiment environment and measuring device organization

<표 3> 표준 안테나 파라미터  
<Table 3> Standard antenna parameter

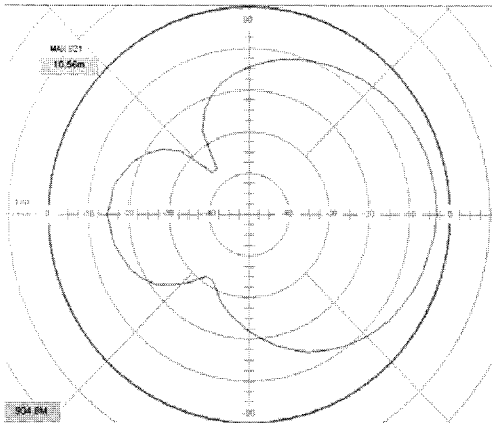
Frequency	Distance	Wavelength	Att.	Gain(Isotr.)	Ant.-Factor
900MHz	2.36m	0.33m	28.8dB	5.09dBi	24.21dB/m

<그림 10>과 같이 표준 안테나를 수평으로 하고 제작된 안테나를 정면상태로 설정하여 측정하였으며 그 결과는 <그림 11>과 같이 5.59 dBi의 안테나 이득을 얻었다.

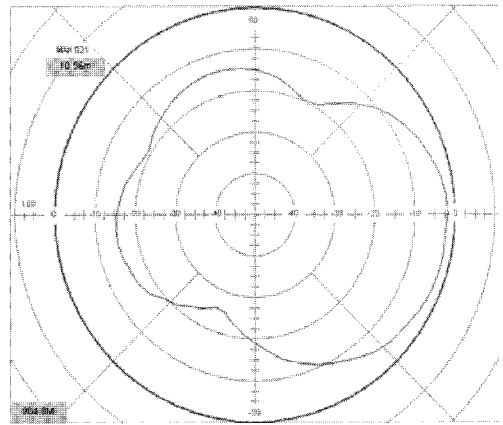


<그림 10> 표준안테나를 수평으로 놓고 제작안테나(LHCP)를 정면으로 놓은 환경

<Fig. 10> Environment that put standard antenna horizontally and manufactured antenna (LHCP) directly



<그림 11> 표준안테나를 수평으로 놓고 제작 안테나(LHCP)를 정면으로 놓은 환경의 방사패턴 안테나 이득 데이터  
 <Fig. 11> Radiate pattern antenna gains data of environment that put standard antenna horizontally and manufactured antenna (LHCP) directly



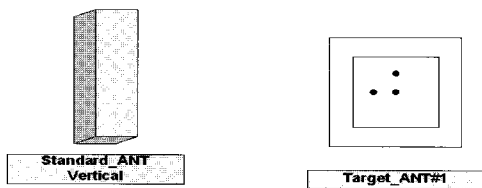
<그림 13> 표준안테나를 수직으로 놓고 제작 안테나(LHCP)를 정면으로 놓은 환경의 방사패턴 안테나 이득 데이터  
 <Fig. 13> Radiate pattern antenna gains data of environment that put standard antenna vertically and manufactured antenna(LHCP) directly

<그림 12>와 같이 표준안테나를 수직으로 하고 제작 안테나를 정면상태로 설정하여 측정하였으며 그 결과는 <그림 13>과 같이 6.09 dBi의 안테나 이득을 얻었다.

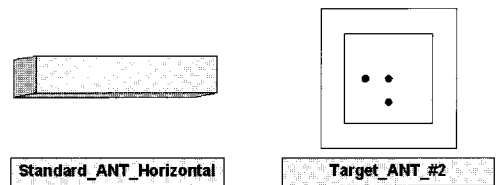
<그림 14>와 같이 표준 안테나를 수평으로 하고 제작 안테나를 90° 회전시킨 상태로 설정하여 측정하였으며 그 결과는 <그림 15>와 같이 6.19 dBi의 안테나 이득을 얻었다.

<그림 16>과 같이 표준안테나를 수직으로 하고 제작 안테나를 90° 회전시킨 상태로 설정하여 측정하였으며 그 결과는 <그림 17>과 같이 5.09 dBi의 안테나 이득을 얻었다.

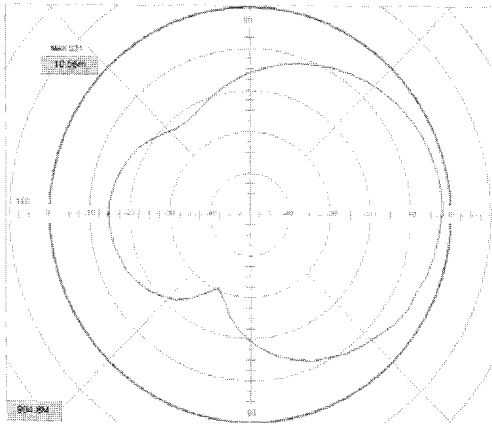
<표 4>는 각 각 4가지 실험조건에 따른 제작된 안테나의 이득값을 간략히 정리한 것이다. 이러한 실험 결과 데이터는 방향성에 따른 안테나의 이득이 우수함을 확인 하였다.



<그림 12> 표준안테나를 수직으로 놓고 제작안테나(LHCP)를 정면으로 놓은 환경  
 <Fig. 12> Environment that put standard antenna vertically and manufactured antenna (LHCP) directly

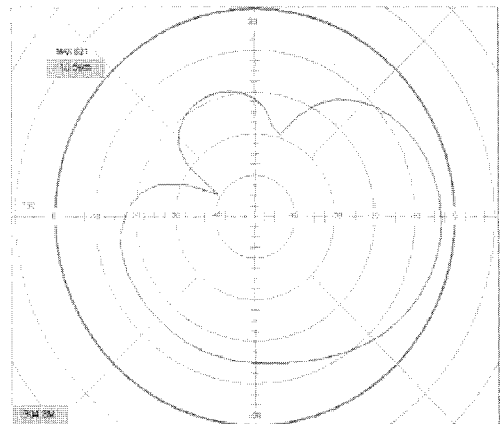


<그림 14> 표준안테나를 수평으로 놓고 제작안테나(LHCP)를 90° 회전시킨 환경  
 <Fig. 14> Put standard antenna horizontally and manufactured antenna (LHCP) environment that circumvolve 90°



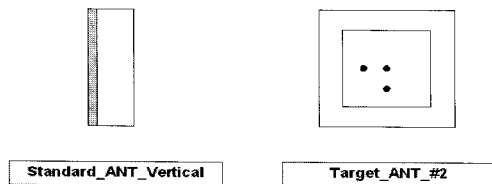
<그림 15> 표준안테나를 수평으로 놓고 제작안테나(LHCP)를 90° 회전시킨 환경의 방사패턴 안테나 이득 데이터

<Fig. 15> Put standard antenna horizontally and manufactured antenna(LHCP) radiate pattern antenna gains data of environment that circumvolve 90°



<그림 17> 표준안테나를 수직으로 놓고 제작안테나(LHCP)를 90° 회전시킨 환경의 방사패턴 안테나 이득 데이터

<Fig. 17> Put standard antenna vertically and manufactured antenna (LHCP) radiate pattern antenna gains data of environment that circumvolve 90°



<그림16> 표준안테나를 수직으로 놓고 제작안테나(LHCP)를 90° 회전시킨 환경  
<Fig. 16> Put standard antenna vertically and manufactured antenna (LHCP) environment that circumvolve 90°

<표 4> 제작된 안테나의 안테나 이득 측정값  
<Table 4> Antenna gains measurement value of manufactured antenna

	표준 안테나 방향	제작된 안테나 방향	안테나 이득
측정 1	수평	정면	5.59 dBi
측정 2	수직	정면	6.09 dBi
측정 3	수평	90° 회전	6.19 dBi
측정 4	수직	90° 회전	5.09 dBi

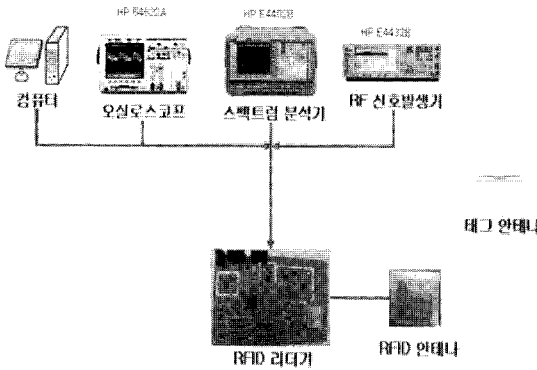
### 5. 상용화된 UHF RFID 시스템 적용 실험

제작된 원형편파 안테나의 상용화된 UHF RFID 시스템과 적용 실험을 위하여 <그림 18>과 같이 스펙트럼 분석기(HP E4402B), RF 신호발생기(HP E4432B), 오실로스코프(HP 54622A), 컴퓨터 등을 구성 하였다. 제작된 안테나를 통해 RFID 리더기로 복조된 태그의 신호는 컴퓨터를 통하여 태그값을 얻을 수 있으며, 스펙트럼 분석기, RF 신호발생기,

오실로스코프는 신호가 RFID 리더기 내부에서 올바르게 처리되는지 확인하는 실험보조 장비이다.

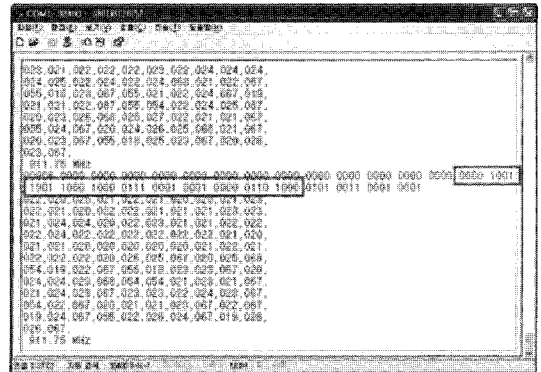
<그림 19>와 같이 0988711068과 098871104 태그 코드를 가지고 있는 현재 상용화되고 있는 두 개의 아시아나 항공 수화물 태그를 이용하여 제작된 RFID 리더기 안테나의 태그 인식을 실험하였다.

상용화된 아시아나 항공 수화물 태그의 0988711068은 제작된 안테나를 통하여 RFID리더기에서 인식하고 그 정보를 <그림 20>과 같이 2진 코드 0000 1001 1000 1000 0111 0001 0001 0000 0110



<그림 18> 제작된 안테나의 RFID 시스템 적용실험 블록도

<Fig. 18> RFID system application experiment block of manufactured antenna

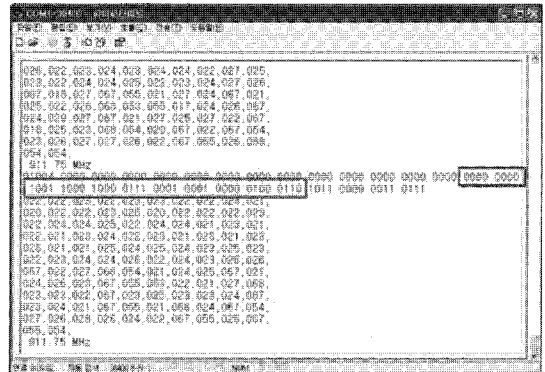


<그림 20> 제작된 안테나를 통하여 컴퓨터에서 태그를 인식한 출력된 데이터(1)

<Fig. 20> Data(1) displayed that recognize tag in a computer through manufactured antenna



<그림 19> 상용중인 아시아나 항공 수화물 태그  
<Fig. 19> Common use is Asiana Air Lines hydrate tag



<그림 21> 제작된 안테나를 통하여 컴퓨터에서 태그를 인식한 출력된 데이터(2)

<Fig. 21> Data(2) displayed that recognize tag in a computer through manufactured antenna

1000로 오류 없이 정상적으로 인식하였으며, 나머지 4바이트는 CRC 코드이다.

또한 아시아나 항공 수화물 태그의 0988711046은 제작된 안테나를 통하여 RFID리더기에서 인식하고 그 정보를 <그림 21>과 같이 2진 코드 0000 1001 1000 1000 0111 0001 0000 0100 0110로 오류 없이 정상적으로 인식하였으며, 나머지 4바이트는 CRC 코드이다.

제작된 안테나를 통하여 인식 가능한 태그의 인식 거리는 약 4m로 상용화가 가능함을 알 수 있었다.

## 6. 성능분석

제작된 안테나와 상용화된 RFID 안테나의 전기적 특성을 비교하면 상용화된 기존 안테나의 크기가 약 21cm<sup>2</sup>이상인 반면 제작된 안테나의 크기는 약 13.4cm<sup>2</sup>로 1/2 정도 크기로 소형화 하였으며, 작아진 안테나 크기에 비하여 안테나 이득은 안테나의 방향특성에 따라 5.09~6.19dBi로 기존 상용화된 안테나 이득 값과 동일함을 확인하였다. VSWR값 역시



1.037로 상용화된 기존 안테나에 비하여 우수하였고, 태그 인식거리 역시 기존 안테나는 약 3m 이하의 인식거리를 갖는 반면 제작된 안테나의 태그 인식거리는 약 4m로 상용화가 가능함을 알 수 있었다.

<표 5> 상용 안테나와 제작된 안테나의 성능비교  
 <Table 5> Performance comparison of antenna manufactured with common use antenna

제조 회사	국외				국내		제작된 안테나
	S사	S사	S사	P사	I사	I사	
안테나 크기	71.7 × 31.7 cm <sup>2</sup>	22.4 × 20.6 cm <sup>2</sup>	28.19 × 28.19 cm <sup>2</sup>	24.5 × 23.5 cm <sup>2</sup>	25.9 × 25.9 cm <sup>2</sup>	21.8 × 19.8 cm <sup>2</sup>	13.4 × 13.4 cm <sup>2</sup>
Gain (dBi)	6.75	5.25	6	6.5 ± 0.5	7	6	5.09 ~ 6.19
VSWR	1.25	·	1.22	1.3	1.5	1.5	1.037
태그 인식거리	약 3m	약 3m	약 3m	약 3m	3m 미만	3m 미만	약 4m

#### IV. 결 론

본 논문에서는 UHF대역 RFID 리더기용 원형편파 안테나를 설계·제작하였다.

이를 위하여 본 논문에서는 원거리에서 여러 개의 태그를 동시에 오차 없이 정확하게 인식하기 위해 0.16 dB 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·제작된 원형편파 안테나는 좌회전 원형편파(LHCP)의 편파특성을 갖는다. 또한 태그에서 반사된 미세한 전력을 받기 위하여  $\lambda/2$  길이의 Strip Line 급전점과 13.4 cm x 13.4 cm 단면적의 방사판을 이중적으로 연결 설계·제작하였다.

안테나 제작 실험 결과, 안테나 파라미터인 반사

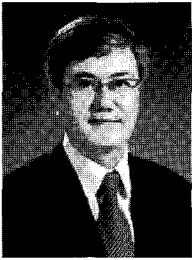
손실(S11)은 914 MHz 주파수에 약 -45.529 dB로 매우 적었으며, 안테나 이득은 현재 상용화 수준인 5.09-6.19 dBi의 값을 얻을 수 있었다. 또한 임피던스 매칭은 약 50.48  $\Omega$ 으로 매칭하여 상용화된 여러 RFID 리더기 제품과 호환성이 있음을 확인하였다. 그리고 제작된 원형편파 안테나를 900 MHz대 출입문 통제 관리시스템 리더기에 연결하여 상용화된 태그로 인식거리를 측정한 결과 약 4 m정도 인식거리를 보임으로써 현재 상용화되는 안테나 제품보다 크기를 거의 절반으로 소형화시킨 반면 동일한 수준의 전기적 특성을 가지고 있음을 확인 하였다.

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.

#### 참고문헌

- [1] 이승학, 천중훈, 박종안, "수동형 태그 기반 RFID 리더기의 성능 개선," 한국통신학회 논문지, vol. 31, pp. 1159-1166, 2006. 04.
- [2] 이근호, 강병권, 조영빈, 한호현, RFID HANDBOOK Second Edition, (주)영진닷컴, 2004. 03.
- [3] rfidusa.com, Gen 2 UHF Antennas, Dynasys Technologies, Inc.
- [4] M. W. Medley, Microwave and RF circuits : Analysis, Synthesis and Design, Artech House, Oct. 1992.

저자소개



**천 종 훈 (Chun, Jong-Hun)**

1999년 ~ 현재 : 전남도립 남도대학 컴퓨터정보통신과 교수  
 1997년 ~ 1999년 : (주)한화 정보통신연구소 책임연구원  
 1996년 : 조선대학교 전기공학과 공학박사  
 1994년 ~ 1997년 : (주)현대전자 정보통신연구소 주임연구원  
 1991년 ~ 1994년 : (주)맥슨전자 기술연구소 주임연구원  
 1990년 : 조선대학교 전자공학과 공학석사  
 1988년 : 조선대학교 전자공학과 공학사



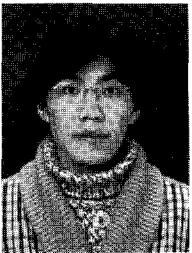
**한 승 조 (Han, Seung-Jo)**

2005년 ~ 2006년 : 조선대학교 정보전산원장  
 2000년 ~ 2002년 : 버클리대학 객원교수  
 1998년 ~ 현재 : 조선대학교 정보통신공학부 교수  
 1996년 ~ 1997년 : 뉴올리언스대학 객원교수  
 1995년 ~ 1996년 : 텍사스대학 객원교수  
 1994년 : 충북대학교 전자계산학과 공학박사  
 1982년 : 조선대학교 전자공학과 공학석사  
 1980년 : 조선대학교 전자공학과 공학사



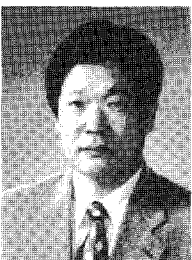
**변 재 영 (Pyun, Jae-Young)**

2006년 ~ 현재 : 조선대학교 정보통신공학부 조교수  
 2003년 ~ 2004년 : (주) 삼성전자 TN총괄 무선사업부 선임연구원  
 2003년 : 고려대학교 전자공학과 공학박사  
 1999년 : 전남대학교 전자공학과 공학석사  
 1997년 : 조선대학교 전자공학과 공학사



**임 경 (Lim, Gyeong)**

2007년 : 조선대학교 정보통신공학과 공학석사  
 2002년 : 조선대학교 전자공학과 공학사



**박 종 안 (Park, Jong-An)**

1975년 ~ 현재 : 조선대학교 정보통신공학부 교수  
 1990년 ~ 1991년 : 영국 Surrey 주립대학 전기 & 전자공학과 객원교수  
 1983년 ~ 1984년 : 미국 Massachus sette 주립대학 전기 & 전자공학과 객원교수  
 1986년 : 조선대학교 전기공학과 공학박사  
 1978년 : 조선대학교 전기공학과 공학석사  
 1975 : 조선대학교 전자공학과 공학사