

# UHF RFID 리더기용 송수신겸용 이중편파 안테나

강 채 운<sup>\*</sup>, 윤 기 호  
호남대학교 전파공학과

## Dual-Polarized Tx/Rx Antenna for UHF RFID Reader

Chae woon Kang, Gi ho Yun

Dep. of Radio Communication ENG., Honam Univ.

E-mail : [kangchaewoon@hanmail.net](mailto:kangchaewoon@hanmail.net) , [ghyun@honam.ac.kr](mailto:ghyun@honam.ac.kr)

### Abstract

In this paper, Dual-polarized Tx/Rx antenna for RFID reader is designed and fabricated to apply to RFID reader. Each feeding network of Tx/Rx is designed to improve the port-isolation and cross-polarization, and sequential rotation feeding schme has been applied to increase of axial ratio bandwidth. Measured results show that 2.35dBi of antenna gain in 900MHz~928MHz, 150MHz of 3dB axial ratio bandwidth, -38dB~-40dB of port-isolation, and -30dB~-40dB of cross-polarization.

Key Words : RFID, Dual-polarized antenna, Sequential rotation, Circular Polarization, Isolation

## I. 서론

일반적으로 UHF대역의 RFID 리더기의 안테나는 송신과 수신 안테나를 따로 사용하고 있다. 이처럼 송수신 안테나를 따로 사용하게 될 경우 단일 안테나로서의 최적의 성능을 기대할 수는 있지만 안테나의 전체 사이즈 또는 안테나가 차지하는 면적이 넓어지게 된다. 또한 안테나의 신호가 수신 안테나로 직접적으로 영향을 미치게 되어 리더기 수신부의 수신감도를 저하시키므로 이를 개선하기 위해 높은 송수신 분리도를 요구하고 있다.

이중 편파 안테나의 성능을 결정하는 송수신 포트 간의 격리도 특성을 향상시키거나 원하는 편파 분리도를 얻기 위해 응용되고 있는 급전 구조에는 다양한 방법이 있다<sup>[1],[4]</sup>. 이 중에는 개구면 결합 급전이 주류를 이루고 있다. 그러나 개구면 결합 급전 방식은 하나의 형상으로 연결된 슬롯을 송수신 포트가 공유할 경우, 각 포트 간의 격리도는 향상되나 편파 분리도 향상에는 어려움을 겪고 있기 때문에 대부분 각 포트를 분리시킬 수 있는 급전 구조를 채택하여 사용하고 있다. 그리고 원형편파 안테나의 특성인 축비 대역폭의 향상을 이루기 위해서는 시퀀셜 로테이션을 적용한 배열을 통해서만 충분한 축비 대역폭을 확보할 수 있다<sup>[1],[2]</sup>.

본 논문에서는 안테나가 가지는 전체 크기 축소와 송수신 안테나 간의 송수신 분리도를 개선시키기 위해 UHF대역에서 RFID 리더기용 송수신겸용 이중 편파 안테나를 설계 및 제작하였다. 안테나는 방사 패치의 가장자리 네 곳의 급전점에 똑같은 크기를 갖고 각각 90°의 위상차로 급전시키는 시퀀셜 로테이션 방식으로 프로브 급전하였고, 송신과 수신의 급전 회로를 접지판을 중심으로 적층구조로 설계하여 안테나의 전체 면적을 기존의 안테나와 비교 시 50%가량 축소시켰다. 또한 높은 송수신 분리도를 얻기 위해 송수신 급전 회로의 포트끼리 180°의 위상차를 주어 송·수신 경로간에 격리특성을 가지도록 설계하여 송신과 수신 안테나간의 포트 격리도와 편파 분리도를 개선할 수 있었다. 한편 측정결과는 상용제품의 성능과 비교하여 본 논문의 타당성을 입증하였다.

## II. 안테나 설계

### 2-1. 구조 및 동작 특성

본 논문에서는 방사 패치와 급전 회로를 접지면을 중심으로 급전 회로를 송신과 수신 회로로 분리함으로써 적층형 급전 구조를 갖는 안테나를 제안하였다.

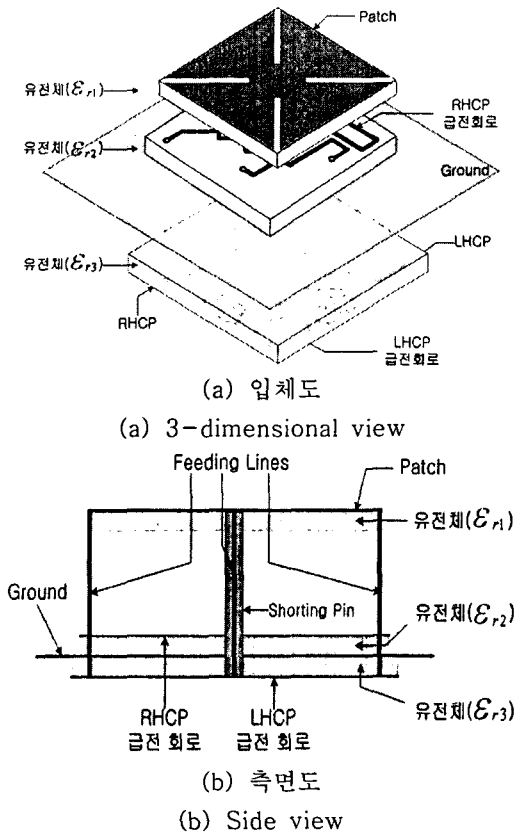


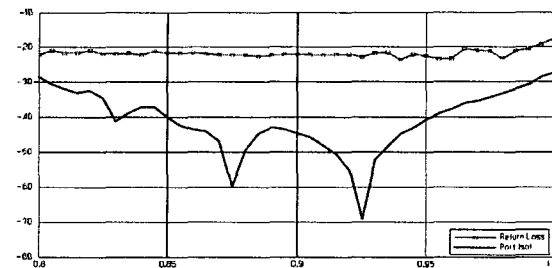
그림 1. 안테나 구조  
Fig 1. Antenna structure

그림 1은 제안한 안테나의 전체 구조도이다. 그림 1(b)는 측면구조도로서 맨 윗면에는 시퀀셜 로테이션 급전을 위해 4개의 급전점을 갖는 방사 패치가 위치해 있고, 방사 패치의 중간에 삽입된 단락핀은 방사 패치의 중간 지점을 short로 고정시켜 정사각형 패치에서 각 쪽과 길이에서 공진하는 모드( $TM_{01}$ ,  $TM_{10}$ )를 원활히 생성해주기 위해 추가하였다. 바로 밑면에는 상대유전율을 낮추기 위해 공기층을 삽입하였으며, 접지면의 윗 층에 수신단 급전회로가 위치하고, 접지면의 맨 아래 층에 송신단 급전회로가 위치한다. 방사 패치의 유전체의 유전율은  $\epsilon_{r1}$ 이고, 각 급전회로의 유전체의 유전율은 각기  $\epsilon_{r2}$ ,  $\epsilon_{r3}$ 이다. 그림 1(b)의 수신단에 해당하는 급전회로는 접지면의 윗면에 위치시켜 RHCP로 구동이 되도록 위상 포트의 위치를 조정하였고, 송신단에 해당하는 급전회로는 접지면 아랫면에 위치시켰다. 그리고 각 급전회로의 위상 지연 선로를 지나 급전 회로끼리 만나는 접점에 전력분배기  $P_2$ ,  $P_3$ ,  $P_6$ ,  $P_8$ 을 LHCP 급전 회로 보드에 추가하여 송수신 경로를 분리시킴으로서 송수신단의 포트 분리특성이나 편파 분리특성을 개선시키는 역할을 되고, 각 급전회로의 지연선로의 포트의 위상차를

서로  $180^\circ$  차이를 가지게 하여 송신과 수신 경로 간에 격리 특성을 가지게 된다.

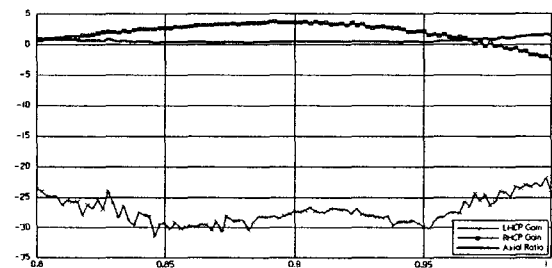
## 2-2. 안테나 설계

Wilkinson 전력분배기와 지연 선로의 위상차를 이용하여 송수신간의 높은 격리 특성을 나타내는 UHF RFID Reader용 송수신겸용 이중편파 안테나를 설계하기 위하여 Ansoft사의 Ensemble 9.0을 이용하여 시뮬레이션하였다. 그림 1(a)의 입체도에 나타난 것처럼 안테나는 방사패치와 두 개의 송수신 급전 회로로 구성되어 있다. 방사 패치의 경우 설계 대역(902MHz~928MHz)이상의 임피던스 대역폭 확보와 경제성, 그리고 소형화에 초점을 맞추어 설계하였다. 그림 7은 본 논문에서 제안한 안테나의 시뮬레이션 결과이다. 그림 2(a)는 각 포트의 반사특성과 각 송수신 포트간의 격리도에 대한 시뮬레이션 결과이다. 중심주파수인 915MHz에서 반사손실은  $-20\text{dB}$ 이하 값을 만족하고, 송수신 포트 간의 격리도는  $-42\text{dB}$ 의 격리도를 가진다. 그림 2(b)는 안테나의 이득과 축비, 그리고 편파분리도에 대한 시뮬레이션 결과이다. 안테나의 이득은  $3.3\text{dBi}$ 의 이득을 가지고 편파 분리도는  $-30\text{dB}$ , 축비는 설계대역에서 모두  $3\text{dB}$ 이하를 만족한다. 그림 2(c)는 안테나의 방사패턴에 대한 시뮬레이션 결과이다. 전체적으로 우수한 포트 격리도와 편파 분리도를 가지지만,  $3.3\text{dBi}$ 의 낮은 이득을 보이고 있다.



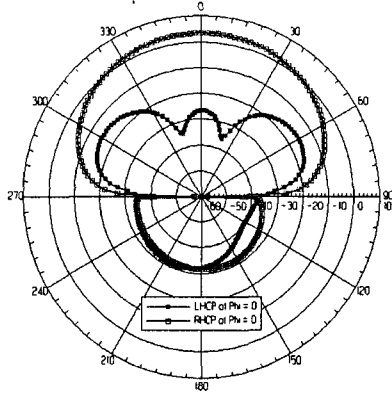
(a) 반사손실 및 포트 격리도

(a) Return loss and port isolation



(b) 이득, 편파분리도 및 축비

(b) Gain, Port Isol., and AR



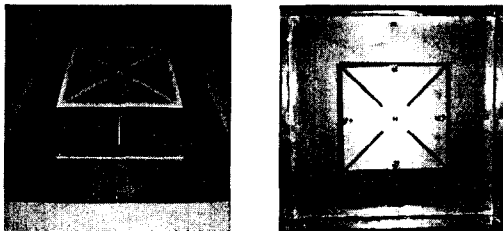
(c) 안테나 방사패턴  
(c) radiation pattern

그림 2. 제안한 안테나의 시뮬레이션 결과  
Fig 2. Simulated results of proposed antenna

이는 손실이 큰 FR4 보드상에 다수의 전력분배기와 지연선로에 따른 전송손실과, 역시 동일한 FR4 보드를 방사 패치로 사용하였기 때문이다.

### III. 안테나 제작 및 측정

시뮬레이션 결과를 통하여 최적화된 설계치를 바탕으로 UHF RFID Reader용 송수신 겸용 이중편파 안테나를 설계 및 제작하였다. 안테나 제작에 사용된 기판은 두께 1mm이고 유전율이 4.7인 FR4 기판으로 안테나를 제작하였다. 그리고 안테나 설계시 삽입된 공기층의 높이를 조정하여 공진 주파수 및 송수신 포트간의 격리도 등을 적절히 맞추었다.

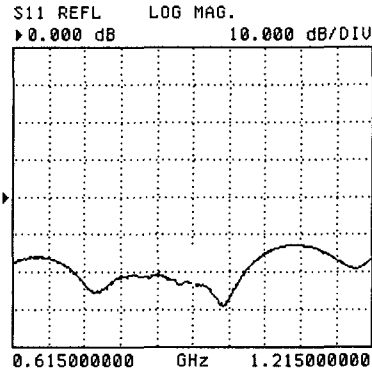


(a) 입체도 (b) 방사패치  
(a) 3D view (b) Radiation patch

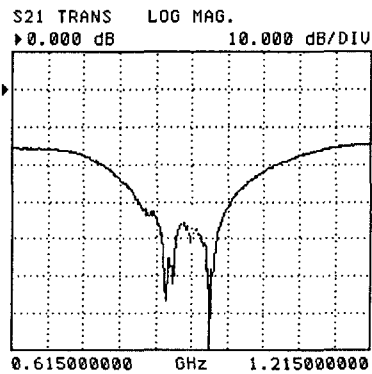
그림 3. 제안한 안테나 모델의 사진  
Fig 3. Photograph of proposed antenna

그림 3은 RFID Reader용 송수신겸용 이중편파 안테나의 실제 제작된 모습이다. 구현된 안테나는 Network Analyzer를 이용해 주파수 변화에 따른 반사손실 및 포트 격리도 등을 측정하였다. 그림 4는 안테나의 측정된 반사 손실과 포트 격리도를 나타낸다. 시뮬레이션 결과와 마찬가지로 반사손실 특성을 측정

대역 전체적으로 S11값이  $-10\text{dB}$ 이하이며, 각 포트간의 격리도(S21 또는 S12)는  $-40\text{dB}$ 의 우수한 특성을 가짐을 알 수 있다.



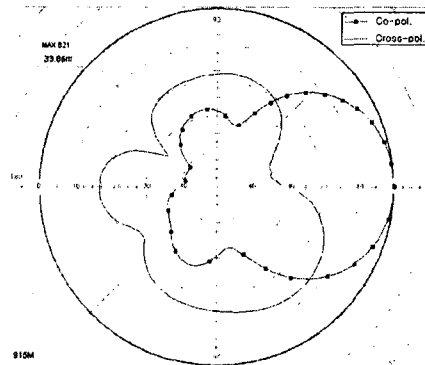
(a) S11



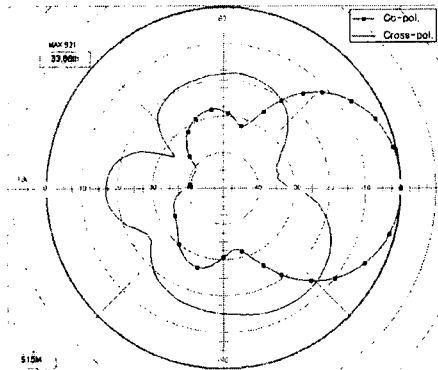
(b) S21

그림 4. 반사 손실과 포트 격리도 측정치  
Fig 4. Measured value of return loss and port isol.

안테나 패턴은 무반사실에서 ( $3.5\text{m} \times 5\text{m} \times 3\text{m}$ ) 측정하였으며, 송신 안테나로는 상용제품인 Matrics사에서 나온 Ant-50513을 사용하였다. 그림 5은 제작된 안테나의 중심주파수인 915MHz에서 각각 E면과 H면에서 측정된 방사패턴 결과이다.



(a) RHCP 안테나로 동작시 E-plane  
(a) E-plane for operating RHCP ant.



(b) LHCP 안테나로 동작시 E-plane  
(b) E-plane for operating LHCP ant.

그림 5. 각 포트에서의 E-plane과 H-plane 방사패턴  
Fig 5. E-plane and H-plane radiation pattern at each port

RFID 동작 주파수 대역인 902MHz ~ 928MHz에서의 방사 패턴이 거의 동일함을 알 수 있다. 방사 패턴 측정 결과 이득은 약 2.35dBi로 측정되었다. 시뮬레이션 수치와는 약 1dB 정도의 오차를 가진다. 이는 손실이 큰 FR4 보드를 사용하였기 때문이며 급전부 설계시 면밀한 검토와 급전부 재설계를 통해서만 해결될 수 있을 것이다. 편파 분리도는 최대 -40dB에서 최소 -26dB를 갖지만 평균적으로 약 -30dB이하의 값을 가진다.

표 1 제안된 안테나의 시뮬레이션 및 측정 결과  
Table 1. The value of simulated and measured of proposed antenna

측정 항목	모의실험 결과	제안된 안테나	상용 안테나
BW (VSWR 1.5기준)	200MHz	360MHz	120MHz
축비 대역폭 (<1.5dB)	200MHz	150MHz	130MHz
포트 격리도	-42dB	-40dB	-37dB
편파 분리도	-30dB	-30dB	-26.5dB

표 1은 본 논문에서 제안된 안테나와 현재 상용되고 있는 Matrics사의 Ant-50513제품과 성능 비교한 결과이다. 본 논문의 안테나는 VSWR 1.5를 기준으로 대역폭은 360MHz, 축비 대역폭은 150MHz, 포트 격리도는 -40dB, 편파 분리도는 -30dB의 특성을 지니고, Matrics사의 상용 안테나는 VSWR 1.5를 기준으로 대역폭은 120MHz, 축비 대역폭은 130MHz, 포트 격리도는 -37dB, 편파 분리도는 -26.5dB의 특성을 지닌다.

#### IV. 결론

본 논문에서는 제작된 RFID 리더기에 안테나를 적용시키기 위해 UHF RFID Reader용 송수신겸용 이중편파 안테나를 설계·제작하였다. 송수신겸용 안테나에서 가장 중요시 되는 각 포트간의 격리도나 편파 분리도 특성을 개선시키기 위해 급전부를 전력분배기를 이용하여 하이브리드형 시퀀셜 로테이션 방식으로 방사 패치 가장가리의 4개의 급전점에 90° 위상차를 가지게 신호를 여기 시켰다. RHCP와 LHCP의 급전부가 서로 공유하는 포트에는 서로 180°의 위상차를 주어 각 포트에 대해 격리시킴으로서 포트간의 격리도를 향상시킬 수 있었다. 제작된 안테나의 측정 결과로는 915MHz를 중심으로 360MHz (VSWR 1.5 기준)의 임피던스 대역폭을 얻었으며 포트 격리도는 약 -40dB, 편파 분리도는 약 -30dB의 우수한 격리 특성을 확인하였지만, 안테나의 이득은 2.35dBi로 낮은 이득을 갖는다. 이는 저가의 손실이 많은 FR4를 사용하여 급전회로를 구성하였기 때문이다. 이러한 점을 개선시키기 위해서는 손실이 적은 기판을 사용하거나 급전구조를 간략화 하여 급전회로 쪽에서의 손실을 줄이는 것 외에 방사패치에 Slot 또는 Slit을 추가하여 송수신 포트간의 신호간섭이 줄어들도록 설계했을 시 보완될 수 있을 것이다.

#### 참고 문헌

- [1] B. Lindmart, "A novel dual polarized aperture coupled patch element with a single layer feed network and high isolation", in *Proc, IEEE AP-S*, vol. 4, pp.2190-2193, 1997
- [2] J. R. James and P. S. Hall, *Handbook of Microstrip antennas*, IEEE, 1989
- [3] Kai Fong Lee and Wen Chen, *Advances in microstrip and printed antennas*, John Wiley & Sons, INC. 1997
- [4] Aloni, E and Kastner, R., "Analysis of a dual circularly polarized microstrip antenna fed by crossed slots", *Antenna and propagation*, IEEE Transactions AP, vol. 42, Issue 8, pp.1053-1058, Aug.1994
- [5] Kin Lu Wong, *Compact and Broadband Microstrip Antennas*, John Wiley & Sons, Inc, pp.88-220, 2002