

## 4개의 덤벨 슬롯을 갖는 원편파 UHF RFID 리더 안테나 설계

박경\*<sup>1</sup>, 서송원\*<sup>2</sup>, 허지원\*<sup>3</sup>, 델겔 오토건뱃\*<sup>4</sup>, 안병철\*\*<sup>5</sup>, 아리운볼드 갈산온돈\*<sup>5</sup>

### Design of A Circularly-Polarized UHF RFID Reader Antenna with Four Dumbbell Slots

Kyung Park\*<sup>1</sup>, Songyuan Xu\*<sup>2</sup>, Jiwon Heo\*<sup>3</sup>, Otgonbat Delger\*<sup>4</sup>, Bierng-Chearl Ahn\*\*<sup>5</sup>, and Galsan-Yondon Ariuand\*<sup>5</sup>

이 논문은 충북대학교 4단계 BK21사업(2022) 지원을 받아 작성되었음

#### 요 약

본 논문에서는 소형 접지판, 알루미나 세라믹 소체, 4개의 덤벨슬롯을 가지는 사각패치로 구성된 원편파 UHF RFID 리더 안테나를 제안한다. 안테나의 크기를 줄이기 위해 알루미나 세라믹 소체를 사용하였다. 알루미나 소체 위에 사각패치를 설치하고 동축선 급전 프로브의 위치와 2개 모서리 절단 정도를 조정하여 원편파 특성을 얻었다. 사각패치의 동작 대역폭을 증가시키고 동작 주파수를 조정하기 위해 사각패치 대각선 상에 4개의 덤벨슬롯을 설치하였다. 덤벨슬롯의 폭을 조정하여 사각패치의 동작 주파수 범위를 효과적으로 변경할 수 있었다. 설계된 안테나를 제작한 후 특성을 측정하여 시뮬레이션과 비교하였다. 제작된 안테나는 0.904-0.921GHz에서 -10dB 이하의 반사계수, 0.909GHz에서 최대이득 2.5dBic, 최소축비 1.9dB, 87°의 3dB 축비빔폭, 124°의 5dB 축비빔폭을 가짐을 확인하였다.

#### Abstract

This paper proposes a circularly-polarized UHF RFID reader antenna consisting of a small ground plane, an alumina ceramic body, a rectangular patch with four dumbbell slots. An alumina ceramic body is employed to reduce the antenna size. A rectangular patch is realized on the alumina ceramic body and a circular polarization is obtained by adjusting the coaxial probe position and the amount of truncation of two patch corners. Four dumbbell slots are constructed on the patch diagonals to increase the bandwidth of the rectangular patch and to adjust the operating frequency. The operating frequency range can effectively be changed by adjusting the width of the dumbbell slot. The designed antenna has been fabricated and measured and its characteristics have been compared with the simulation. It has been found that the fabricated antenna has a reflection coefficient of less than -10dB at 0.904-0.921GHz, 2.5dBic maximum gain, 1.9dB minimum axial ratio, 3dB axial-ratio beamwidth of 87°, and 5dB axial-ratio beamwidth of 124° at 0.909GHz.

#### Keywords

circularly polarized antenna, RFID reader, UHF, ceramic patch, slot loading

\* 충북대학교 전자통신공학과(\*<sup>5</sup> 교신저자)  
- ORCID<sup>1</sup>: <https://orcid.org/0000-0001-6133-6788>  
- ORCID<sup>2</sup>: <https://orcid.org/0000-0001-8551-6863>  
- ORCID<sup>3</sup>: <https://orcid.org/0000-0002-1100-8644>  
- ORCID<sup>4</sup>: <https://orcid.org/0000-0001-7364-9984>  
- ORCID<sup>5</sup>: <https://orcid.org/0000-0001-6888-420X>

\*\* 충북대학교 전자통신공학과 교수  
- ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7977-8760>  
· Received: Apr. 04, 2023, Revised: May 10, 2023, Accepted: May 13, 2023  
· Corresponding Author: Galsan-Yondon Ariubold  
Dept. of Radio and Communications Eng., Chungbuk National University  
Chungdae-ro, Cheongju City, Chungbuk, Korea  
Tel.: +82-43-261-3194, Email: [galsaa.0204@gmail.com](mailto:galsaa.0204@gmail.com)

### 1. 서 론

RFID 시스템은 물류, 의약품, 탄약, 의류 등의 효율적인 관리를 위해 많이 적용되고 있다[1][2]. 최근 RFID 시스템은 가축, 도서 등의 관리에도 적용되면서 응용 범위가 확대되고 있다[3][4]. RFID 시스템은 120kHz, 13.56MHz, 868-930MHz(UHF 대역), 2.45GHz, 5.8GHz에서 동작하며 물품에 부착되는 태그와 이를 감지하는 리더기로 구성된다. UHF 대역의 RFID 시스템은 주파수 868-930MHz에서 동작되며 국가별로 서로 다른 주파수 범위를 가지며 한국에서는 917-923.5MHz가 UHF RFID용으로 배정되어 있다. 따라서 UHF 대역 RFID 리더 안테나의 개발에서는 국가별로 개별화된 제품이 이용되거나 비교적 크기가 큰 안테나가 적용된다[5].

RFID 리더기용 안테나는 임의의 자세를 갖는 태그와의 원활한 통신을 위해 원편파 특성이 요구된다[6]. RFID 리더 안테나로는 타원 패치 구조[7], QMA 구조[8], 교차 다이폴 구조[9] 등이 제안되었다. 높은 유전상수를 갖는 안테나의 경우 동작 대역폭이 좁고 협대역 주파수 특성을 갖는다. 이와 같은 경우 패치 표면에 슬롯을 추가하여 안테나 표면에서의 섭동 현상을 이용하여 대역폭을 증가시키거나 동작 주파수를 조정할 수 있다[10]-[12].

기존의 원편파 세라믹 패치 안테나의 경우 주파수 조정을 위한 슬롯이 적용되지 않았다[13]. 본 논문에서는 UHF 대역 RFID 리더용 소형 안테나로서 높은 유전상수 값을 갖는 알루미늄 기판 상의 세라믹 패치에 4개의 덤벨슬롯을 적용하였다. 덤벨슬롯의 주된 효과는 동작 주파수 조정과 대역폭의 증가이다. 주요 설계변수의 변화에 따른 성능을 분석함으로써 제안된 안테나를 설계하였다. 최적 설계된 안테나의 성능을 제작 및 측정을 통하여 확인하였다.

### II. 안테나 설계

#### 2.1 원편파 안테나 구조

그림 1은 본 논문에서 제안한 UHF RFID 리더용 소형 원편파 안테나의 모습이다. 정사각 접지판 위

에 높은 유전상수를 갖는 유전체 기판 소체가 있고 원편파를 방사하는 사각패치 안테나가 그 위에 인쇄된다. 원편파를 구현하기 위해 사각패치 모서리 2곳을 절단하였다. 그림 1의 안테나 접지판이 있더라도 매우 크지 않으므로 안테나를 사용하기 위해 사용처에 설치시 주변물체의 영향으로 동작 주파수가 변한다. 이러한 상황을 고려하여 안테나 동작 주파수를 조정하기 위해 패치 표면에 4개의 덤벨슬롯을 배치하였다.

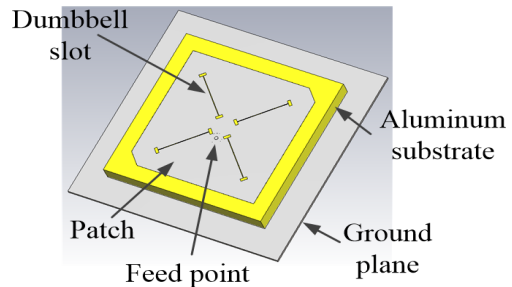


그림 1. 제안된 안테나  
Fig. 1. Proposed antenna

그림 2는 본 논문에서 설계된 안테나의 설계변수이다. 각 설계변수의 설명을 표 1에 제시하였다. 유전체 소체는 유전상수가 9.8인 알루미늄을 이용하였다. 우원편파 특성을 얻기 위해 패치의 1, 3 사분면 모서리를 45° 각도로 길이 C만큼 절단하였다.

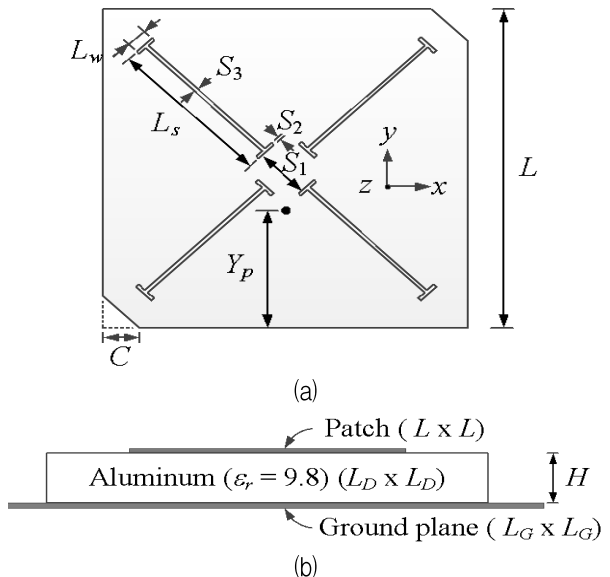


그림 2. 안테나 설계변수 (a) 평면도 및 (b) 측면도  
Fig. 2. Antenna design parameters (a) Plan view and (b) Side view

표 1. 안테나 설계변수

Table 1. Antenna design parameters

Parameters	Names
$L_G, T_G$	Ground plate width/length, thickness
$L_D, H$	Dielectric width/length, thickness
$L, T, C$	Patch width/length, thickness
$S_1$	Slot end to end spacing
$S_2, S_3$	Slot width, Slot end width
$L_s, L_w$	Slot length, Slot end length
$Y_p$	Feed point y-direction position

그림 2의 원편파 안테나는 CST Studio Suite 2021을 이용하여 설계하였다. 안테나 초기 설계에서는 식 (1)을 이용하여 사각패치의 길이는 결정하였다.

$$L = 0.49 \lambda_0 / \epsilon_r^{1/2} \quad (1)$$

다음으로 사각패치의 급전 위치와 모서리 절단 길이를 최적화하여 원하는 주파수에서 공진 특성과 최소 축비를 얻도록 하였다. 다음으로 덤벨슬롯을 추가하여 대역폭을 증가시키고 동작 주파수를 조정하였다. 덤벨슬롯은 길이 부분 슬롯과 이에 직교하는 2개의 종단 슬롯으로 구성된다.

사각패치 표면에 덤벨슬롯을 추가한 후 그림 2(a)의 안테나 설계변수들을 순차적으로 조정하여 최적의 설계치수를 도출하였다. 다음 절에서 최종 설계치수를 중심으로 주요 변수의 변화에 따른 안테나의 성능을 제시하였다.

## 2.2 변수조절법 기반의 안테나 설계

그림 1에 제시된 원편파 안테나 설계를 위해 변수 조절법을 이용하였다. 첫 번째로 사각패치의 모서리 절단 길이인 변수  $C$ 의 변화에 따른 안테나 성능을 분석하였다. 그림 3(a)와 3(b)는 설계변수  $C$ 의 변화에 따른 안테나의 반사계수와 축비이다. 사각패치 모서리 절단 길이가 조정될 경우, 사각패치의 대각선 길이 중 모서리가 절단되지 않은 길이에 의한 제 1 공진은 약 0.908GHz에서 거의 변화되지 않으나, 절단된 모서리로 길이가 변하는 대각선에 의한 제 2 공진 주파수는  $C$ 가 3.6mm에서 4.8mm까지 변

할 때 0.915GHz에서 9.922GHz까지 증가한다. 또한 적절한 임피던스 정합이 이루어지는 경우 이중공진 특성에 의해 -10 dB 반사계수 대역폭이 증가한다. 모서리 절단 길이  $C$ 가 변할 경우 -10dB 반사계수를 반사계수 대역폭이 변화됨을 알 수 있다.

그림 3(b)는 사각패치 수직방향( $\phi = 90^\circ$ ) 원거리 방사패턴으로부터 계산된 주파수별 축비이다. 설계변수  $C$ 의 값을 미세 조정할 경우 원하는 축비를 얻을 수 있다. 주파수별 축비의 최소값이 가장 작은 경우는  $C$ 가 3.6mm일 때임을 알 수 있다.

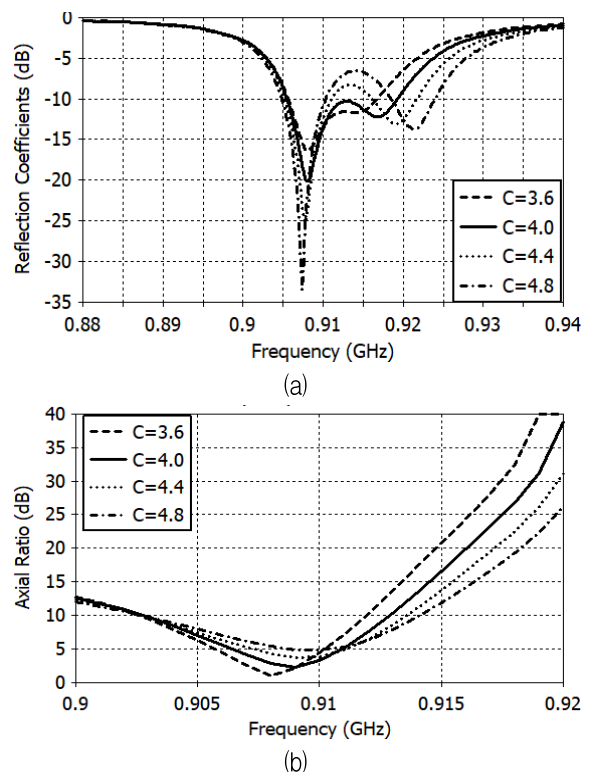


그림 3. 절단된 모서리 길이  $C$ 에 따른 (a) 안테나 반사계수 및 (b) 축비

Fig. 3. (a) Reflection coefficient and (b) Axial ratio of the antenna versus the corner cut length  $C$

그림 4는 덤벨슬롯을 구성하는 종단 슬롯의 길이  $L_w$ 의 변화에 따른 안테나 반사계수 계산 결과이다. 종단 슬롯의 길이가 증가함에 따라 동작 주파수와 최소 축비를 갖는 주파수 값이 동시에 낮아진다. 그림 5는 덤벨슬롯의 길이  $L_s$ 가 변하는 경우 안테나의 반사계수이다. 마찬가지로  $L_s$ 가 증가하면 반사계수 및 축비 특성이 우수한 주파수가 감소함을 알 수 있다.

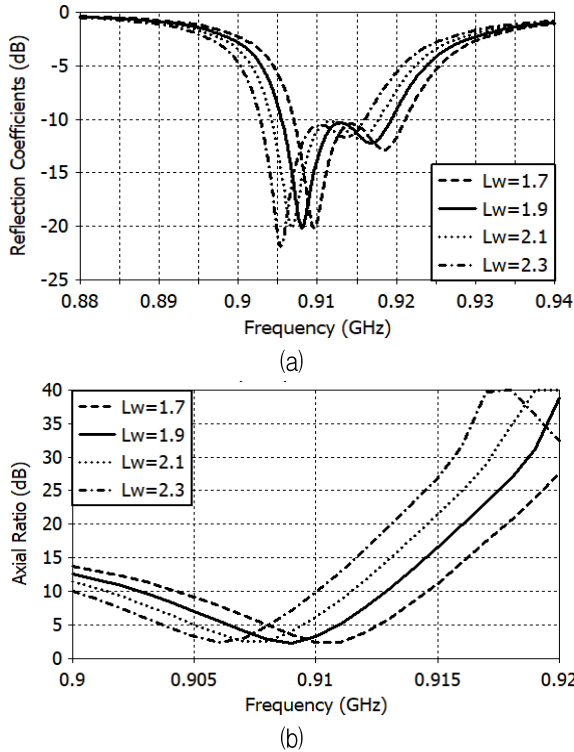


그림 4. 슬롯 길이  $L_w$ 의 변화에 따른 (a) 반사계수 및 (b) 축비

Fig. 4. (a) Reflection coefficient and (b) Axial ratio of the antenna versus the slot length  $L_w$

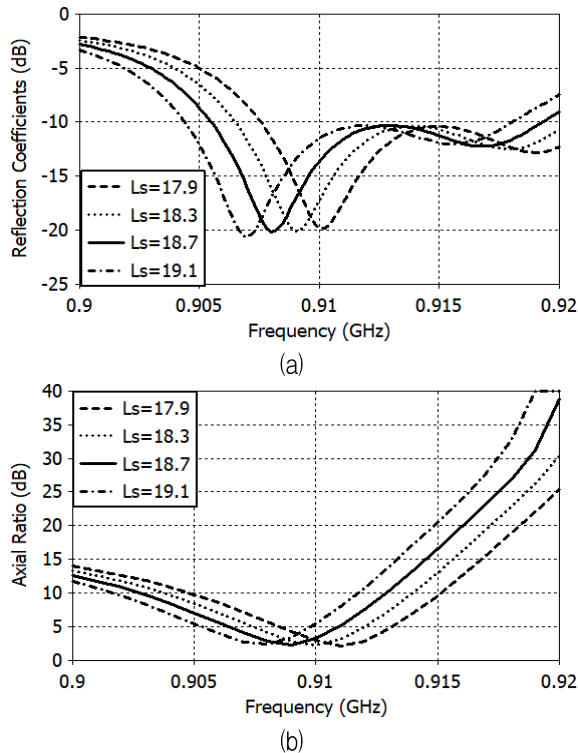


그림 5. 슬롯 길이  $L_s$ 에 따른 (a) 반사계수 및 (b) 축비  
Fig. 5. (a) Reflection coefficient and (b) axial ratio of the antenna versus the slot length  $L_s$

그림 6은 중단 슬롯의 폭  $S_2$ 의 변화에 따른 안테나 반사계수와 축비 계산결과이다. 슬롯 폭  $S_2$ 의 변화에 따라 반사계수 및 축비특성이 동시에 조정된다. 따라서 중단슬롯의 폭을 조정하여 사각패치의 동작 주파수를 편리하게 조정할 수 있다.

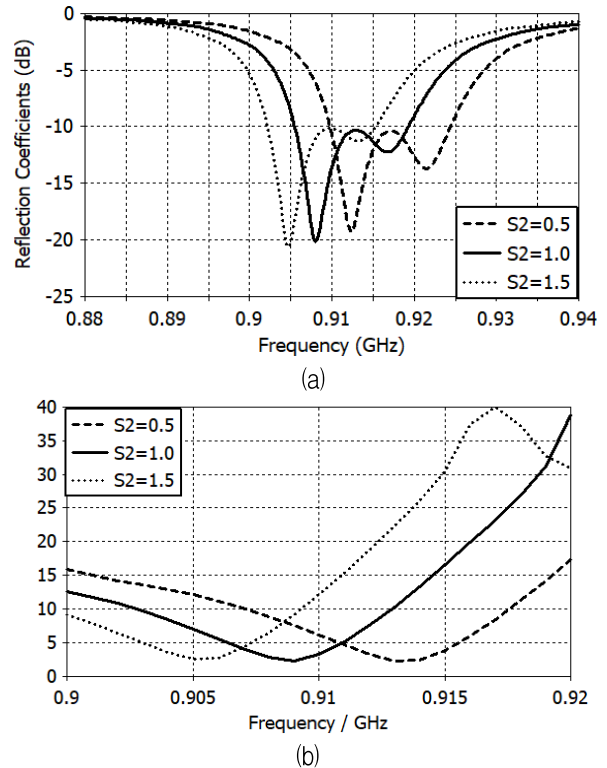
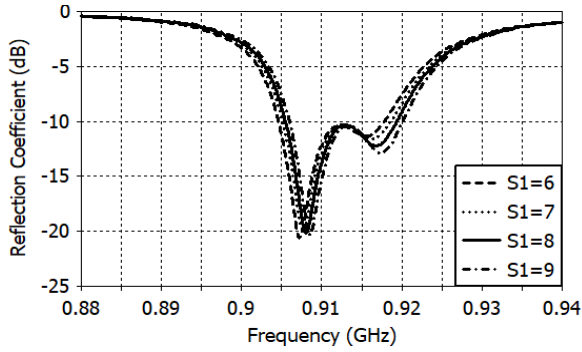


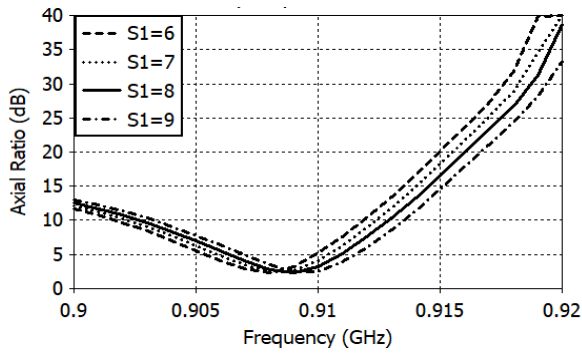
그림 6. 슬롯 폭  $S_2$ 에 따른 (a) 반사계수 및 (b) 축비  
Fig. 6. (a) Reflection coefficient and (b) Axial ratio versus slot width  $S_2$

그림 7은 덤벨슬롯 간격  $S_1$ 에 따른 안테나의 반사계수와 축비 계산 결과이다. 반사계수 값은  $S_1$ 의 변화에 따라 큰 변화가 없다. 반면에 가장 낮은 축비를 갖는 주파수를 미세 조정할 수 있으므로 축비 성능 최적화에 유용하게 적용될 수 있다.

그림 8은 덤벨슬롯의 유무에 따른 안테나 반사계수이다. 덤벨슬롯이 있는 경우 안테나의 이중공진 특성이 발생되면서 대역폭이 2배 가까이 증가함을 알 수 있다. 여기서 덤벨슬롯이 없는 경우의 사각패치 한 번의 길이는 50.4mm이고 덤벨슬롯이 존재하는 경우의 사각패치의 길이는 48.9mm이다. 따라서 덤벨슬롯이 추가됨에 따라 사각패치의 크기가 2.97% 감소함을 알 수 있다.



(a)



(b)

그림 7. 인접한 슬롯 간 간격  $S_1$ 의 변화에 따른 (a) 반사계수 및 (b) 축비

Fig. 7. (a) Reflection coefficient and (b) Axial ratio of the antenna as the distance between two neighboring slots  $S_1$

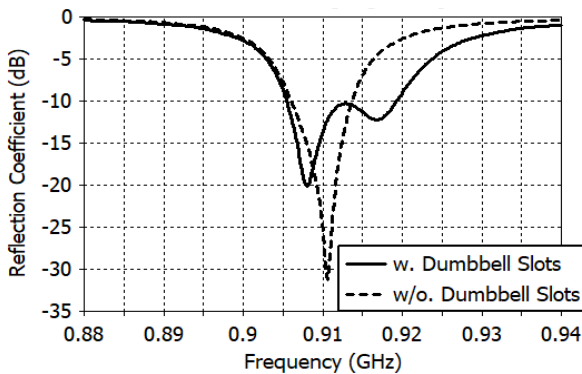


그림 8. 덤벨형 슬롯 유무에 따른 반사계수

Fig. 8. Reflection coefficient with and without the dumbbell slots

그림 9는 주파수 최종 설계된 안테나의 0.909 GHz에서 축비패턴을 평면 상에 도시한 것이다. 횡축은 방위각( $\phi$ )을 나타내며 종축은 고각( $\theta$ )을 나타낸다. 그림 9의 결과를 면밀히 분석하면 고각방향으로  $-70^\circ \leq \theta \leq +70^\circ$ 에서 축비가 5dB 이하이며 방위각 방향으로는 균일한 축비특성을 가짐을 확인할 수 있다.

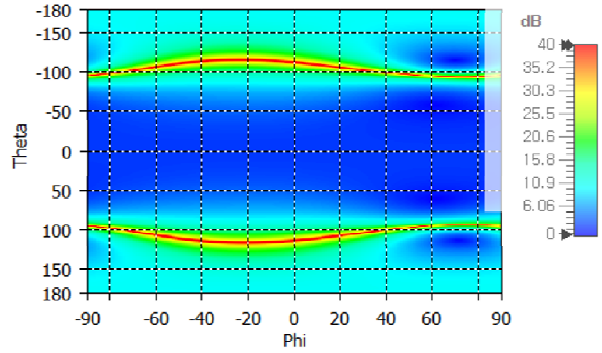


그림 9. 안테나 축비 2차원도 ( $f = 0.909\text{GHz}$ )

Fig. 9. 2D plot of the antenna axial ratio ( $f = 0.909\text{GHz}$ )

표 2는 최종 설계된 안테나의 치수값이다. 표 3은 본 논문에서 제시한 안테나와 기존에 연구된 세라믹 패치 안테나[14][15]의 성능을 비교한 것이다. RFID 리더용 세라믹 패치 안테나 논문은 매우 제한적이다. 기존결과[14]와 비교할 때 본 논문에서 제시한 안테나는 1.9dB의 우수한 축비특성을 가짐을 확인할 수 있다.

표 2. 최종 설계된 안테나 치수

Table 2. Dimensions of the designed antenna

Parameters	Values(mm)	Parameters	Values(mm)
$L_G$	80.0	$C$	4.0
$L_D$	60.0	$Y_C$	18.8
$L$	48.9	$S_1$	8.0
$L_S$	18.7	$S_2$	1.0
$L_W$	1.9	$S_3$	0.2

표 3. 기존 RFID 리더 안테나와 제안된 안테나 비교

Table 3. Comparison between the existing RFID reader antenna and the proposed antenna

Parameters	This paper	Ref. [14]	Ref. [15]
Dielectric body size (mm)	60*60*6	25*25*6.5	25*25*3
Permittivity	9.8	20	48
Frequency (GHz)	0.904-0.921	1.57-1.62	0.908-0.924
Gain	2.5dBic	2dBic	0dBi
Front-back ratio (dB)	15	17	10
Axial ratio (dB)	1.9	9.9	-

### III. 안테나 제작 및 측정

최종 결정된 설계치수를 반영하여 그림 10과 같이 안테나를 제작하였다. 제작된 안테나는 80×80×7mm의 크기를 가지며 접지판 크기는 80×80×1mm이고 유전체 크기는 60×60×6mm이다. 회로망분석기를 이용하여 안테나의 반사계수를 측정하였다.

그림 11은 시뮬레이션 결과와 제작된 안테나의 반사계수 측정 결과를 비교한 것이다. 측정에 의하면 반사계수가 -10dB 이하인 주파수는 0.904-0.921GHz이며 시뮬레이션 결과인 0.906-0.919GHz로서 측정값과 해석값이 잘 일치함을 확인할 수 있다.

제작된 안테나의 이득패턴을 회로망 분석기와 3차원 원거리 이득 측정시설을 이용하여 측정하였다. 그림 12는 전파 무반사실 내에서 진행된 안테나의 이득패턴 측정 모습이다.

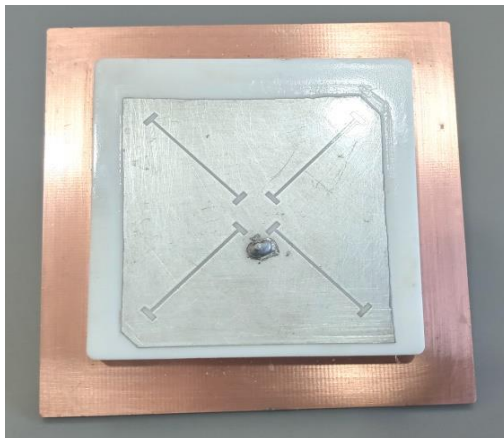


그림 10. 제작된 안테나  
Fig. 10. Fabricated antenna

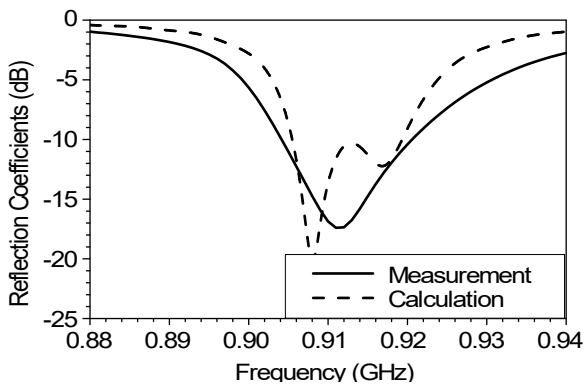


그림 11. 제작된 안테나의 반사계수  
Fig. 11. Reflection coefficient of the fabricated antenna

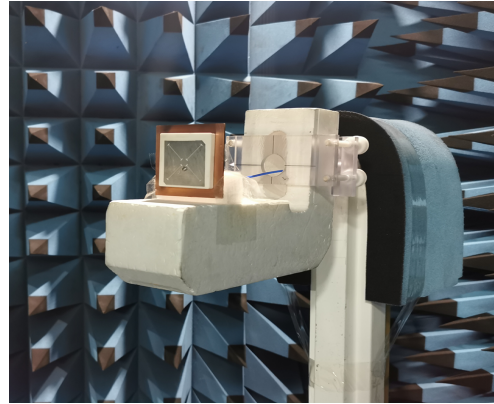


그림 12. 안테나 이득패턴 측정 모습  
Fig. 12. View of the antenna gain pattern measurement

그림 13은 제작된 안테나의 이득패턴을 보인 것이다. 이론치와 측정치는 후방에서 오차를 보이거나 나머지 각도에서는 잘 일치함을 알 수 있다. 후방 이득 오차 원인은 측정 시 사용한 치구의 영향으로 판단된다. 제작된 안테나는 2.5dBic의 최대이득과 120°의 3dB 빔폭을 가진다.

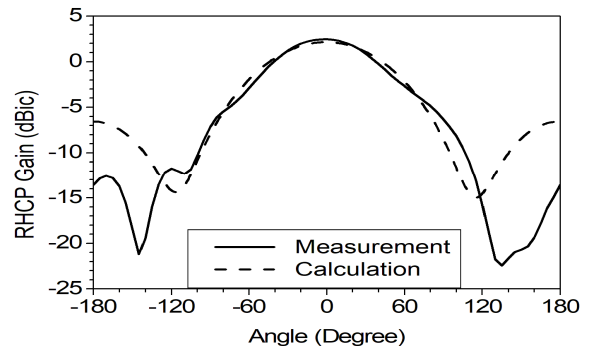


그림 13. 제작된 안테나의 우원편파 이득패턴  
( $f = 0.909\text{GHz}$ ,  $\phi = 90^\circ$ )  
Fig. 13. RHCP gain pattern of the fabricated antenna  
( $f = 0.909\text{GHz}$ ,  $\phi = 90^\circ$ )

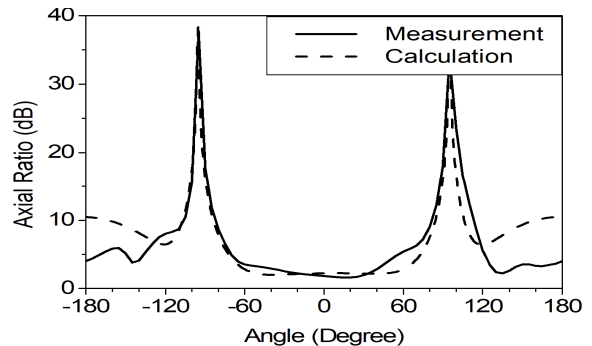


그림 14. 제작된 안테나의 축비패턴  
( $f = 0.909\text{GHz}$ ,  $\phi = 90^\circ$ )  
Fig. 14. Axial ratio pattern of the fabricated antenna  
( $f = 0.909\text{GHz}$ ,  $\phi = 90^\circ$ )

그림 14는 제작된 안테나의 축비패턴 측정치를 시뮬레이션 결과와 비교한 것이다. 제작된 안테나는 1.9dB의 최소축비, 87°의 3dB 축비빔폭, 124°의 5dB 축비빔폭을 보인다.

#### IV. 결 론

본 논문에서는 소형 접지판, 알루미늄 세라믹 소재, 사각패치로 구성된 UHF 대역 RFID 리더용 원편파 안테나를 설계, 제작, 측정하였다. 사각패치의 2개 모서리를 절단하여 원편파를 얻었으며 패치 상에 4개의 덤벨슬롯을 설치하여 동작 주파수를 조정하고 대역폭을 증가시켰다. 상용 소프트웨어를 사용하여 변수조절법으로 안테나를 설계하였다. 설계한 안테나를 제작하고 측정하여 특성을 이론치와 비교하였다. 제작된 안테나의 특성은 이론치와 잘 일치함을 확인하였다. 제작된 안테나는 접지판 크기를 기준으로 80×80×7mm의 크기를 가지며 주파수 0.904-0.921GHz에서 -10dB 이하의 반사계수, 0.909GHz에서 2.5dBic의 이득과 1.9dB의 최소축비, 87°의 3dB 축비빔폭, 124°의 5dB 축비빔폭을 가짐을 확인하였다. 본 논문의 결과는 UHF RFID 리더용 소형 원편파 안테나 구현에 유용하게 활용될 수 있다고 판단된다.

#### References

- [1] C. Turcu, "Designing and Deploying RFID Applications", IntechOpen, Jun. 2011.
- [2] F. Mohd-Yasin and M. K. Khow, "Techniques of RFID systems: architectures and applications", Microwave Journal, Jul. 2006.
- [3] N. Azim, et al., "Radio frequency identification (RFID) range test for animal activity monitoring", i2019 IEEE International Conference on Sensors and Nanotechnology, Penang, Malaysia, pp. 1-4, Jul. 2019. <http://doi.org/10.1109/SENSORSNANO44414.2019.8940097>.
- [4] Z. Wang, S. Fang, and L. C. Hang, and S. Fu, "A low-cost miniaturized circularly polarized antenna for UHF radio frequency identification reader applications", Microwave Optical Technology Letters, Vol. 51, No. 10, pp. 2382-2384, Jul. 2009. <https://doi.org/10.1002/mop.24612>.
- [5] H. Cheng, J. Zhang, H. Cheng, and Q. Zhao, "Compact design of circularly polarized antenna with vertical slotted ground for RFID reader applications", Journal of Electrical Computer Engineering, Vol. 2017, pp. 1-5, Dec. 2017. <https://doi.org/10.1155/2017/1936849>.
- [6] J.-W. Noh, L.-J. Jhang, C. Lee, B.-C. Ahn, and Y.-K. Chae, "Analysis of the performances on passive UHF RFID tags for distribution and logistics application", Journal of KIIT, Vol. 14, No. 12, pp. 47-56, Dec. 2016. <http://dx.doi.org/10.14801/jkiit.2016.14.12.47>.
- [7] J.-H. Bang, C. Bat-Ochir, H.-S. Koh, E.-J. Cha, and B.-C. Ahn, "A small and lightweight antenna for handheld RFID reader applications", Antennas and Wireless Propagation Letters, Vol. 11, pp. 1076-1079, Sep. 2012. <http://doi.org/10.1109/LAWP.2012.2217311>.
- [8] P. V. Nikitin and K. V. S. Rao, "Helical antenna for handheld UHF RFID reader", 2010 IEEE International Conference on RFID, Orlando, FL, USA, pp. 166-173, Apr. 2010. <http://doi.org/10.1109/RFID.2010.5467252>.
- [9] C. Bajaj, D. K. Upadhyay, S. Kumar, and B. K. Kanaujia, "Compact dual-band circularly-polarized cross-dipole antenna for portable RFID reader", 2021 IEEE International Conference on RFID Technology and Applications, Delhi, India, pp. 1-4, Oct. 2021. <http://doi.org/10.1109/RFID-TA53372.2021.9617287>.
- [10] K. Y. Lam, K.-M. Luk, K. F. Lee, H. Wong, and K. B. Ng, "Small circularly polarized U-slot wideband patch antenna", IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters, Vol. 10, pp. 87-90, Feb. 2011. <http://doi.org/10.1109/LAWP.2011.2110631>.

[11] C. Wang, Y. Chen, and S. Yang, "Bandwidth enhancement of a dual-polarized slot antenna using characteristic mode", *IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters*, Vol. 17, No. 6, pp. 988-992, Jun. 2018. <http://doi.org/10.1109/LAWP.2018.2828881>.

[12] T. Cheng, W. Jiang, S. Gong, and Y. Yu, "Broadband SIW cavity-backed modified dumbbell-shaped slot antenna", *IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters*, Vol. 18, No. 5, pp. 936- 940, May 2019. <http://doi.org/10.1109/LAWP.2019.2906119>.

[13] MAC Technologies, [www.mactech.cor.kr](http://www.mactech.cor.kr) [accessed : May 04, 2023]

[14] Y.-K. Chae, C.-H. Lee, J.-H. Cha, W.-J. Kim, and B.-C. Ahn, "Design of a ceramic patch antenna for artillery projectile positioning applications", *Journal of KIIT*, Vol. 15, No. 5, pp. 81-85, May 2017. <http://dx.doi.org/10.14801/jkiit.2017.15.5.81>.

[15] J.-S. Kim, W.-K. Choi, and G.-Y. Choi, "Small ceramic patch antenna UHF RFID tag mountable on metallic objects", *Proc. ITC-CSCC*, pp. 861-864, Jul. 2008.

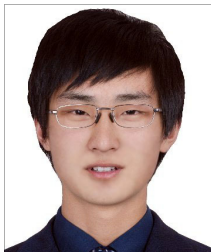
저자소개

박 경 (Kyung Park)



2018년 9월 ~ 현재 : 충북대학교  
전파통신공학전공 석사과정  
관심 분야 : 안테나, 전자파 응용

서 송 원 (Songyuan Xu)



2018년 3월 ~ 2020년 2월 :  
충북대학교  
전파통신공학전공(석사)  
2021년 9월 ~ 현재 : 충북대학교  
전파통신공학전공 박사과정  
관심 분야 : 안테나, 전자파 응용

허 지 원 (Jiwon Heo)



2018년 3월 ~ 2020년 2월 :  
충북대학교  
전파통신공학전공(석사)  
2020년 3월 ~ 현재 : 충북대학교  
전파통신공학전공 박사과정  
관심 분야 : 안테나, RF, 전자파  
응용

델겔 오트건뱃 (Otgonbat Delger)



2014년 1월 : Mongolian  
University of Science and  
Technology, 전기공학(석사)  
2019년 3월 ~ 현재 : 충북대학교  
전파통신공학 박사과정  
관심분야 : 안테나, RF, 초고주파

안 병 철 (Bierng-Chearl Ahn)



1992년 12월 : University of  
Mississippi 전기전자공학(박사)  
1992년 ~ 1994년 : 국방과학연구소  
선임연구원  
1995년 ~ 현재 : 충북대학교  
전파통신공학과 교수  
관심분야 : 안테나, 전자파 응용

아리운볼드 갈산온돈 (Galsan-Yondon Ariunbold)



2017년 1월 : Mongolian  
University of Science and  
Technology, 전기기술공학(석사)  
2019년 3월 ~ 현재 : 충북대학교  
전파통신공학전공(박사과정)  
관심분야 : 안테나, RF, 초고주파