

논문 2015-52-2-9

# HF-UHF RFID 이중대역 태그 안테나 설계

(Design of HF-UHF dual Band Tag Antenna)

윤 나 내\*, 하 반 남\*, 서 철 현\*\*

(Nanae Yoon, Havan Nam, and Chulhun Seo<sup>Ⓢ</sup>)

## 요 약

본 논문에서는 HF 와 UHF 대역인 13.56 MHz와 922 MHz에서 동작하는 이중대역 태그 안테나를 제안하였다. 하나의 안테나가 이중대역에서 동작하기 위해 제안한 이중대역 태그 안테나 구조는 HF대역에서 동작하는 3턴의 스파이럴 코일 구조와 UHF 대역에서 동작하는 역 스파이럴 형태의 다이폴 구조의 안테나를 FR-4 기판 윗면과 아랫면에 각각 적용하였다. UHF 대역 구조의 경우 역 스파이럴 구조로 다이폴 안테나와 비교하여 소형화 하였다. 제안한 안테나의 전체 크기는 80 mm × 40 mm × 0.8 mm 이며, 모의실험 결과 S11이 13.56 MHz와 922 MHz에서 -10 dB 이하의 특성을 나타내었다. 제안한 안테나 구조의 방사패턴의 모의실험 결과는 UHF 대역에서 -3 dBi 의 이득을 가지며, 전방향성을 갖는 방사패턴의 모양을 확인하였다.

## Abstract

In this paper, a dual band antenna with the operating frequency in HF and UHF band was proposed. The antenna structure consists of three spiral turns coil in the bottom side to generate the HF frequency of 13.56 MHz. In the top of the antenna, an inverted-spiral dipole structure is used to create the UHF frequency of 922 MHz. The dual band antenna was optimized to reduce size with 80 mm × 40 mm × 0.8 mm dimension. The antenna presents the omnidirectional characteristic with high gain. To validate the theoretical design, the antenna was simulated using FR-4 substrate and verified the simulation results.

**Keywords :** Antenna, Dual band, RFID, Tag Antenna, HF band, UHF band

## I. 서 론

RFID 분야가 주목을 받으면서 안테나 기술자들은 기존과 다른 안테나를 수요자의 요구사항에 맞추기 위해 많은 접근을 시도해왔다. RFID는 이동성, 휴대성 및 간

편성 등이 요구되고 있고 이에 발 맞춰 국내 여러 업체들이 RFID를 개발하고 있다. RFID 주파수는 HF 대역 (13.56 MHz), UHF 대역 (890~960 MHz), ISM 대역 (2.4 GHz)을 주로 사용한다<sup>[1~5]</sup>.

HF 대역은 데이터 전송률이 좋다는 장점을 가지며, UHF 대역으로 높아짐에 따라 인식 속도가 빨라진다는 장점이 있다. RFID 시스템을 사용하는 공급 체인에서는 많은 상황을 가질 수 있고, 많은 이점이 요구되고 있다. 기존의 단일 대역에서 동작하는 RFID 시스템은 생산과 패키징에서 일어나는 물질 및 형태의 다양성을 다루기가 어렵다. 이중대역에서 동작하는 태그 안테나를 이용하게 되면 기존에 이원화되어 사용하고 있는 시스템을 하나의 태그 안테나로써 두 시스템에 모두 적용할 수 있기 때문에 각각 두 개의 태그안테나를 각각 사용

\* 학생회원, \*\* 정회원, 숭실대학교 정보통신전자공학부 (Department of Electronics Engineering, Soongsil University)

Ⓢ Corresponding Author(E-mail: chulhun@ssu.ac.kr)

※ 본 연구는 미래창조과학부의 재원으로 한국연구재단 (NRF)의 지원을 받아 수행한 연구(No.2014044894)입니다.

※ 본 연구는 산업통상자원부의 재원으로 한국에너지 기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구과제(No.20144030200600)입니다.

접수일자: 2015년01월22일, 수정일자: 2015년02월10일

게재확정: 2015년02월12일

하는 것과 비교하여 비용 절감 및 크기를 줄일 수 있으며, 복잡성을 줄일 수 있다는 장점을 가진다<sup>[5~7]</sup>.

본 논문에서는 3턴의 코일과 집중 소자를 이용한 HF 대역 안테나와 역 스파이럴 다이폴 구조의 UHF 대역 안테나를 각각 설계하였다. 또한 하나의 기판 양면에 각각 두 개의 구조를 적용하고, 비아 홀을 통하여 하나의 포트에서 이중 대역에서 동작하는 구조를 제안하였다. 제안한 안테나는 카드와 비슷한 소형화 된 크기를 가지도록 설계하였다.

## II. 본 론

### 1. HF대역 안테나 설계

기존 HF RFID 태그 안테나 연구는 물리적인 크기를 줄이기 위해 많은 턴 수의 스파이럴 구조로 진행되었다<sup>[8]</sup>. UHF 안테나와 비교하여 파장의 길이가 길기 때문에 기판의 외곽으로 3 턴의 스파이럴 코일 구조로 설계하였다. 식 (1)에 의하여 공진 주파수에서 동작하기 위

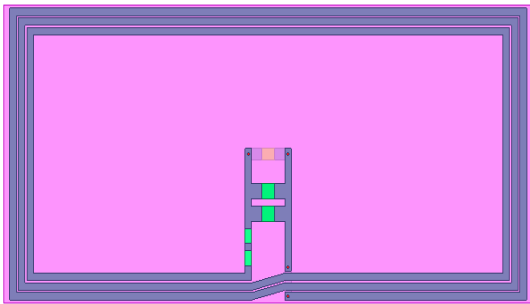


그림 1. 제안한 HF 태그 안테나 구조  
Fig. 1. The proposed HF tag antenna structure.

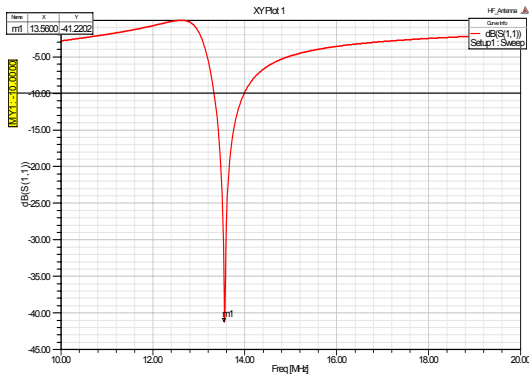


그림 2. 제안한 HF 태그 안테나 모의실험 결과 (S-parameter)  
Fig. 2. Simulation result of HF tag antenna structure (S-parameter).

해 집중 소자를 이용하며 매칭 하였다. 제안한 구조는 그림 1에 나타내었다. 설계한 기판은 FR-4 (유전율 : 4.4, 손실 탄젠트 : 0.02)를 선택 하였고, UHF 대역 안테나와 결합하기 위해 기판 아래에 스파이럴 코일이 위치하도록 설계하였다. 기판 윗면의 가운데에 Feeding을 주었으며 비아 홀을 통하여 설계한 스파이럴 코일과 연결하였다. 4 개의 집중 소자를 직렬과 병렬구조로 매칭하여 13.56 MHz에서 동작하도록 설계하였다. 스파이럴 코일의 선폭과 선간 간격은 각각 1 mm, 0.3 mm 이고, 전체 기판의 크기는 80 mm × 40 mm × 0.8 mm 이다.

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad (1)$$

그림 2는 그림 1의 구조를 모의실험 한 결과이다.  $S_{11}$  값을 확인한 결과 13.56 MHz에서 약 - 41 dB의 특성을 갖는 것을 확인하였다.

### 2. UHF대역 안테나 설계

기존의 UHF 대역의 안테나는 다이폴, meander line,

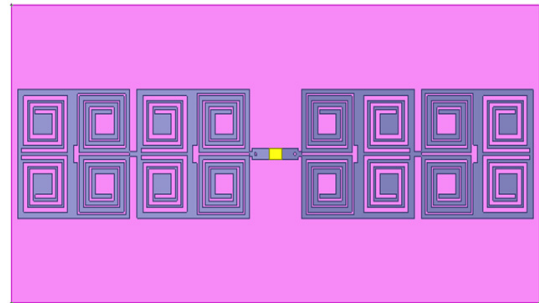


그림 3. 제안한 UHF 태그 안테나 구조  
Fig. 3. The proposed UHF tag antenna structure.

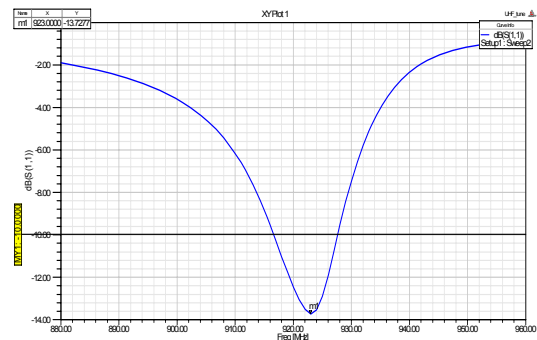


그림 4. 제안한 UHF 태그 안테나 모의실험 결과 (S-parameter)  
Fig. 4. Simulation result of UHF tag antenna structure (S-parameter).

패치, 슬롯 안테나 등의 구조로 연구가 진행되었다<sup>[5]</sup>. 제안한 UHF 안테나는 다이폴 구조의 형태에 역 스파이럴 모양의 패턴으로 설계하였다. 기존의 다이폴 안테나와 비교하여 스파이럴의 인덕턴스와 역 스파이럴의 커플링에 의해 LC 값이 증가하게 되고, 소형화가 가능하게 된다. 제안한 구조는 그림 3에 나타내었다.

그림 4는 그림 3에 구조를 모의실험 한 결과이다. 모의실험 결과  $S_{11}$  값을 확인한 결과 923 MHz에서 약 -13 dB의 결과를 나타내는 것을 확인하였다.

### 3. HF-UHF 이중대역 안테나 설계

앞에서 설계한 HF 안테나와 UHF 안테나를 하나의 안테나로 결합하여 설계하였다. 제안한 이중대역 태그

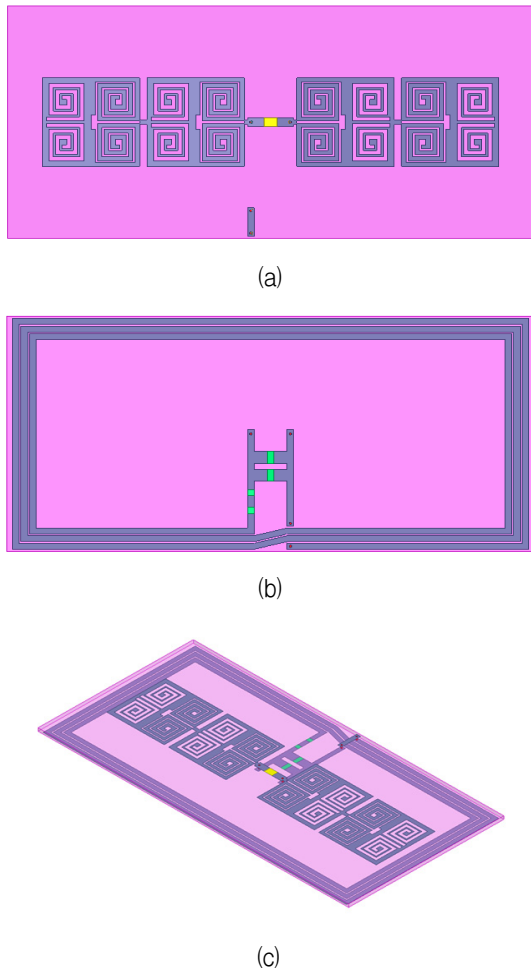


그림 5. 제안한 HF-UHF 이중대역 태그 안테나 구조  
Fig. 5. The proposed HF-UHF dual band tag antenna structure (a) Top view, (b) Bottom view, (c) 3D view.

안테나의 구조는 그림 5와 같다. 기판의 윗면은 UHF 대역에서 동작하는 구조와 아랫면은 HF 대역에서 동작하는 구조를 적용하였다. 한 개의 포트에서 두 개의 대역 안테나가 동작하도록 하기위해서 안테나 사이에 비아 홀을 이용하여 두 안테나를 연결하였다. 모의실험 결과 각각의 안테나와 비교하여 주파수가 이동되었고, 정확한 동작 주파수를 조절하기 위해 크기 및 소자의 값을 조절하여 최적화 하였다.

그림 6은 그림 5의 안테나를 모의 실험한 결과이다. 모의실험 결과 HF 대역인 13.56 MHz와 UHF 대역인 922 MHz에서  $S_{11}$ 이 각각 -61.87 dB 와 -12.19 dB 인 것을 확인하였다. 또한 중간 대역의 주파수는 -10 dB

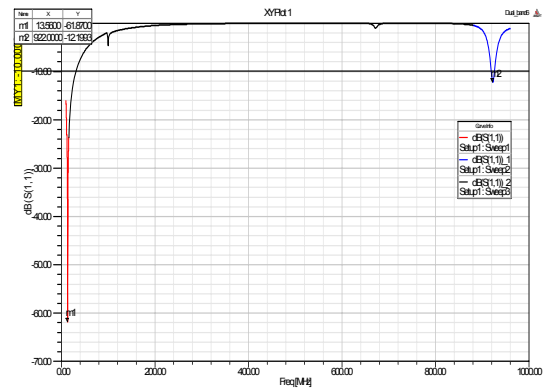


그림 6. 제안한 HF-UHF 이중대역 태그 안테나 모의실험 결과 (S-parameter)  
Fig. 6. Simulation result of HF-UHF dual band tag antenna structure (S-parameter).

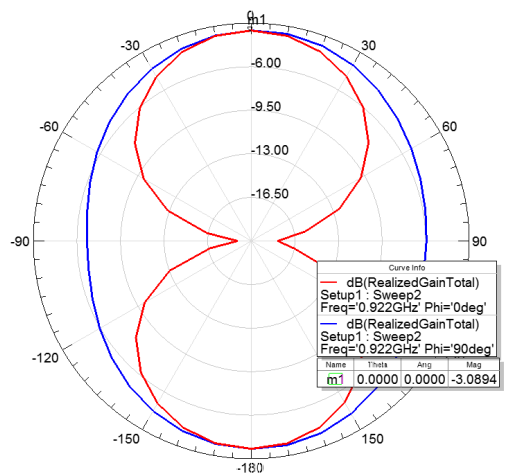


그림 7. 제안한 HF-UHF 이중대역 태그 안테나 모의실험 결과 (UHF band Radiation pattern)  
Fig. 7. Simulation result of HF-UHF dual band tag antenna structure (UHF band Radiation pattern).

이상의 값을 가지는 것을 확인하였다.

그림 7은 제안한 구조의 UHF 대역에서의 방사패턴을 확인한 결과이다. 922 MHz에서 방사패턴을 확인한 결과 - 3 dBi의 이득을 가지며, 패턴 모양이 전방향성을 갖는 것을 확인하였다. 이것은 RFID 안테나로써 적합한 패턴의 모양을 갖는 것을 확인하였다.

### III. 결 론

본 논문에서는 다양한 RFID 대역 중 HF와 UHF 대역에서 동작하는 이중대역 태그 안테나 구조를 제안하고 설계 하였다. 제안한 이중대역 RFID 태그안테나는 3턴의 스파이럴 코일 구조와 역 스파이럴 다이폴 안테나를 기판의 위와 아래에 적용하였으며, 비아 홀을 이용하여 하나의 포트에서 두 개의 대역에서 동작하도록 설계되었다. 제안한 안테나는 HF대역인 13.56 MHz에서 - 61.87 dB, UHF대역인 922 MHz에서 - 12.19 dB로 모두 - 10 dB 이하의 값을 가지는 것을 확인하였다. 제안한 태그안테나의 UHF대역 방사 패턴을 모의실험으로 확인한 결과 전방향성을 가지므로 RFID 태그 안테나로써 적합한 것을 확인하였다. 또한 전체 크기가 카드 사이즈와 비슷하게 소형화 된 크기로 설계되었다.

### REFERENCES

- [1] J. Ju, and J. Chun, "A Study on the Antenna Design of the RFID Reader for 900MHz Band," *The Journal of Korean Institute of Communication and Information Sciences (J-KICS)*, Vol. 33, no. 12, pp.473-479, Dec.2008.
- [2] J. Lim, B. Kang, H. Kim, J. Jwa, and D. Yang, "Dual-band Open Loop Antenna using Strip-Conductor for the RFID and Wireless LAN Application," *Journal of The Institute of Electronics Engineers of Korea*, Vol. 44, no. 3, pp. 345-351, Mar. 2007.
- [3] S. Yeo, W. Joo, and B. Jeong, "Design of Dual Band Antenna for UHF RFID and W-LAN," *KIIT Conference*, June.2009.
- [4] K. Finkenzeller, "RFID Handbook: Fundamentals and Applications in Contactless Smart Cards and Identification," *Wiley*, 2003.
- [5] S. Kang, and H. Kim, "Design of a Size-reduced RFID Dual-UHF-Band Reader Antenna," *The Trans of the Korean Institute of Electrical Engineers*, Vol. 62, No. 12, pp. 1719-1724, Dec. 2013.
- [6] C. L. Tan, and W. Ismail, "Compact Dual Band Tag Antenna Design For Radio Frquency Identification (RFID) Application," *Progress In Electromagnetics Research C*, Vol. 31, pp. 29-40, 2012.
- [7] Z. L. Ma, L. J. Jiang, J. Xi, and T. T. Ye, "A Single-Layer Compact HF-UHF Dual-Band RFID Tag Antenna," *IEEE Antenna and Wireless Propagation Letters*, Vol. 11, pp. 1257-1260, 2012.
- [8] L. W. Mayer, and A. L. Scholtz, "A Dual-band HF/UHF Antenna for RFID Tags," *Vehicular Technology Conference, 2008*, pp. 1-5, Sept.2008.
- [9] J. Nummela, L. Ukkonen, L. Sydanheimo, and M. Kivikoski, "13,56 MHz RFID Antenna for Cell Phone Integrated Reader," *Conference: Antennas and Propagation Society International Symposium, 2007 IEEE, 2007*.

저 자 소 개



윤 나 내(학생회원)  
2011년 강남대학교 전자공학과  
학사 졸업.  
2013년 숭실대학교 전자공학과  
석사 졸업.  
2013년 3월~현재 숭실대학교  
정보통신공학과  
박사 과정.

<주관심분야 : 초고주파 회로 설계, Oscillator,  
RF Power Amplifier, 안테나, 무선 전력 전송>



하 반 남(학생회원)  
2012년 Bachelor Engineering  
degree in School of  
Electronics and  
Telecommunications,  
Hanoi University of  
Science and Technology,  
Hanoi, Vietnam.

2013년 3월~현재 숭실대학교 정보통신공학과  
석박통합 과정.

<주관심분야 : RF Power amplifier, antenna,  
Wireless power transfer, Metamaterial>



서 철 현(정회원)  
1983년 서울대학교 전자공학과  
(공학사)  
1985년 서울대학교 전자공학과  
(공학석사)  
1993년 서울대학교 전자공학과  
(공학박사)

1993년~1995년 MIT 연구원  
1993년~1997년 숭실대학교 정보통신학과 조교수  
1999년~2001년 MIT 방문교수  
1997년~2004년 숭실대학교 정보통신 전자공학부  
부교수  
2004년~현재 숭실대학교 정보통신 전자공학부  
교수

<주관심분야 : 이동 및 위성통신 Microwave 부  
품 및 시스템, PBG를 이용한 RF부품, RF power  
Amplifier, RFIC 등>