

등방성 복사패턴을 가지는 U-형태의 RFID 태그 안테나

°이상운*, 이기근*, 추호성**, 박익모*

*아주대학교 전자공학부

**홍익대학교 전자전기공학부

E-mail : ipark@ajou.ac.kr

U-Shaped RFID Tag Antenna with Isotropic Radiation Pattern

Sangwoon Lee*, Keekeun Lee*, Hosung Choo**, Ikmo Park*

*School of Electrical and Computer Engineering, Ajou University

**School of Electronics and Electrical Engineering, Hongik University

Abstract

본 논문에서는 등방성 복사패턴을 가지는 U-형태의 RFID 수동형 태그 안테나를 제안하였다. 수동형 태그 안테나는 복사부에 해당하는 U-형태의 반파장 ($\lambda/2$) 다이폴과 사각 형태의 급전부가 결합된 구조이다. 태그 칩과의 공액 정합이 용이하게 하기위해 급전부 하단 중앙에 상용 태그 칩을 부착하여 U-형태의 안테나 본체에 연결하였다. 안테나의 대역폭은 VSWR < 2를 기준으로 905.5~921 MHz로 국내에 할당된 UHF 주파수 대역을 수용할 수 있으며, 안테나의 최대 이득과 최소 이득의 차가 최대 1.65 dB, 최소 1.18 dB의 낮은 이득 편차 특성과 90 %이상의 높은 복사효율을 얻었다. 또한 VSWR < 5.8을 기준으로 한 대역폭은 879 ~ 934 MHz로, 이 대역폭 내에서는 안테나의 최대 이득과 최소 이득의 차가 4 dB 이하를 가졌다.

I. 서론

RFID 시스템은 IT 기술의 급속한 발전으로 소형화 · 저가화 · 고기능화가 실현되고 있으며, 향후 유비쿼터스 환경 구축하는데 있어서 필수 불가결한 차세대 핵심 기술이다. 비접촉 무선인식 기술인 RFID는 크게 리더기와 태그로 구분되며, 리더기에서 태그로 전파를 복사 하면 태그 칩에 저장된 고유 정보를 역산란 방식을 통하여 태그 안테나로부터 되돌려 받는다. 리더기 안테나는 원형 편파를 가진 안테나를 사용함으로써 태그 안테나가 놓인 방향과 무관하게 태그의 고유 정보를 인식할 수 있으며, 태그 안테나는 태그의 특성 상 소형화가 가능해야 하므로 선형 편파 안테나를 많이 사용한다.^{[1],[2]} 태그 안테나는 태그 자체의 접지공간이 없기 때문에 자체 접지를 지니고 안테나와 태그 칩과의 임피

던스 공액 정합이 용이한 구조 이어야 한다. 다이폴 구조의 안테나는 이러한 조건을 만족하는 안테나로 RFID 태그 안테나로 널리 사용 중이다.^{[2]-[6]} 그러나 다이폴 구조의 안테나는 도넛 형태의 복사패턴 특성을 가지므로 복사가 되지 않은 영역이 발생하여^{[7]-[10]} 태그가 놓인 방향에 따라 리더기에서의 인식을 저하와 인식거리가 낮아지는 문제점이 지적되고 있어, 이에 대한 연구가 절실히 요구된다.

본 논문에서는 등방성 복사패턴을 가지는 U-형태의 RFID 태그 안테나를 설계하였다. 제안한 태그 안테나는 리더기에서 태그의 고유 정보를 받을 때 방향에 무관한 인식률을 갖고자 등방성 복사패턴이 되도록 하였으며, 충분한 전력이 태그 칩에 공급되도록 안테나와 태그 칩의 임피던스 공액 정합이 되도록 설계하였다.

II. 안테나의 구조 및 설계

그림 1은 제안된 U-형태의 RFID 태그 안테나 구조이다. 제안된 태그 안테나는 안테나의 복사부에 해당하는 본체와 사각 형태의 급전부로 구성되어 있다. 본체는 U-형태의 반파장 ($\lambda/2$) 다이폴 안테나로 되어 있고 사각 형태의 급전부는 태그 칩과의 공액 정합이 용이하기 위해 급전부 하단 중앙에 상용 태그 칩(ALL-9238, 9250)을 이용하여 본체에 연결하였으며, 안테나는 비유전율(ϵ_r)이 3.38이고 0.2032 mm의 두께를 가지는 RO 4003 기판 위에 인쇄하였다. 상용 태그 칩은 914 MHz에서 약 13-j133의 입력 임피던스 값을 가진다. 안테나의 최적화는 Zeland사의 EM Simulator인 IE3D로 하였다. 최적화된 안테나의 설계변수는 $L_1=32mm$, $L_2=75.5mm$, $L_3=14mm$, $L_4=14mm$, $w_1=4mm$, $w_2=8mm$, $w_3=2mm$, $g_1=24mm$, $g_2=10mm$ 이다.

그림 2는 최적화된 태그 안테나의 반사손실과 이득편차 특성을 보여주고 있다. 태그 칩에 정합되었을 때, 안테나의 대역폭은 VSWR < 2를 기준으로 905.5 ~ 921 MHz로 약 1.7% 대역폭을 가지므로 국내에 할당된 UHF 주파수를 수용하였다. 태그 안테나의 이득편차는 360° 전방향의 최대 이득과 최소 이득의 차이로서, 주어진 대역폭 안에서 최대 1.65 dB, 최소 1.18 dB의 낮은 이득편차 특성을 가졌다. 또한 VSWR < 5.8을 기준으로 한 대역폭에서는 879 ~ 934 MHz로 약 6.1%의 대역폭을 가지며, 4 dB 이하의 이득편차 특성을 보였다.

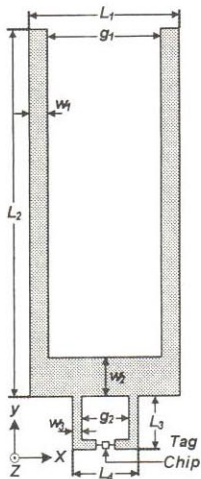


그림 1. 제안된 U-형태의 RFID 태그 안테나의 구조.

그림 3은 최적화된 태그 안테나의 복사효율 특성이다. 905.5 ~ 921 MHz(VSWR<2)에서 90% 이상을 나타내었으며, 879 ~ 934 MHz(VSWR<5.8)에서는 최소 86.5%의 복사효율을 보였다. 그림 4 (a), (b), (c)는 각각 국내 UHF 대역의 중심주파수인 911 MHz에서 xy-평면, xz-평면, yz-평면으로 본 복사패턴 특성을 나타내었다. 등방성 복사패턴 특성을 확인 할 수 있었으며, 이는 리더기에서 태그의 고유 정보를 받을 때 방향에 무관한 인식률을 가질 것으로 사료된다.

III. 안테나의 특성

최적화된 태그 안테나의 설계변수를 통하여 임피던스 특성 변화를 살펴보았다. 먼저 안테나 복사부에 해당하는 본체를 고정시킨 뒤, 사각 형태의 급전부 상하 길이 L_3 를 변화시켰다. L_3 를 12 mm에서 18 mm까지 2 mm 간격으로 증가 시켜 본 결과, 임피던스 특성의 경우 그림 5(a)와 5(b) 처럼 입력 저항과 입력 리액턴스는 일정하게 증가하고 있다. 또한

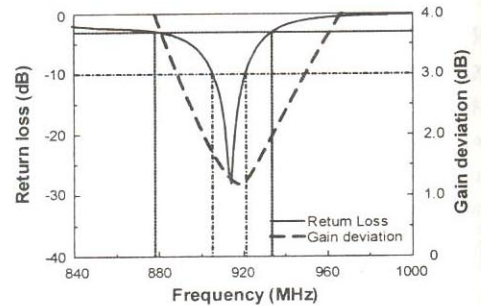


그림 2. 최적화된 태그 안테나의 반사손실과 이득편차 특성.

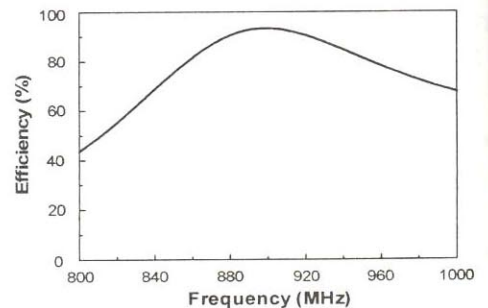
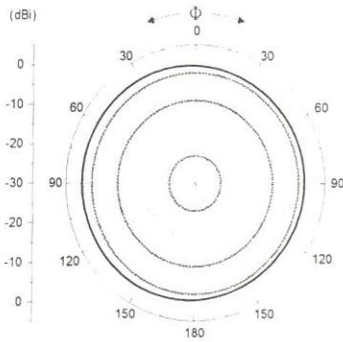
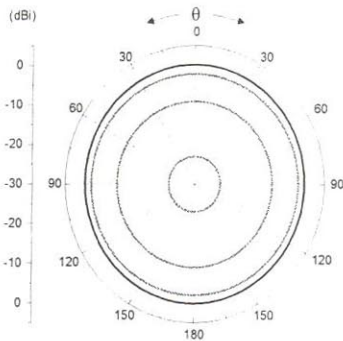


그림 3. 최적화된 태그 안테나의 복사효율 특성.

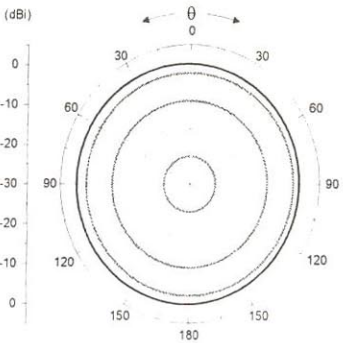
사각 형태의 급전부 좌우 길이 L_1 를 변화시켜 본 결과, L_3 길이 변화 결과와 유사하게 입력 저항과 입력 리액턴스가 일정하게 증가하였다 (그림 6).



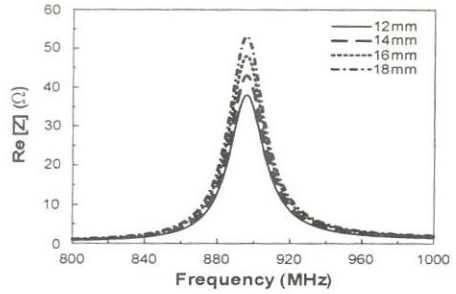
(a) xy-plane ($\theta=90$ deg).



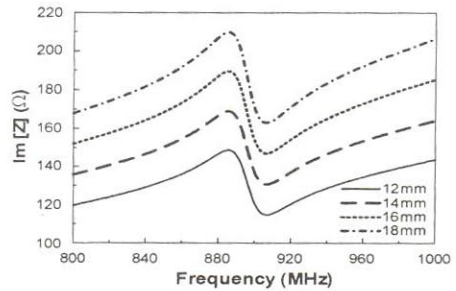
(b) xz-plane ($\phi=0$ deg).



(c) yz-plane ($\phi=90$ deg).

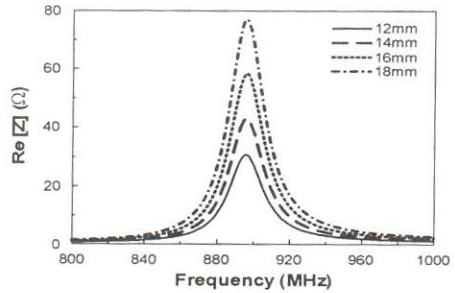


(a) 입력 저항

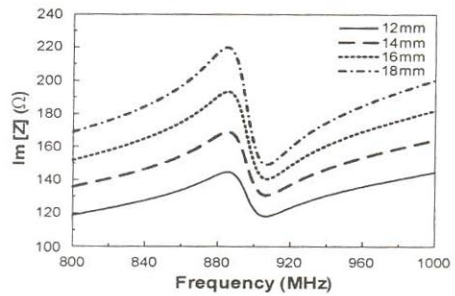


(b) 입력 리액턴스

그림 5. 사각 형태의 급전부 상하 길이(L_3) 변화에 따른 임피던스 특성 변화.



(a) 입력 저항



(b) 입력 리액턴스

그림 6. 사각 형태의 급전부 좌우 길이(L_1) 변화에 따른 임피던스 특성 변화.

그림 4. 최적화된 태그 안테나의 복사패턴 특성.

그림 7은 복사부에 해당하는 본체의 하단 선폭의 변화에 따른 임피던스 특성을 알아보고자, w_2 를 6 mm에서 12 mm까지 선폭을 2 mm 간격으로 증가시켜 보았다. 입력 저항과 입력 리액턴스는 선폭이 넓어짐에 따라 감소하였다. 안테나의 본체 하단 선폭 조절로 인하여 입력 저항은 태그 칩의 저항과 두 부분에서 만나고, 안테나의 입력 리액턴스는 태그 칩의 리액턴스와 세 부분에서 만난다. 이는 안테나를 칩의 입력 임피던스와 공액 정합되게 할 경우 광대역 특성을 가진 태그 안테나를 설계 할 수 있을 것으로 사료된다.

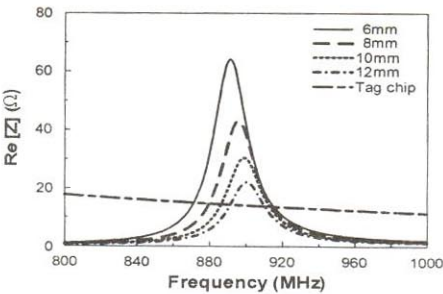
IV. 결론

본 논문에서는 등방성 복사패턴을 가지는 U-형태의 RFID 태그 안테나를 설계하였다. 상용태그 칩에 공액 정합한 결과, 설계한 안테나는 $VSWR < 2$ 를 기준으로 905.5 ~ 921 MHz의 약 1.7% 대역폭을 가짐으로써 국내에 할당된 UHF 주파수(908.5 ~ 914 MHz)를 수용하였으며, 90% 이상의 높은 복사 효율을 얻었다. 대역폭 내에서 최대 1.65 dB, 최소

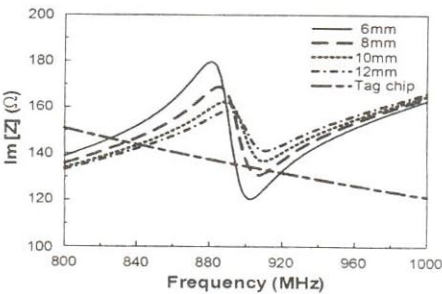
1.18 dB의 낮은 이득편차 특성을 확인할 수 있었다. 또한 $VSWR < 5.8$ 을 기준으로 879 ~ 934 MHz의 대역폭과 4 dB 이하의 이득편차 특성을 가졌다. 따라서 본 논문에서 설계한 등방성 복사 패턴을 가진 U-형태의 태그 안테나는 태그의 방향과 무관하게 리더기에서 잘 인식할 수 있다. 향후 본 연구에서 얻어진 결과를 기반으로 등방성 복사패턴을 가지는 광대역 및 소형 RFID 태그 안테나 연구를 수행할 수 있을 것으로 사료된다.

참고문헌

- [1] 유승화, *유비쿼터스 사회의 RFID*, 전자신문사, 2005.
- [2] K. Finkenzeller, *RFID Handbook*, 2nd Ed., Wiley, 2003.
- [3] C. Cho, H. Choo and I. Park, "Broadband RFID tag antenna with quasi-isotropic radiation pattern," *Electron Lett.*, vol. 41, pp. 1091-1092, Sept. 2005.
- [4] Q. Xianming and Y. Ning, "A folded dipole antenna for RFID," *Proc. IEEE AP-S Int. Symp.*, vol. 1, pp. 97-100, June 2004.
- [5] K. V. S. Rao, P. V. Nikitin, and S. F. Lam, "Antenna design for UHF RFID tags," *IEEE Trans. Antennas Propagat.*, vol. 53, no. 12, pp. 3870-3876, Dec. 2005.
- [6] P. R. Foster and R. A. Burberry, "Antenna problems in RFID systems," *IEE Colloquium on RFID Technology*, vol. 3, pp. 3/1-3/5, Oct. 1999.
- [7] A. Delichatsios and D. W. Engels, "The Albano passive UHF tag antenna," *Waveform Diversity Conference*, pp. 3209-3212, 2006.
- [8] S. Basat, S. Bhattacharya, A. Rida, S. Johnston, L. Yang, M. Tentzeris, and J. Laskar, "Fabrication and assembly of a novel high-efficiency UHF RFID tag on flexible LCP substrate," *Proc. IEEE ECTC Symp.*, pp. 1352-1355, June 2006.
- [9] L. Yang, S. Basat, and M. Tentzeris, "Design and development of novel inductively coupled RFID antennas," *Proc. IEEE AP-S Symp.*, pp. 1035-1038, July 2006.
- [10] S. Basat, K. Lim, M. Tentzeris, and J. Laskar, "Design and development of a miniaturized embedded UHF RFID tag for automotive tire applications," *Proc. IEEE ECTC Symp.*, pp. 867-870, June 2005.



(a) 입력 저항



(b) 입력 리액턴스

그림 7. 안테나 본체 하단 선폭(w_2) 변화에 따른 임피던스 특성 변화.