
RFID 응용을 위한 폴디드-루프 안테나

최태일*

Folded Loop Antennas for RFID Application

Tea-il Choi*

요 약

본 논문에서는 UHF 대역(860~960 MHz)의 수동 RFID 태그 안테나 제안하여 해석하였다. 제안한 안테나는 루프구조에 의한 UHF 대역 초소형 수동 RFID 태그 안테나이다. 제안한 안테나는 단일 평면 구조 형태로 인쇄 기판에 손쉽게 인쇄할 수 있어 생산비 절감을 통한 대량 생산이 용이하며, Pareto 유전자 알고리즘과 IE3D 시뮬레이션 툴로 최적화하여 안테나의 크기를 소형화 하였다. 최적화 한 RFID 태그 안테나의 성능을 검증하기 위하여 몇 개의 표본 안테나를 제작하고 반사 손실, 복사 효율, 복사 패턴 등을 측정하였다. 상용 태그 와 고정형 리더 시스템을 이용하여 제작된 태그 안테나의 인식 거리를 측정하였고, 약 1~3 m의 인식 거리를 가지는 것을 확인하였다.

ABSTRACT

In this paper, we examined the operating principle of a passive tag antenna for RFID system in UHF band. Based on the study, we proposed a novel RFID tag antenna which adopts the inductively coupled feeding structure to match antenna impedance to a capacitively loaded commercial tag chip. The proposed tag antenna consists of microstrip lines on a thin PET substrate for low-cost fabrication. The detail structure of the tag antenna were optimized using a full electromagnetic wave simulator of IE3D in conjunction with a Pareto genetic algorithm, and the size of the tag antenna can be reduced up to $kr=0.27(2 \text{ cm}^2)$. We built some sample antennas and measured the antenna characteristics such as a return loss, an efficiency, and radiation patterns. The readable range of the tag antenna with a commercial RFID system showed about 1 to 3 m.

키워드

Folded Loop Antenna, RFID, Tag Antenna, Pareto genetic Algorithm

1. 서 론

빠른 속도로 변화하는 정보화 사회에서 무선 통신과 무선 기술의 발전은 산업 및 의용에도 무선의 응용이 날로 증가하고 있는 현실에서 시스템의 효율적인 이동성 확보를 위하여 소형 경량화 추세이며 신호를 송수신

하기위해서 필수적인 안테나 역시 기존의 고 이득 특성을 만족하면서 소형 경량화가 요구되고 있다. 최근 무선 이용 인구의 급증과 양질의 서비스 추구에 맞춰 허가를 취득하지 않고도 이용할 수 있는 ISM대역 주파수를 이용하는 산업 및 의용의 무선 사업이 증대되고 있다. 마이크로스트립 안테나와 같은 평판안테나는 경량

* 광주여자대학교 의료정보과
심사완료일자 : 2007. 11. 29

접수일자 : 2007. 10. 21

박형의 구조에 따른 다양한 응용역역과 인쇄회로 기판 제작 방법을 이용하여 대량생산에 의한 저렴한 제작비용 등의 장점 때문에 기존의 부피가 크고 무거운 안테나보다 널리 사용되고 있다[1].

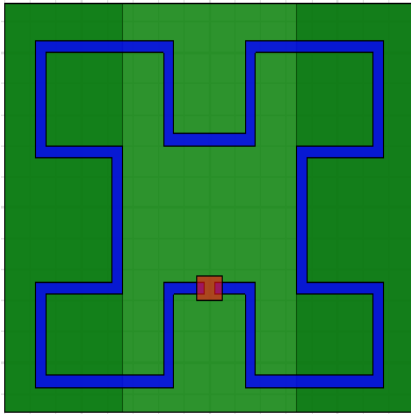


그림 1. 제안된 안테나의 구조.
Fig. 1 geometry of the proposed antenna

Radio Frequency Identification(RFID)은 무선으로 사물을 인식하는 기술로 기존의 바코드 시스템을 대체할 수 있을 뿐만 아니라, 유비쿼터스 컴퓨팅과 같은 새로운 응용 분야에 적용할 수 있는 신기술로 주목을 받고 있다. RFID의 개념은 2차 세계대전 때 개발된 radar 시스템에서 시작되었으며, 이미 HF 대역(13.56 MHz)에는 많은 제품이 상용화 되었다. HF 대역 RFID가 근거리 자기장(electromagnetic near field)의 결합을 이용하는 데 비하여 최근 주목을 받고 있는 UHF 대역(860~960 MHz) RFID는 원거리(far field)에서 전자기파(electromagnetic wave)를 이용하여 정보를 전달한다 [1][2]. RFID는 사물에 대한 정보를 담고 있는 태그와 그 정보를 판독하는 리더 시스템으로 구분되며, 태그는 안테나와 태그 칩 등으로 구성된다. 원거리에서 전자기파를 이용하는 UHF 대역 태그 안테나는 공진 주파수 파장에 의해서 크기가 제약되며, 기존 다이폴 형태의 상용 태그 안테나는 약 $15\text{ cm}(\lambda/2)$ 의 크기를 가진다. 따라서 RFID가 다양한 분야에서 응용되기 위해서는 무엇보다 안테나의 소형화가 이루어져야 한다. 최근 소형 안테나에 대한 많은 연구[3][4][5][6]가 진행되었음에도 불구하고, 대부분의 소형 안테나는 복잡한 구조를 가지고 있기 때문에 생산 단가가 저렴해야 되는 태그 안테

나로 활용하기에는 많은 문제점이 존재한다. 이와 더불어 태그는 임의의 물체 위에 부착되어 사용되므로 주변 물체에 의한 안테나의 성능 변화가 최소화 되어야 하며, 원거리 인식을 위해 안테나의 복사 효율이 높아야 한다.

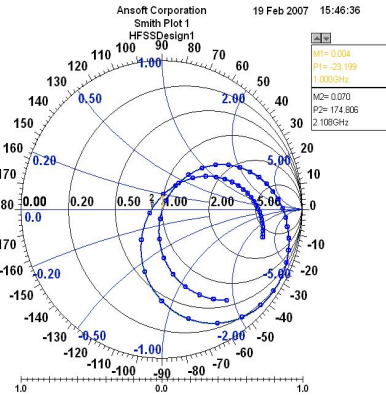


그림 2. 제안한 안테나의 입력 임피던스에 의한 스미스차트

Fig. Smith chart against input impedance of the proposed antenna

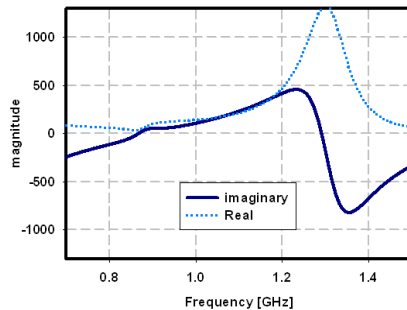


그림 3. 제안한 안테나의 입력 임피던스 (실선 : 실수값, 점선 ; 허수값)

Fig. 3 Input impedance of the proposed antenna (solid line ; real value, dot line ; imaginary value)

본 논문에서는 유도 결합(inductively coupled) 방식을 이용하는 유도 결합 초소형 태그 안테나를 설계하여, 소형 안테나의 입력 저항 감소 현상과 커패시티브한 입력 리액턴스를 갖는 수동형 태그 칩과의 정합 문제를 해결하였다. 제안된 태그 안테나는 크기를 축소화 하며 동시에 대역폭과 복사 효율을 가능한 한 증대시켰

고, 주변 환경에 의한 안테나 성능의 변화가 가능한 작도록 설계하였다. 이러한 다수의 설계 목표를 만족시키도록 태그 안테나의 최적화를 위하여 Pareto 유전자 알고리즘(Pareto genetic algorithm)을 사용하였다.

II. 안테나 설계

안테나의 설계 구조를 그림 2에서 나타내었으며 표 1은 안테나 설계 파라미터 값이다. 50[Ω]의 마이크로 스트립 선로에 의한 도파로 급전부와 기관 인쇄부로 구성된 인쇄형 폴디드 루프 안테나를 설계하였다. 아래 그림에서 h는 유전체 기관의 높이이고, t는 도체의 두께를 나타낸다. 제안된 안테나에서 마이크로 스트립 선로의 변수에 의한 안테나 특성을 해석하였다. 제안한 안테나의 설계에 사용한 기관은 비유전율4.6 두께 1.6[mm] RF-4 기관을 사용하였다.

2.1 제작 및 측정

일반적인 마이크로스트립 안테나의 설계 사양은 길이 L은 보통 $\lambda_g \leq L \leq 1.5\lambda_g$ 이고, 마이크로스트립 안테나에 사용되는 상대유전 상수는 보통 $2.2 \leq \epsilon_r \leq 12$ 이다. 안테나와 연결되어지는 초고주파 회로는 높은 유전상수와 얇은 기관이 필요하기 때문에 좋은 안테나 성능과 소형구조 회로 설계에 사이에는 상호 배타적 특성이 있다. 안테나의 입력 임피던스 매칭은 급전 슬롯의 폭과 도파로의 갭을 변화시켜서 정합을 이루게 한다. 그림 1은 제안한 폴디드 루프구조의 단일 평판 안테나이다. 그림 2는 그림 1에서 제안한 안테나의 스미스 차트를 나타낸 그림이다. 그림에서 볼 수 있듯이 입력 임피던스가 정규화 값인 1에서 공진이 일어남을 볼 수 있으며 이는 입력신호의 매칭이 양호함을 알 수 있다. 그림 3은 본 논문에서 제안한 입력 임피던스의 실수 값과 허수 값을 나타낸 그림이다. 그림에서 UHF 대역인 860~915 [MHz]에서 특성 임피던스 50[Ω]에 근접함을 볼 수 있다. 그림 4는 제안한 안테나의 방사 계수이다. 여기서 마이크로 스트립 선로 값의 변화에 따라 대역폭에는 커다란 차이가 없으나 방사계수의 공진 특성에는 변화가 있음을 알 수 있다 먼저 0.5mm 일 때는 공진 특성이 좋지 않으니 값이 증가 할 수록 점

점 좋아져서 1.5mm일 때 본 연구에서 요구하는 가장 좋은 공진 특성을 보이고, 2mm 때는 뚜렷한 공진이 발생함을 볼 수 있으며, 그 이상으로 증가하면 다시 특성이 나빠지는 것을 알 수 있다. 그림 5는 각각의 주파수대에서 E plane과 H plane의 측정 반사 패턴으로 실선의 E plane과 점선의 H plane패턴에서 볼 수 있듯이 전형적인 무지향성의 방사 패턴을 보이고 있음을 알 수 있고 패턴특성 또한 양호함을 볼 수 있다.

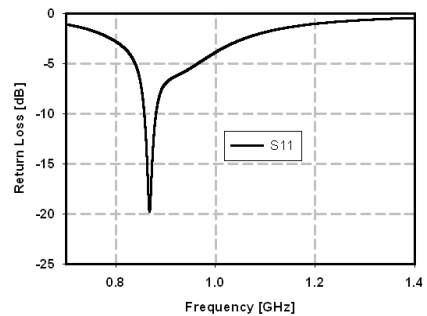


그림 4. 제안한 안테나의 반사계수
Fig. 4 Return loss of the proposed antenna

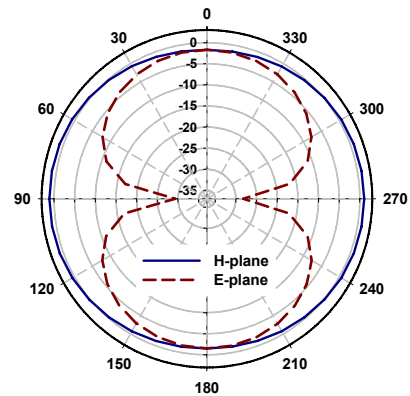


그림 5. 제안한 안테나의 방사 패턴
Fig. 5 Radiation pattern of the proposed antenna

III. 결론

본 논문에서는 무지향 패턴의 광대역 마이크로스트립 안테나의 새로운 구조를 제안하여, 단일 평판 구조의 광 대역 안테나를 설계 및 제작하였다. 제안한 안테

나는 대역이 880~915 [MHz]의 대역폭을 얻었다. 따라서 본 연구에서 제안한 인쇄형 폴디드 루프안테나는 다른 안테나에 비하여 접지면의 변화에 안정성을 가지며 제작이 간편하고 또한 소형화 할 수 있는 장점을 갖는다. 따라서 UHF대역의 RFID 태그용 안테나로 이용될 수 있다.

참고 문헌

- [1] W. Menzel and W. Grabherr, "A microstrip patchantenna with coplanar feed line", IEEE MicrowaveWave lett., Vol. 1, pp.340-342, Nov. 1991.
- [2] Rainee N. Simons, "Coplanar Waveguide Circuits, Components, and Systems".
- [3] Peter L. Sullivan, "Analysis of an Aperture Coupled Microstrip Antenna", IEEE Transactions on Antennas and Propagation, Vol. AP-34, No. 8, Aug. 1986.
- [4] Hua-Mig Chen, Yi-Feng Lin, Chin-Chun Kuo and Kuang-Chih Huang, "A Compact Dual-Band Microstrip -fed folded loop Antenna", IEEE Antennas & Propagation Society International Symposium, Vol 2.
- [5] Kai Fong Lee and Wei Chen, "Advanced in Microstrip and Printed Antennas", Wiley Interscience, pp.71-109, 1997.
- [6] K. D. Katsibas, C. A. Balanis and P. A. Tirkas, "Folded loop antenna for mobile communication system", International IEEE Antenna and propagation Symposium Digest. Vol. 34, pp.1582-1585, July 1996.

저자 소개

최태일(Tea-il Choi)

1985.2 인하대학교 전자공학과 졸업.

1988.8 인하대학교 공학석사

1997.8 인하대학교 공학박사.

1994.6~2008. 현재 광주여자대학교 의료정보학과 교수

※관심분야 : 안테나, 광통신, RF ID, 데이터통신