

생목 삽입용 볼트 모양의 UHF RFID 태그 안테나 설계

Bolt Shape UHF RFID Tag Antenna for Insertion to a Tree

정 유 정* · 전 병 돈

You Chung Chung* · Byung-Don Jeon

요 약

고유전율인 나무에 삽입 가능한 플라스틱 볼트 형태의 UHF RFID 태그 안테나를 설계하였다. 생목(生木)의 관리를 위하여 태그를 삽입용으로 볼트의 머리 부분에 설계를 하였다. 일반 태그는 고유전율인 나무에 근접하면 태그 안테나의 임피던스 특성이 변하여서 거의 동작을 하지 않으므로, 나무의 유전율을 고려하여 플라스틱 볼트의 머리 부분에 태그를 삽입하여 UHF RFID 태그 안테나를 설계 제작하였다. 반사 계수의 크기와 인식 거리를 측정 비교하였다. 이 볼트형 태그를 나무에 삽입하여 나무의 위치나 나무의 상태 등을 관리할 수 있도록 하였으며, 또한 가로수나 기타 볼트가 사용될 수 있는 물체나 장소에 적용이 가능하다.

Abstract

A plastic bolt shape UHF RFID tag has been developed for a live tree. The UHF tag is designed and installed into the head part of the bolt, inserted into a tree for management of tree. If the tag antenna is installed near the high dielectric constant material, the impedance of the tag antenna will be changed, and the tag does not work. Therefore, the dielectric constants of wood and plastic bolt are considered for tag antenna design. The input reflection coefficient characteristics and the reading range patterns are measured and compared. This UHF RFID tag can be applied into a live tree, and the status and location of tree can be controlled with the RFID tag. This developed UHF tag can be applied to any applications and objects using a bolt.

Key words : Bolt Shape UHF Tag, Tag for High Dielectric Material, UHF Tag for Tree

I. 서 론

RFID(Radio Frequency IDentification) 기술은 각 사물에 태그를 부착하여 그 태그의 고유 ID를 무선으로 인식하여 정보를 수집, 저장, 추적 관리함으로써 사물의 관리 서비스를 제공하는 기술이다. RFID 시스템은 리더기, 리더기 안테나, 태그 안테나 그리고 적용 프로그램으로 크게 나눌 수 있다. 주파수 대역별로 LF(Low Frequency) 대역의 135 kHz 이하, HF(High Frequency) 대역의 13.56 MHz, UHF(Ultra High Frequency) 대역의 433 MHz와 840~960 MHz, 2.45

GHz 부분으로 구분된다.

태그 안테나는 안테나 부분과 RFID IC칩으로 구성되며, 전원이 있는 능동형(active) 태그와 전원이 없는 수동형(passive) 태그로 나누어진다. 수동형 태그는 리더의 전자파 신호로부터 필요한 모든 에너지를 받아 에너지화하며 응답을 한다. HF 대역은 근거리 자기장(electromagnetic near field)의 결합을 이용하는 데 비해, UHF 대역은 원거리장(far field)에서 전자기파(electromagnetic wave)를 이용하여 역산란(backscattering) 방법으로 정보를 전달한다^{[1][3]}.

ISO(International Organization for Standard)와 IEC

대구대학교 정보통신공학과(Department of Information and Communication, Daegu University)

· 논문 번호 : 20120130-011

· 교신저자 : 정유정(e-mail : youchung@daegu.ac.kr)

· 심사일자 : 2012년 2월 20일 · 수정완료일자 : 2012년 2월 21일

(International Electro-technical Commission)에서 RFID 주파수 대역별로 무선 인터페이스와 관련하여 규정하고 있으며, 본 논문의 태그와 관련이 있는 840~960 MHz UHF 대역은 ISO18000-6에서 규정하고 있다. 우리나라에서는 두 개의 작은 대역에서 규정하는데, 하나는 917~920.8 MHz 대역의 4 W 그리고 920.8~923.5 MHz 대역의 200 mW EIRP(Effective Isotropic Radiated Power)로 2008년 12월에 인가가 되었다^{[4],[5]}.

UHF 대역에서 수동형 태그 안테나와 리더기 안테나의 인식 거리가 수 meter 거리에서 인식이 될 수도 있다. 칩과 안테나에 따라 다르겠지만, 인식 거리를 충분하게 멀리서 인식이 되기 위하여 태그 안테나 임피던스와 RFID 칩 임피던스가 공액 정합이 정확하게 되어야 한다. 붙여지는 물체에 따라 태그의 설계가 달라져야 하는데, 일반적인 태그를 철제나 유전율이 높은 물체에 부착을 할 때에 인식이 되지 않는 경우가 있다. 그 이유는 물체의 높은 유전율과 철제에 태그 안테나가 근접하면 태그 안테나의 임피던스값이 크게 변화하여 안테나 임피던스와 IC 칩의 임피던스 정합이 크게 깨어져서이다^{[6],[7]}. 그래서 근접한 물체의 유전율에 따라 태그 안테나의 설계는 신중하게 고려되어야 한다.

일반적으로 가로수나 특수목의 관리 일지는 관리표의 분실 및 훼손의 가능성과 수기 입력시 오류가 발생할 가능성이 높다. 또한, 생체 주입형 LH(Low Frequency) RFID 태그의 경우 인식 거리가 수 cm에 불과하고 고가이므로 효율성이 떨어진다. 그래서 본 논문에서는 고유전율을 가지는 생목 나무에 플라스틱 볼트 형태로 생목에 삽입하여 사용 가능한 UHF 대역의 RFID 태그 안테나를 설계 및 제작하여서, GPS와 RFID 연동에 의하여 태그가 박혀진 생목의 관리가 용의하도록 하였다. II장에서는 나무에 플라스틱 볼트 형태로 삽입하는 UHF 대역 RFID 태그 안테나를 설계하는 과정을 보여 주었으며, III장에서는 제작된 태그를 제작하여 측정 결과를 비교 설명하고, IV장에서 결론을 내렸다.

II. 생목용 삽입식 볼트형 태그 안테나 설계

수목관리용 UHF RFID 태그는 플라스틱 볼트 머

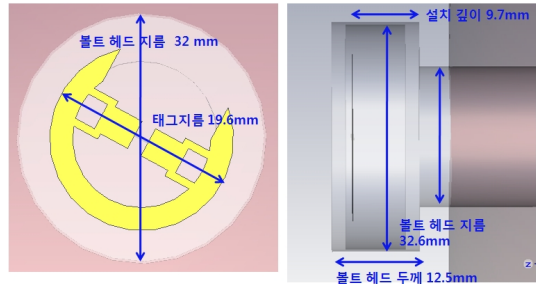


그림 1. 플라스틱 볼트와 머리 부분 RFID 태그 위치
Fig. 1. RFID tag location in plastic bolt.

리 부분에 RFID 태그가 위치하고, 이 플라스틱 볼트를 상대유전율이 10~30인 나무에 삽입하여 동작하는 방식이다. 그림 1은 태그가 플라스틱 볼트의 머리 부분과 나사 부분의 사이에 위치함을 보여주고 있다. 나사는 상대 유전율 약 1.4의 폴리에틸렌 복합 물질로 이루어져 있고, 실험에서는 나사 머리 부분에 태그를 넣고 태그가 보이도록 투명한 실리콘으로 주입하여 그림 1과 같이 형성하였다. 나사 부분의 simulation 상에서 기존 나사의 20 mm를 사용했으며, 나사 머리의 지름은 32 mm이며, 머리 부분의 두께는 12.5 mm이다. 그림 1에서 보면 태그는 나사 머리 밑에서부터 9.7 mm에, 다시 말해서 나사의 머리 표면부분에서 2.8 mm 지점에 위치한다.

그림 2는 안테나 simulation 프로그램인 CST를 활용하여 플라스틱 볼트형 RFID 태그 안테나 적용 환경 설계 과정을 보여주고 있다. 나무의 상대 유전율이 10~30이므로, 중간값 20을 사용하여 높이 20 cm, 반지름 14.5 cm의 원형나무에 볼트가 박혀 있는 모습을 재현한 것으로서 옆(a), 앞(b) 그리고 위쪽에서 보여주는 볼트형 태그 모습을 (c)에서 보여준다.

그림 3은 플라스틱 볼트의 머리 내에서 RFID 태그의 설계치를 보여주고 있다. 플라스틱 볼트와 나무를 고려하여 제작한 태그 안테나를 그림 3에 나타내었다. 제작된 태그는 플라스틱 볼트 머리의 지름이 32 mm이므로, 충분한 공간을 활용할 수 있게 지름 19.6 mm로 그림 3과 같이 설계 및 제작되었다.

III. 생목용 삽입식 볼트형 태그 안테나 측정

제작된 RFID 태그 안테나는 그림 4와 같이 플라스틱 볼트에 삽입되고, 삽입된 플라스틱 볼트 태그가

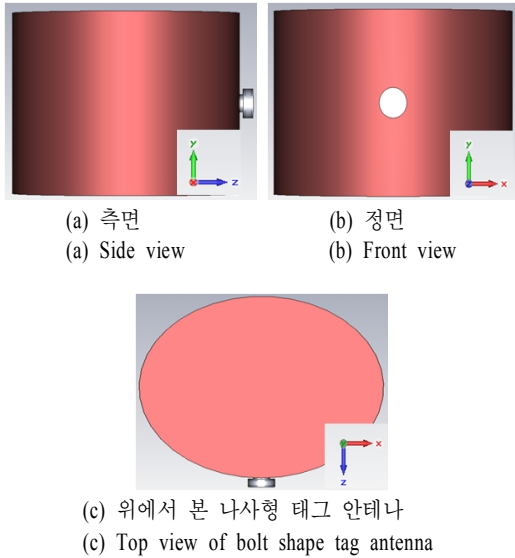


그림 2. 통나무에서 태그의 설계 환경
Fig. 2. Tag design environment in a log.

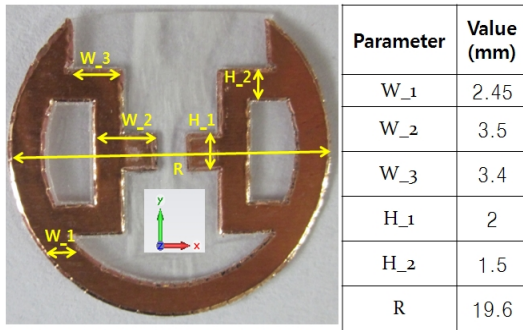


그림 3. 제작한 RFID 태그 안테나와 파라미터들
Fig. 3. Fabricated RFID tag antenna & parameters.

나무에 그림 4와 같이 적용하여 인식 거리를 측정하였다. 볼트 부분은 나무의 영향을 고려하여서 20 mm에서 10 mm로 축소 조정되었다.

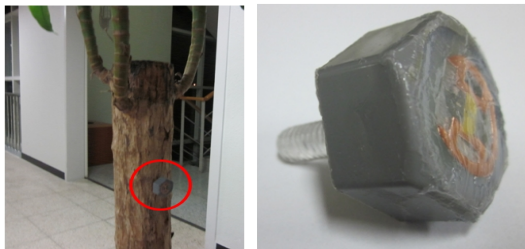


그림 4. 나무에 적용한 제작된 태그 안테나
Fig. 4. Fabricated tag antenna inserted in a tree.

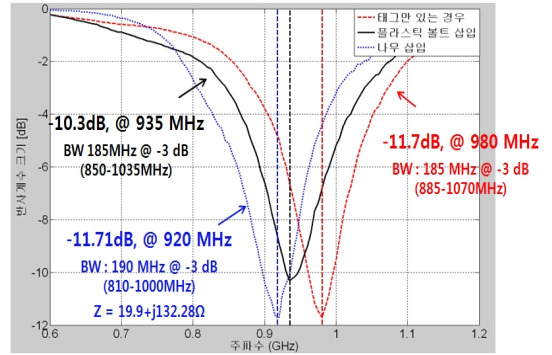


그림 5. 태그, 플라스틱 볼트, 나무에 적용했을 때의 반사 계수 크기 비교
Fig. 5. Comparison of reflection coefficient [dB] of tag, tag in the bolt, and bolt in the tree.

이렇게 제작된 태그의 반사 계수의 크기를 그림 5에 나타내었다. 그림 5에서 보듯이 태그만 측정하였을 때 980 MHz에서 -11.7 dB의 반사 계수 크기를 보이고, -3 dB 대역폭은 885~1,070 MHz로 185 MHz의 대역폭을 보였다. 플라스틱 볼트에 태그를 넣고 측정한 결과, 935 MHz에서 -10.3 dB의 반사 계수 크기와 185 MHz의 대역폭을 보이고 있으며, 마지막으로 나무에 삽입한 후 반사 계수를 측정한 결과, 920 MHz에서 -11.71 dB의 반사 계수 크기와 810~1,000 MHz의 -3 dB 대역폭을 나타내었다. 이때, 920 MHz에서 태그 안테나의 임피던스는 $19.9 + j132.28 \Omega$ 으로 제작시 사용한 Alien社의 Gen2 Higgs-2 Strap의 임피던스인 $11.7 - j132 \Omega$ 과 거의 공액정합됨을 알 수 있다.

태그의 인식 거리를 Theta 각도의 변화에 따라 그림 6에 나타내었다. 이론적 최대 인식 거리 계산은, Higgs2 strap의 최소 동작 전력은 -14 dBm, 리더의 출력전력 30 dBm, 리더 안테나 이득 6 dBi를 사용하여 최대 인식 거리 정면에서 33 cm로 나타났으며, 0도에서 18 cm의 최소 인식 거리를 보였다. 제작한 태그는 정면 최대 인식 거리 28 cm의 인식 거리를 보이고 있다. 최소 인식 거리는 0도와 180도에서 5 cm 정도에서 읽혀지고 있다. 최소 인식 거리는 뒤쪽에서 180도에서 360도에서의 인식 거리는 나무에 볼트가 장착이 되어 있으므로 나무에 의하여 차단이 되어서 인식이 불가하므로 그림 6에서와 같이 전면 0~180도까지만 표시를 하였다.

거리를 보여주고 있다.

참 고 문 헌

- [1] K. Fingenzeller, *RFID Handbook*, 2nd Edition, John Wiley & Sons, Elgland, 2003.
- [2] 손해원, "UHF RFID 안테나 기술", 한국전자과학기술 전자과학기술, pp. 40-50, 2008년 11월.
- [3] 표철식, "UHF RFID", 정보통신연구진흥원 학술 정보 TTA 저널, 2004(94), p. 122, 2004년.
- [4] "Regulatory status of using RFID in the UHF spectrum", <http://www.epcglobalinc.org>, Mar. 2009.
- [5] 무선설비규칙 방송통신위원회고시 제2008-137호, 2008년 12월.
- [6] 권홍일, 이범선, "고 전도율과 고 유전율 물질에 부착 가능한 RFID 태그 안테나", 한국전자과학기술논문지, 16(8), pp. 797-802, 2005년 8월.
- [7] Jaehan Choi, B. Jeon, Y. Chung, and J. Yeo, "Design of a UHF RFID tag antenna for RFID-based blood-bag management system", *2011 ISAP Conference Proceeding*, 2011 ISAP, Oct. 2011.

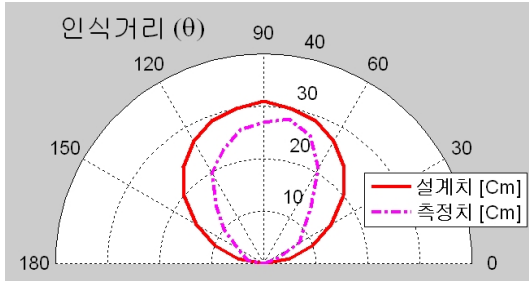


그림 6. 나무에 적용했을 때 이론치와 측정 인식 거리 비교

Fig. 6. Simulated and measured reading range pattern.

IV. 결 론

본 논문에서는 고유전율인 나무에 삽입 가능한 플라스틱 볼트 형태의 RFID 태그 안테나를 설계 제작하였다. 나사 부분의 지름은 10 mm를 사용했으며, 나사 머리의 지름은 32 mm이고, 머리 부분의 두께는 12.5 mm인 볼트에 튜닝이 된 지름이 19.6 mm의 태그를 제작하여 측정하였다. 제작된 태그는 정면에서 이론적인 최대 인식 거리 31 cm로 나타났으며, 제작한 태그는 정면 최대 인식 거리 28 cm의 인식 거리를 보여 가로수와 특수목의 관리에 적합한 인식