

# 고유전율에 적합한 목걸이 형태의 생목용 UHF RFID 태그 안테나 설계

종신회원 정 유 정\*

## Necklace Type UHF RFID Tag Antenna for the Material with High Dielectric Constant for a Tree

You Chung Chung\*<sup>o</sup> Lifelong Member

### 요 약

본 논문에서는 고유전율인 생목에 직접 사용가능한 목걸이용 UHF RFID 태그를 설계 하였다. 일반적인 RFID 태그 안테나는 고유전율인 물체나 철재에 사용하면 전기적인 특성이 영향을 받으므로, 태그 안테나의 임피던스 값이 변하게 되어 태그 안테나의 특성이 변화하여 리더기에 의해 인식이 되지 않는다. 따라서 이러한 영향을 고려하여 생목에 걸을 수 있는 UHF RFID 태그 안테나를 제작하였으며, 수목관리용으로 나무에 걸이용 이름표를 제작 하였다. 태그의 인식 거리는 고유전율 물체에서 4~5m로 중장거리의 인식거리를 갖는다. 이 개발된 태그는 여러 산업분야에 고유전율 물질에 적용이 가능하며 환자관리용, U-healthcare용 목걸이 형태의 UHF RFID 태그로도 사용이 가능하다.

**Key Words** : Tag for Tree, Necklace RFID Tag, 고유전율 태그, UHF RFID Tag, Tag for wood

### ABSTRACT

The paper introduces the an necklace type UHF RFID tag for a live tree having high dielectric constant. When a general UHF RFID tag is used for the metal and the material with high dielectric constant, the electrical characteristics and impedance of antenna have been changed, and the tag is not recognized by an UHF RFID reader. The necklace type UHF RFID tag has been designed with consideration of the high dielectric constant of the tree material. The name tag for a live tree has been designed with the developed tag antenna. The performance of tag has been measured and the reading range is about 4~5m. The developed UHF RFID tag antenna can be applied to any high dielectric material for various industrial applications.

### I. 서 론

RFID(Radio Frequency Identification)는 무선으로 사물을 인식하는 기술로 태그를 물체에 붙여서 물체를 인식하는 기술이다. RFID 시스템은 RFID 리더기, 태그 그리고 컴퓨터로서 컴퓨터는 리더기용

미들웨어와 적용 프로그램을 실행한다. 태그는 전원을 가지고 있는 수동형(Passive)와 전원을 가지고 있는 능동형(Active) 태그로 나누어진다. 능동형 태그는 전원이 있어서 센서태그나 장거리 인식 그리고 컨테이너 인식용인 433MHz에서 많이 사용된다. 이에 반하여 수동형 태그는 리더기에서 방사되는

※ 이 논문은 대구대학교 학술연구비의 지원으로 연구되었음.

\* 대구대학교 정보통신공학과(Department of Information and Communication, Daegu University), (youchung@daegu.ac.kr), (° : 교신저자)

논문번호 : KICS2011-10-465, 접수일자 : 2011년 10월 14일, 최종논문접수일자 : 2011년 12월 30일

전자파를 받아서 RFID 칩에서 전원화하여 응답을 하게 된다. 전자파를 전원화 하기 위하여서는 효율이 좋아야 하는데 에너지의 손실이 작아야 한다. 에너지 손실이 적고 효율이 좋기 위해서는 안테나와 임피던스와 태그의 칩 임피던스가 잘 정합(matching)이 되어야 한다. 보통 칩 임피던스에 안테나 임피던스가 공액정합이 되도록 설계를 하여야 한다<sup>1)</sup>.

RFID 전자파를 이용하는데 주파수에 따라서 세계적으로 통신에 대하여 규정하고 있다. 저주파 대역인 135kHz이하는 ISO18000-2에서 규정하고 있고, HF(high frequency)대역인 13.56MHz는 ISO18000-3에서, 그리고 UHF (Ultra High frequency) 대역인 433MHz는 ISO18000-7과 840-960MHz는 ISO18000-6이 규정하고 있다. 또한 2.45GHz은 ISO18000-4에서 규정 짓고 있다. 본 논문과 관련이 있는 UHF 900MHz 대역의 한국 주파수 범위는 917~920.8MHz 대역의 4W와 920.8~923.5MHz 대역의 200mW로 2008년 12월에 인가가 되었으나, 기존의 주파수인 908.5~914MHz 대역을 2011년 6월까지는 동시에 사용 할 수 있도록 하였다<sup>2-4)</sup>.

고유전율 물체에 적용이 가능한 태그는 보통 LF 대역과 HF대역의 낮은 주파수 대역의 생체용 태그를 사용한다. 그 이유는 낮은 주파수에서는 생체의 영향을 적게 받아서 인식이 잘되지만, 인식거리가 수 cm로 매우 짧다. 하지만 UHF RFID 태그 안테나 설계에 있어서 가장 큰 어려운 부분은 전도성 물질에 부착 가능한 태그 안테나 개발과 고유전율 물체에 접해야 하는 태그의 개발이다. 금속 물체와 같은 전도성을 가지는 물질은 안테나의 성능에 아주 크게 영향을 미치기 때문에 RFID 시스템을 구축하는데 많은 어려움이 있고, 또한 고유전율 물체에서도 안테나의 성능이 크게 변하여서 UHF 태그 안테나 구현이 까다로워 태그의 주변 환경의 정확한 모델링이 simulation 단계부터 중요하게 요구되고 있다<sup>5)</sup>.

본 논문에서는 고유전율을 가지는 생목에 목걸이 형태로 걸어서 사용이 가능한 UHF 대역의 RFID 태그 안테나를 설계 및 제작하였다. 본 태그는 U-healthcare 적용에서 환자용 또는 대상자의 목걸이 형태로 적용도 가능하다. II장에서는 생목을 모델링하여 나무에 적용이 가능한 목걸이 형태의 UHF 대역 RFID 태그 안테나를 설계 하는 과정과 결과를 보여 주었고, III장에서는 결론을 내렸다.

## II. 본 론

일반적인 RFID 태그 안테나가 고유전율인 물체의 근처에서 동작시에 태그뿐만 아니라 태그 주변의 물체 또한 simulation 프로그램 안에서 모델링을 할때 고유전체를 포함해야 한다. 나무 생목의 유전율은 고유전율로서  $10 \sim 30 C/m^2$ 을 가진다. 그래서 이러한 고유전율을 고려하여 태그와 생목과의 영향을 적게 받기 위해 뒤쪽에 접지면을 태그 안테나와 나무 사이에 첨가 하여 루프 형태의 태그 안테나를 설계하여 태그의 특성을 분석하여 최적의 태그 안테나를 설계하였다.

그림 1은 본 논문에서 개발한 고유전율을 가지는 나무를 태그의 뒤쪽에 사용하는 태그 안테나의 설계 환경을 보여주고 있다. 반지름은 145mm이고 높이가 200mm의 원형 나무 생목을 모델링하고 정면에 태그가 위치하도록 하였다.

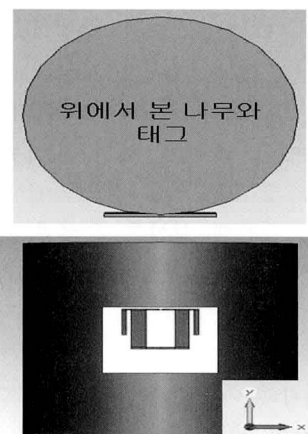


그림 1. 설계 모델링 환경과 RFID 태그 안테나  
Fig. 1. Modeling circumstance and tag antenna

그림 2는 태그 안테나의 설계 형태이다. 루프모양의 안테나에 양쪽에 안테나의 임피던스를 조절하기 위하여 스테브 형태로 양쪽에 스트립라인을 두었다. 상단의 중앙에는 태그의 칩이 위치하도록 하는 급전점이다. 태그의 전체 크기는 120\*135mm\*7mm로 태그의 크기보다는 조금 크도록 하였다. 기판은 두께 2mm FR4를 사용 하였고 뒤편에 구리로 반사판을 5mm뒤에 두었고 그사이에는 유전체인 스티폼으로 채웠다. 이는 목걸이용 이름표의 크기에 맞도록 설계를 하였다. 그림 2에서 설계 파라미터들은 X\_1 ~ 5 까지 5, 5, 15, 14, 60mm이고 Y\_1~4까지의 파라미터들의 값은 53, 4, 3, 82mm 이다. 모델링은 CST사의 MWS를 사용하였다. 그리고 칩은

Alien 사의 Higs2를 사용하였다. 임피던스는 11.7-132j로서 안테나 임피던스가 공액 정합에 가깝도록 설계를 하였다. 양쪽에 끝에 있는 스테브의 길이로 안테나의 임피던스를 조정하기 쉬우므로 매칭이 쉽도록 설계 하였다.

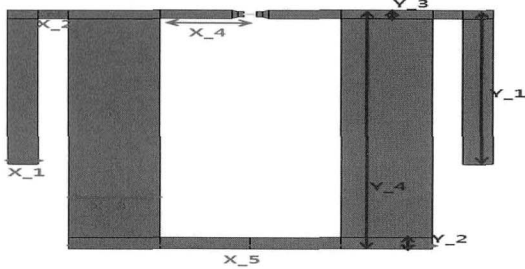


그림 2. 고유전율 생목용 UHF RFID Tag 안테나  
Fig. 2. UHF RFID Tag for high dielectric material

그림3에서 모델링된 태그 안테나의 결과를 보여 주고 있다. 반사판과 안테나 사이에 유전체 스티로 폼 5mm의 유무에 따른 결과와 반사판이 없을 때 결과를 모두 3가지로 도시 하였다. 빨간 dashed line은 반사판이 없을 때이고 거의 태그로서 동작을 못할 정도로 반사계수가 크다. 파란색 점선은 설계된 920MHz에서 공진이 있는 반사판과 유전체가 있는 태그로 -27dB정도로 대역폭이 33MHz 로서 비교적 넓다. 검은색 실선은 유전체 스티로폼을 제거한 결과이다 유전체가 없어 안테나가 상대적으로 커지는 현상이 있어서 중심주파수가 저주파로 이동 을 하였다.

모델링 결과를 기본으로 하여서 태그를 그림4에서와 같이 설계 제작 하였다. 측정을 하면서 양쪽의 스테브의 길이를 조절 하면서 공액정합이 되도록 조절을 하여서 최종 제작된 파라미터들의 치수들은 X<sub>2</sub>=3, X<sub>4</sub>=22, X<sub>5</sub>=76mm, Y<sub>1</sub>=41.8, Y<sub>4</sub>=72mm이다.

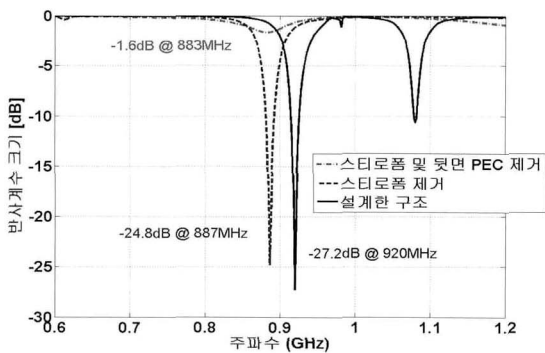


그림 3. 태그의 접지면/유전체 유무에 따른 반사계수  
Fig. 3. Reflection coefficient of tag with & w/o ground and dielectric material.

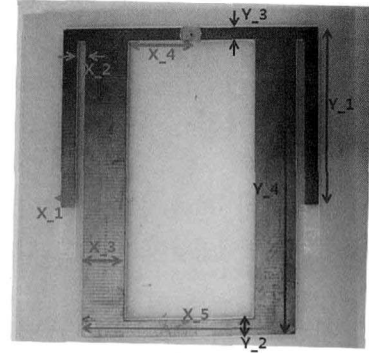


그림 4. 제작된 태그 안테나  
Fig. 4. Fabricated tag antenna

아래 그림 5는 측정된 태그 안테나의 반사계수의 크기이다. 정확하게 920MHz에서 널리 생기고 대역폭이 80MHz이다. 반사판이 없는 경우는 태그로서 동작을 거의 하지 않으며, 유전체를 뺀 경우에는 790MHz에서 공진이 일어났다. 이와 같이 성공적으로 고유전율용 태그 안테나를 안테나와 유전체 사이에 구리도된 반사판을 두고 반사판과 태그 안테나 사이에 유전체로서 스티로폼을 5mm를 두어 고유전체와 안테나사이를 격리 시켰으며, 반사판과 태그사이에서 거리를 5mm유지하면서 유전체로 그 사이를 유지 하면서 태그 안테나의 성능을 유지 하였다.

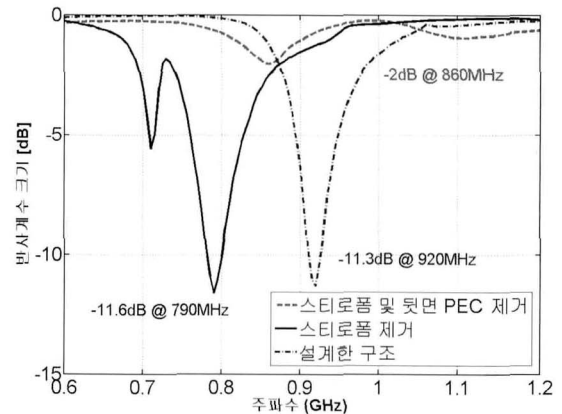


그림 5. 제작된 태그 안테나의 반사계수의 크기  
Fig. 5. Reflection coefficient of fabricated tag antenna

그림 6에서 태그를 이름표와 걸이용 주머니에 삽입하고 나무 생목에 걸어서 적용한 것을 보여 준다. 이름표에 나무의 명칭과 주소 이식년월일 등을 적어서 관리하기에 좋도록 하였다. 측정은 Alien사의 9900리더기의 출력을 0dB와 리더기의 안테나 이득 6dBi를 사용하여 실제 태그를 나무 생목에 걸고 인식거리를 측정 하였을 때는 4.8m 이고 나무에 걸지 않고 측정을 하였을 때는 5.1m 이다. 이는 중저

리와 장거리용으로 사용하기에 충분한 인식거리를 가지고 있는 태그로서 만족할 수 있다.



그림 6. 걸이형 이름표와 태그 & 생목에 적용  
Fig. 6. Necklace type Name tag with RFID tag and the tag applied to a tree

### V. 결 론

본 논문에서는 일반적인 상용 태그가 동작하지 않는 고유전율인 나무에 목걸이 형태로 걸어서 사용이 가능한 루프형태의 UHF RFID 태그 안테나를 FR4 기판위에 설계 하였다. 설계시에 고유전체의 통 생목을 사용 하였으며 태그 안테나의 전체 크기는 120\*135mm\*7mm 로서 이름표 안에 삽입이 가능하도록 설계 하였으며 사용 주파수 920MHz에서 4.8m의 인식거리를 확보 하였다. 태그 안테나 뒤편에 얇은 구리로 반사판을 두어 안테나와 나무와의 분리를 하여 고유전체가 태그 안테나의 성능을 변화 시키는 것을 최소화 하였으며, 반사판과 태그 안테나 사이에 유전체인 스티로폼을 두어서 태그 안테나의 성능을 유지 하였다. 그래서 본 태그를 나무에 걸어서 나무 관리에 적용 하였다. 이 개발된 태그는 여러 산업분야에 고유전율 물질에 적용이 가능하며 환자관리용, U-healthcare용 목걸이 형태의 UHF RFID 태그로도 사용이 가능하다.

### 참 고 문 헌

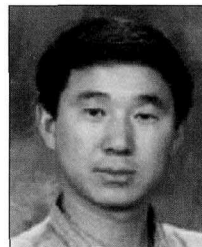
- [1] Finkenzeller, *RFID Handbook*, 2nd edition, John Wiley & Sons, England, 2011.
- [2] 'Regulatory status of using RFID in the UHF spectrum,' <http://www.epcglobalinc.org/>, March, 2009.
- [3] 무선설비규칙 방송통신위원회고시 제2008-137호, 2008년 12월.
- [4] 장병준, 오하령, 성영락, 박준석, "UHF RFID Air Interface 기술동향", *한국통신학회지*, 24(8), pp.

14-11, 2007.

- [5] 권홍일, 이범선, "고 전도율과 고 유전율 물질에 부착 가능한 RFID 태그 안테나", *한국전자과학회논문지*, 16(8) pp.797~802, 2005.

정 유 정 (You-Chung Chung)

중신회원



1990년 인하대 전기공학사

1994년 University of Nevada  
전자공학과 M.S.

1999년 University of Nevada  
전자공학과 Ph.D

2000년 1월~2003년 4월 Utah  
State University, 연구조교

수

2003년 5월~2004년 8월 University of Utah

연구조교수

2004년 9월~현재 대구대학교 정보통신공학과 교수

2004년~현재 IEEE Senior Member

<관심분야> RFID, 유전자 알고리즘을 이용한 안테나 최적화, 다중밴드 안테나 최적화, 배열 안테나 최적화