

손실성 물질 근접 시 안테나 성능변화

°이재원¹, 위상혁¹, 김영수², 양훈기³, 육종관¹

¹ 연세대학교 전기전자공학과, ² 경희대학교 전자정보대학, ³ 광운대학교 전파공학과

E-mail: jwnlee@yonsei.ac.kr

Antenna Performance Variation near a Lossy Material

°Jae-Won Lee¹, Sang-Hyuk Wi¹, Young-Soo Kim², Hoon-Gee Yang³, Jong-Gwan Yook¹

¹ School of Electrical and Electronics Engineering, Yonsei University,

² College of Electronics and Information, Kyung Hee University,

³ Department of Electronic Engineering, Kwang Woon University

Abstract

There have been many researches on the antenna performance degradation with the presence of the human body around the antenna structure to accomodate personal communication service [1][2]. To better understand the human body effects on the antenna resonance, radiation pattern, and input impedance, simulation was carried out with changing of the distance between antenna and lossy material. Effects on the antenna performance by the surrounding materials are also important in the case of the RFID system. It is desirable that the tag antennas for RFID system must reveal isotropic radiation pattern as well as attain the good impedance matching. In this paper, we investigated the antenna resonance and input impedance characteristic when there exist a lossy material sphere near various types of antenna at 900 MHz. In short, antenna resonance was mostly affected by lossy material in the case of a rectangular loop antenna, and impedance variation was smallest in the case of a halfwave dipole.

Key words : RFID tag, Lossy Material, Dipole antenna

I. 서론

RFID(Radio frequency Identification) 시스템의 구성은 크게 리더와 태그로 나눌 수 있다. 유통물류부분에 활용방안이 모색되고 있는 900 MHz대역에서는 태그가 여러 종류의 물체에 부착되어 리더에서 송출되는 전파를 받아 다시 리더로 재송신하는 구조로 되어있다. 따라서 태그를 부착할 물질에 따라서 동일한 태그안테나의 성능이 변화한다면 전체적인 시스템의 동작이 제대로 되지 않을 수 있다. 물질의 영향으로 안테나의 공진특성이 변하여 동작주파수대역에서 안테나가 공진하지 않을 수 있고, 안테나 임피던스가 변하여 내장 칩과의 정합이 틀어질 수도 있기 때문이다. 실제로 최근 RFID용용사례에서도 기술적인 문제로 지적되고 있는 것이 금속이나 물과 같은 전파가 투과하기 어려운 손실성 물질 근처에서의 태그 동작 문제이다. 이 중에서 금속성 물질에서의 태그부착문제는 태그 안테나 자체에 그라운드 역

할을 하는 금속을 붙여 설계함으로써 해결하거나, 전자파 차폐재를 사용하여 인식율을 높이는 등의 방법이 사용될 수 있다.[3][4]

태그안테나가 지녀야 할 특성으로서는 전방향적인 방사 패턴, 내장 칩으로의 최대 전력전달, 리더와 안테나간의 인식율을 높이기 위한 편파특성 등이 있다.[5] 전방향 방사특성을 위하여 태그 안테나는 대부분 다이폴의 변형형태로 설계되고 있으며, 따라서 본 논문에서는 손실성 물질이 안테나 주위에 있을 경우 안테나의 형태와 거리에 따라 성능이 어떻게 변화하는지를 살펴보았다.

II. 본론

1. 모의실험

실험대상으로 정한 기본적인 안테나의 형태로는 반파장 다이폴 안테나, 폴디드 다이폴 안테나, 그리고 사각형 루프 안테나를 정하였다. 안테나 성능에 영향을 주는 손실성 물

질은 비유전율이 41.3, 도전율이 0.83 S/m이고 지름이 200 mm이다. 손실성 물질은 안테나가 위치한 평면을 기준으로 안테나의 중심에서 0 mm에서 100 mm까지 5 mm 단위로 거리를 변화시켜가면서 성능의 변화를 관찰하였다. 안테나의 성능을 측정하는데 있어서 일반적으로 사용되는 방사패턴, 이득, 공진특성, 임피던스 등의 자료를 바탕으로 안테나와 물체의 거리에 따른 변화를 900 MHz에서 살펴보았다. 시뮬레이션은 유한요소법(FEM, Finite Element Method)을 이용한 3차원 시뮬레이터를 이용하였다. 모의실험에 사용된 안테나는 자유공간에서 주위에 물질이 없을 때 표 1과 같은 특성을 갖는다.

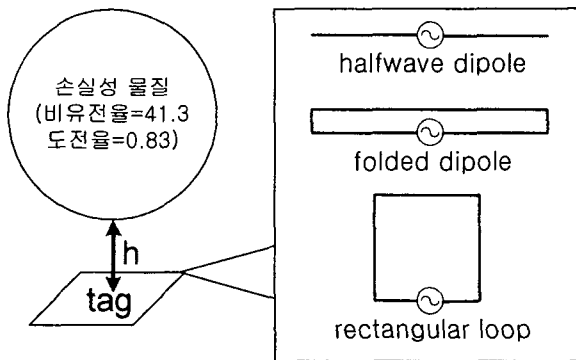


그림 1. 모의실험 모델

	$ S_{11} $ [dB]	Z_{in} [ohm]	Gain[dB]
halfwave dipole	-15.58	69.5-j4.8	2.23
folded dipole	-41.83	275.9+j1.9	2.40
rectangular loop	-16.33	134.3-j10	3.14

표 1. 자유공간에서의 각 안테나 특성 (f=900MHz)

2. 모의실험 결과

손실성 물질이 안테나 방사패턴에 주는 영향을 보기 위하여 손실성 물질 방향으로의 이득을 그림 2에 표시하였다. 안테나 위에 손실성 물질이 있을 경우 안테나와 물질의 거리가 40 mm일 때까지는 거리에 따라 크게 증가하다가 45 mm 부터는 서서히 증가하여 100 mm 가 되더라도 1 dB에 못 미치는 값을 가짐을 알 수 있다. 따라서, RFID 시스템에서 태그의 인식범위가 방사전력과 밀접한 관련이 있음을 고려할 때 손실성 물질이 안테나에 큰 영향을 줄 수 있을 것으로 판단된다. 각 안테나 위에 손실성 물질이 있을 경우 방사패턴은 그림 3과 같다. 물질이 없을때와 비교하여 물질방향으로의 이득이 크게 변화하고, 거리가 50 mm일 때와 100

mm일때의 방사패턴이 물질 방향으로 큰 차이가 없음을 확인할 수 있다. 반면에 물질 반대 방향의 이득은 거리가 가까울 때에는 물질이 없을 때보다 감소하지만, 거리가 일정 수준 이상일 경우에는 오히려 증가함을 알 수 있다.

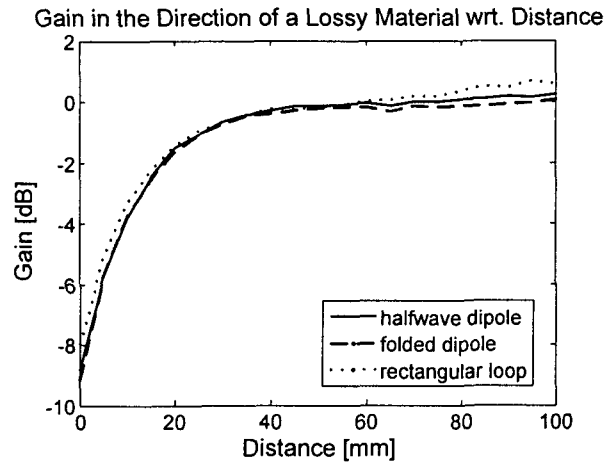
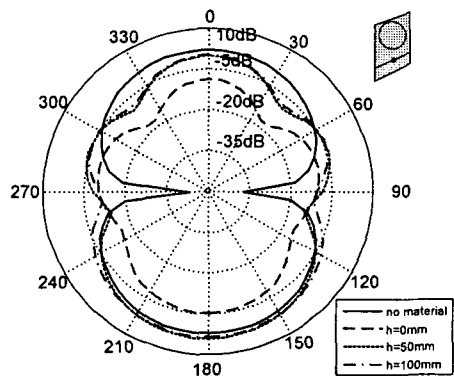
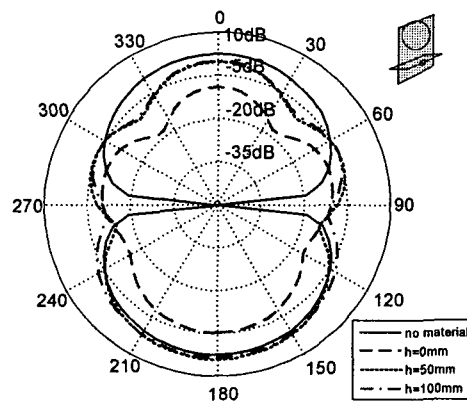


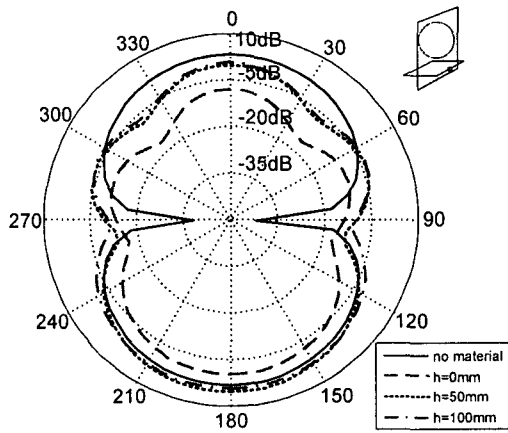
그림 2. Lossy material 방향으로의 Gain



(a)



(b)



(c)

그림 3. 방사패턴 (a) halfwave dipole (b) folded dipole (c) rectangular loop

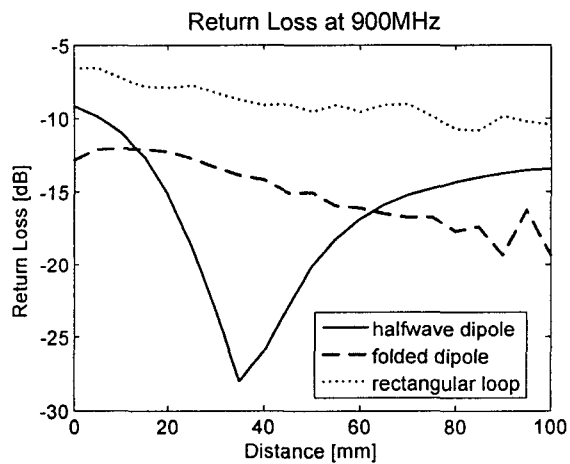
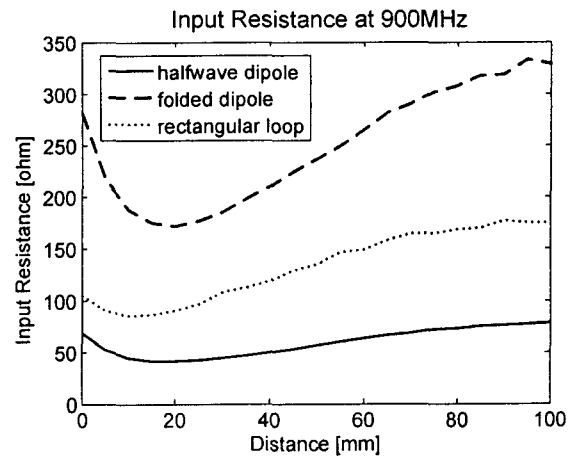
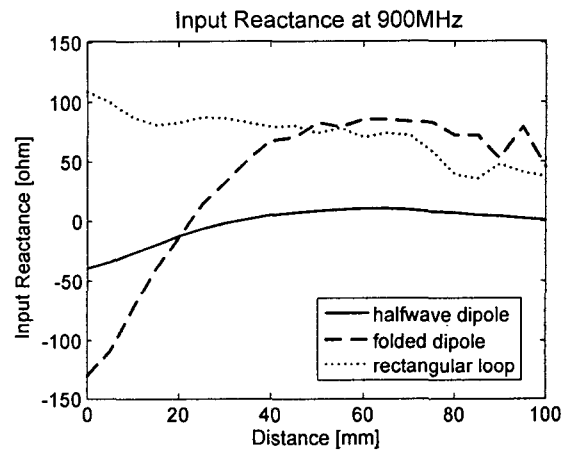


그림 4. 공진특성 변화

RFID 태그는 안테나와 내장 칩으로 이루어지는데, 정보를 담고 있는 칩으로 전력전달이 이루어져 태그가 정상적으로 동작하기 위해서는 임피던스 정합이 중요하다. 안테나 임피던스가 주변에 위치한 손실성 물질에 따라서 어느 정도 영향을 받는지 알아보기 위해서 안테나 입력단에서의 임피던스의 실수부와 허수부 값의 변화를 그림 5에 나타내었다. 거리가 증가함에 따라서 일정한 값에 수렴하는 경향을 볼 수 있다. 입력 저항을 보았을 때 반파장 다이폴의 경우에는 주어진 구간에서 변화의 폭이 50 ohm 이내였지만, 폴디드 다이폴의 경우에는 100 ohm 이상의 변화가 있는 것을 볼 수 있다. 이로부터 근접물질에 대한 안테나 임피던스의 변화가 안테나의 형태에 따라서 크게 차이 나는 것을 알 수 있다.



(a)

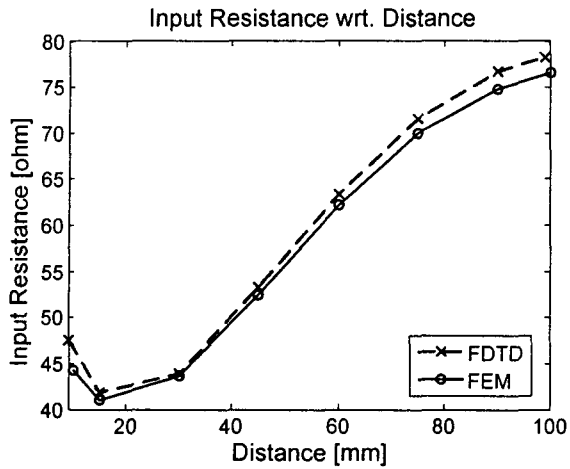


(b)

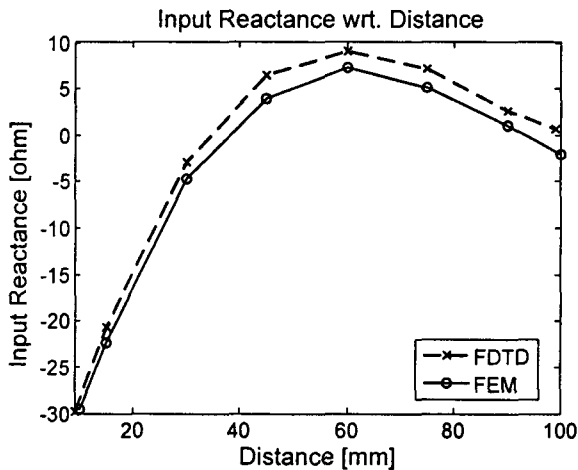
그림 5. 입력 임피던스 변화
(a)input resistance (b)input reactance

3. FDTD를 이용한 모의실험

FEM기반의 수치해석 시뮬레이션 데이터의 타당성을 검증하기 위하여 반파장 다이폴의 경우에 시간영역유한차분법(FDTD, Finite Difference Time-Domain)을 이용하여 입력 임피던스 값을 그림 6에 비교하였다. 두 가지 수치해석 방법으로 얻은 입력 임피던스의 변화특성이 거의 일치하였다.



(a)



(b)

그림 6. 시뮬레이션 결과 비교 (FDTD and FEM)
(a) input resistance (b) input reactance

III. 결론

RFID 태그안테나의 주변물질에 따른 영향을 관찰하기 위하여, 일반적인 여러 안테나를 실험대상으로 하여 모의실험하였다. 반사손실 특성과 입력임피던스 특성의 변화폭이 안테나의 형태에 따라 차이가 있음을 확인하였다. 반파장 반사손실특성에서는, 다이폴과 폴디드 다이폴의 경우에는 작동 주파수 대역에서 약 -10 dB이하의 반사손실이 확보되었으나, 사각형 루프 안테나의 경우에는 반사손실이 약 -5 dB에서 -10 dB 사이에서 변화하였다. 또한 입력임피던스 특성에서는 손실성 물질에 의한 영향이 폴디드 다이폴에서 약 100 ohm 내외로 제일 컸다.

전방향성 방사특성을 얻기 위하여 태그안테나에는 대부분 기본적인 다이폴 안테나의 변형이 사용된다. 안테나의 구조변형은 안테나의 크기를 조절하거나, 작동대역과 임피던스 특성을 개선하기 위하여 이루어진다. 이러한 방법 중에는 구조를 접거나, 그라운드 판을 붙이거나 하는 등의 방법이 있다. 그러나 안테나의 설계시에는 안테나가 자유공간에 위치한다고 가정하여 성능을 평가하기 때문에, 주위에 다른 물질이 있을 경우에도 성능이 개선될 것인지에 대한 연구가 필요하다. 또한, analytical solution을 이용하여 여러 수치해석 방법으로 얻은 데이터의 타당성을 검증해 볼 수 있을 것이다.

Acknowledgement

본 연구는 정보통신부 및 정보통신연구진흥원의 대학 IT 연구센터 육성·지원사업의 연구결과로 수행되었음 (IITA-2005-C1090-0502-0012)

Reference

- [1] Toftgard, J., Hornsleth, S.N., Andersen, J.B, "Effects on Portable Antennas of the Presence of a Person," *IEEE Trans. Antennas Propagat.* Volume 41, 739-746, June 1993
- [2] Michael A. Jensen, Yahya Rahmat-Samii, "EM Interaction of Handset Antennas and a Human in Personal Communications," *Proceedings of the IEEE*, Vol. 83, No. 1, 7-17, January 1995
- [3] Leena Ukkonen, Lauri Sydanheimo, and Markku Kivikoski, "A Novel Tag Design Using Inverted-F Antenna for Radio Frequency Identification of Metallic Objects," *IEEE AW&WC*, 91-94, 2004 April
- [4] 허태규, 위상혁, 육종관, "RFID 태그안테나의 근접물질에 대한 특성변화", *마이크로파 및 전파 학술대회 논문집*, Vol. 28, No.2, 107-110, 2005
- [5] Foster, P.R., Burberry, R.A, "Antenna Problems in RFID systems," *IEE Colloquium on RFID Tech.*, 3/1-3/5, 1999
- [6] Constantine A. Balanis, *Antenna Theory: Analysis and Design, Second Edition*, John Wiley & Sons, 1997.