

RFID 시스템의 통신 거리 증대를 위한 전파흡수체 개발

Development of EM Wave Absorber for Increasing Communication Range in RFID System

박수훈 · 김동일 · 윤상길 · 유건석 · 정인성

Soo Hoon Park · Dong Il Kim · Sang Gil Yoon · Gun Suk Yoo · In Seong Jeong

요 약

본 논문에서는 RFID Tag가 금속판에 접근할 때 통신 거리가 감소되는 RFID 시스템의 통신 거리 증대를 위한 전파흡수체를 개발하였다. 먼저 자성 손실 재료인 Amorphous 금속 분말과 지지체인 CPE(Chlorinated Polyethylene)를 이용하여 조성비별 전파흡수체 샘플을 제작하고, 이 전파흡수체 샘플로부터 구한 재료정수를 이용하여 전파흡수능이 서로 다른 전파흡수체를 각각 설계·제작하였다. 이와 더불어 개발된 전파흡수체를 적용하여 금속에 의해 특성이 열화되는 RFID 태그 안테나의 특성 개선 효과 및 실제 RFID 시스템의 통신 거리 변화를 실험적으로 검토하였다. 그 결과 조성비가 Amorphous metal powder:CPE=80:20 wt.%이고, 두께가 4 mm인 전파흡수체가 금속판으로 인해 통신 거리가 0.8 m인 실제 RFID 시스템의 통신 거리를 5.2 m까지 증대시킴을 확인하였다.

Abstract

In this paper, we designed and fabricated the EM wave absorbers for preventing the reduction of the communication range when RFID Tag is approached to a metal plate. The EM wave absorber samples were fabricated with difference composition ratios of Amorphous metal powder and CPE, the absorption abilities of which were simulated by substituting different thicknesses of the EM wave absorbers. Then the EM wave absorbers are manufactured based on the simulated results. By using the EM wave absorbers, we have confirmed the improvement effect of RFID tag antenna and the increase of communication range of RFID system. As a result, it was clearly shown that the communication range of RFID system is improved by adopting the EM wave absorber with the composition ratio of Amorphous metal powder:CPE=80:20 wt.% and the thickness of 4 mm. Thus, it was confirmed that the proposed EM wave absorber can increase the communication range of RFID system from 0.8 m to 5.2 m in UHF band.

Key words : RFID, EM Wave Absorber, Absorption Ability, Material Constants, Amorphous Metal Powder

I. 서 론

개인용 PC, 휴대전화를 비롯한 무선 통신 기기 등 각종 전자·정보 기기의 고속화 및 소형·경량화 추세에 따라 동작 주파수의 고주파화, 회로 부품의 고집적화 및 고밀도화가 급속히 이루어지는 동시에 발생하는 전자파 노이즈의 주파수도 GHz 대역으로 높

아지고 있다. 이에 따라서 전자파 노이즈에 의한 내부 반사, 회로 기관간의 상호 간섭 및 주변 전자 기기에의 간섭 등의 심각성도 크게 증대되어 다양한 EMI/EMC 대책들이 강구되고 있으며, 문제를 일으키는 발생원으로부터의 전자파를 원천적으로 흡수할 수 있는 전파흡수체의 사용이 확대되고 있다. 특히 정부의 IT839 정책 중 3대 인프라의 하나인 USN

「본 연구는 산학협동재단이 지원하는 2008년도 학술연구비 지원사업의 지원으로 이루어졌습니다.」
한국해양대학교 전파공학과(Department of Radio Communication Engineering, Korea Maritime University)
· 논문 번호 : 20081104-136
· 수정완료일자 : 2008년 12월 23일

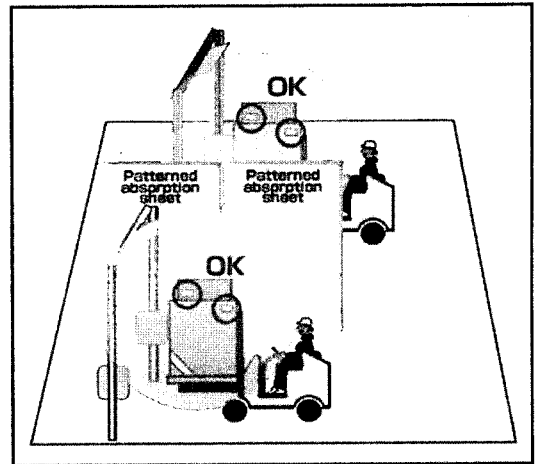
기술이 현재 기술 수준에서 유비쿼터스 사회 실현을 가능케 할 가장 핵심 기술로 주목을 받고 있다. 이러한 USN 기술에서 가장 핵심이자 기본이 되는 것이 바로 RFID 기술이다.

RFID란 자동 인식(automatic identification) 기술의 하나로 스마트카드 또는 바코드와 같은 데이터 입력 장치의 일종으로 개발된 무선(radio frequency)에 의한 기술이다. 초소형 칩에 식별 정보를 입력하고, 무선 주파수를 이용하여 이 칩을 지닌 물체나 동물, 사람 등을 판독, 추적, 관리할 수 있는 기술이다. 이러한 RFID 시스템은 적용 분야별로 125 kHz의 저주파 대역에서 5.8 GHz의 마이크로파 대역에 이르기까지 다양한 주파수 대역을 사용하고 있으나, 마이크로파 방식을 이용하는 UHF(860~960 MHz) 대역 RFID 시스템이 원거리 인식과 데이터의 고속 전송이 가능하여 항만·유통·물류 분야와 모바일 RFID 분야에서 널리 사용되고 있다^[1].

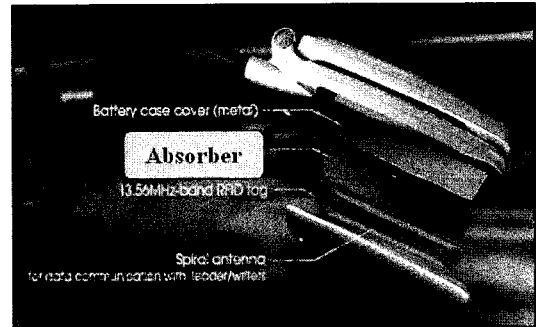
그러나 이러한 RFID 시스템은 사용 주파수 대역이 고주파 대역으로 이동함에 따라 RFID 리더와 Tag 간의 통신에 있어서 주위 환경이 많은 영향을 미친다. 특히 다중 반사에 의한 영향은 직접파와 반사파의 위상이 일치할 경우 교신 가능한 영역을 증가시켜 불필요한 Tag 인식을 일으키며, 직접파와 반사파의 위상이 역상이 될 경우 교신 가능한 영역을 감소시켜 정상시 인식되고 있는 Tag를 인식할 수 없게 한다.

나아가서, 단일 리더 주변에 다른 리더가 존재할 경우에도 리더간 간섭이 발생하여 인식률이 저하된다. 또한, Tag가 금속 물체에 부착될 경우, 금속 표면에서 신호의 반사와 경계 조건에 의하여 수신 전력이 감소되고, 금속 물체와 Tag 안테나 사이의 기생 커패시턴스 성분에 의해 안테나의 특성이 변화되어 통신 거리가 급격하게 줄어드는 등의 문제점이 발생한다^{[2],[3]}. 이러한 문제점들은 그림 1(a)와 같이 RFID 리더와 리더 간에 또는 리더와 Tag간의 통신 환경에 적합한 전파흡수체를 사용하거나 그림 1(b)와 같이 Tag 안테나와 금속 물체 사이에 전파흡수체를 부착하여 불필요한 간섭을 제거함으로써 해결할 수 있다.

본 논문에서는 금속판에 의해 통신 거리가 감소되는 900 MHz 대역 RFID 시스템의 통신 거리 증대를 위한 전파흡수체를 개발하였다. 먼저 자성 손실 재료로 아몰퍼스 금속 분말(Amorphous Metal Powder:



(a) 리더 간섭 방지용 전파흡수체 적용
(a) Application of EM wave absorber for reader to reader interference



(b) RFID 시스템의 통신 거리 증대를 위한 전파흡수체 적용
(b) Application of EM wave absorber for increasing communication range in RFID system

그림 1. RFID 시스템의 전파흡수체 적용
Fig. 1. Application of EM wave absorber for RFID system.

AMP)을, 지지재로 CPE(Chlorinated Polyethylene)를 사용하여 각 조성비별 전파흡수체 샘플을 제작하고 각각의 샘플로부터 재료정수를 계산하였다. 나아가서, 시뮬레이션을 통하여 전파흡수체를 이론적으로 설계하고, 설계 결과를 바탕으로 900 MHz 대역 RFID 시스템용 전파흡수체를 제작하였다^[4]. 또한, 금속판에 의한 RFID 태그 안테나의 특성 열화를 확인하고, 전파흡수체를 적용하여 RFID 태그 안테나의 특성 개선 효과를 확인하였다. 최종적으로 실제 산업 현장에 적용 가능성을 확인하기 위해서 금속에 의해 통신 거리가 감소되는 RFID 시스템에 제작된 전파흡수체를 직접 적용하여 통신 거리 증대 효과를 확

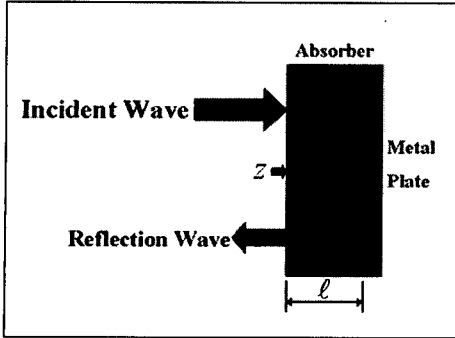


그림 2. 단층형 전파흡수체
Fig. 2. Single layered EM wave absorber.

인하였다.

II. 전파흡수체 설계 및 제작

2.1 전파흡수체의 설계

그림 2와 같이 두께 l 인 전파흡수체가 도체판에 놓여 있는 경우 입사파와 반사파에 대한 반사 손실 (Return Loss: RL)은 식 (1)과 같이 나타낼 수 있다.

$$RL = -20 \log_{10} \left| \frac{z-1}{z+1} \right| \text{ [dB]} \quad (1)$$

여기서, z 는 정규화 입력 임피던스이다.

전파흡수체의 입력 임피던스 Z_{in} 은 식 (2)와 같이 주어지며, 전파흡수체의 특성 임피던스 Z_c 와 전파정수 γ 는 식 (3) 및 식 (4)와 같다.

$$Z_{in} = Z_c \frac{Z_L + Z_c \tanh \gamma l}{Z_c + Z_L \tanh \gamma l} \quad (2)$$

$$Z_c = Z_0 \sqrt{\frac{\mu_r}{\epsilon_r}} \quad (3)$$

$$\gamma = j \frac{2\pi}{\lambda} \sqrt{\mu_r \epsilon_r} \quad (4)$$

여기서, λ 는 입사한 평면파의 파장이며, ϵ_r 은 복소비 유전율, μ_r 은 복소비 투자율을 나타낸다.

식 (3)과 식 (4)를 식 (2)에 대입하여 평면파의 수직입사에 대한 매질 내 정규화 입력 임피던스를 식 (5)와 같이 구할 수 있다^{[5]-[7]}.

$$z = \sqrt{\frac{\mu_r}{\epsilon_r}} \tanh \left(j \frac{2\pi d}{\lambda} \sqrt{\mu_r \epsilon_r} \right) \quad (5)$$

반사가 없는 완전한 전파흡수체로 되기 위한 조건은 $\Gamma=0$ 이므로 식 (5)의 정규화 임피던스가 z 가 1이 되는 것이다. 이를 무반사 조건식이라 하며, 식 (6)과 같이 나타낼 수 있다. 이 식을 이용하여 전파흡수체의 설계가 가능하다.

$$\sqrt{\frac{\mu_r}{\epsilon_r}} \tanh \left(j \frac{2\pi d}{\lambda} \sqrt{\mu_r \epsilon_r} \right) = 1 \quad (6)$$

2.2 전파흡수체의 제작

본 논문에서는 전파흡수체의 주재료로 자성 손실 재료인 Amorphous 금속 분말을 사용하였으며, 지지 재료로는 CPE를 사용하였다. 그림 3에 전파흡수체 샘플의 제작 과정을 나타낸다. 먼저 Amorphous 금속 분말과 CPE의 조성비를 60:40 wt.%, 70:30 wt.%, 80:20 wt.%로 하고, 각각을 믹서를 이용하여 혼합한 후 실험실에서 자체 제작한 open roller를 이용하여 두께 1 mm, 2 mm의 sheet형 전파흡수체 샘플을 제작하였다^[8].

그림 4와 같이 제작한 샘플을 먼저 샘플 홀더에 펀칭 작업을 통하여 도넛 모양의 샘플로 변형시켜 삽입한 후, HP사의 8753D Network Analyzer에 연결하여 반사 계수를 측정하였다. 그리고 MATLAB 프로그램을 이용하여 조성비별 샘플의 입력 임피던스를 계산하고, 1-2l법으로 재료 정수 복소비 유전율과 복소비 투자율을 계산하여 전파흡수체 설계에 이용하였다. 목표한 900 MHz 대역에서 가장 우수한

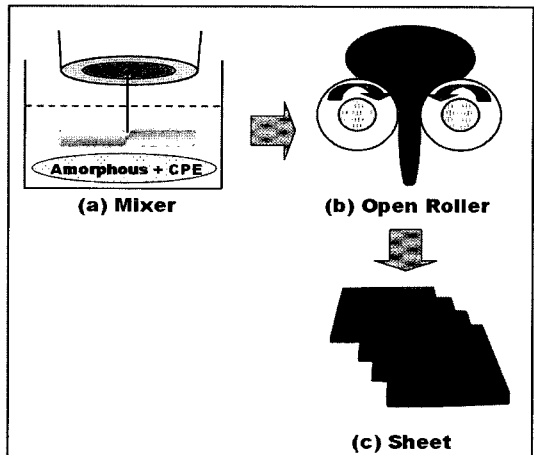


그림 3. 전파흡수체 제작 과정
Fig. 3. Manufacturing process of EM wave absorber.

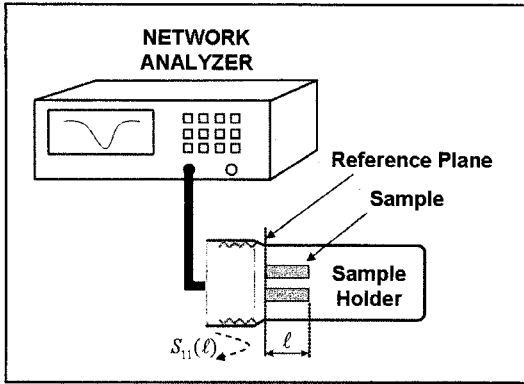


그림 4. 반사 계수 측정 시스템
Fig. 4. Measurement system of reflection coefficient.

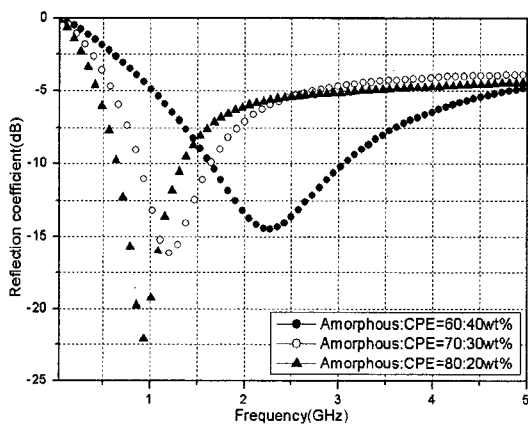


그림 5. 성분비에 따른 전파흡수체의 반사 계수
Fig. 5. Reflection coefficient of EM wave absorber according to composition ratio.

특성을 보이면서 두께가 얇은 전파흡수체의 성분비는 Amorphous 금속 분말:CPE=80:20 wt.%이고 두께는 4 mm이었다.

설계된 전파흡수체를 토대로 그림 3과 같은 방법으로 실제 전파흡수체를 두께 4 mm로 제작하고, 그림 4와 같은 측정 시스템으로부터 전파 흡수능을 측정한 결과를 그림 5에 나타내었다. 목표 주파수 930 MHz에서의 전파 흡수능을 표 1에 나타내었으며, Amorphous 금속 분말 : CPE의 성분비 중 Amorphous 금속 분말의 성분비가 증가할수록 전파 흡수능이 증가함을 알 수 있다^[4].

III. 전파흡수체 적용에 따른 RFID 태그 안테나의 특성 개선 효과

표 1. 조성비에 따른 전파흡수체의 전파 흡수능
Table 1. Absorption ability of EM wave absorber according to composition ratio.

Amorphous:CPE의 조성비(wt.%)	전파흡수체(두께 l=4 mm)	
	이름	흡수능(dB)
60:40	Absorber A	4
70:30	Absorber B	11
80:20	Absorber C	22

RFID 태그 안테나는 사물의 정보를 인식하기 위해, 그 사물의 입에 위치에 부착되기 때문에 부착되는 면의 전기적 성질에 의해 그 특성이 달라진다. 특히 부착 물질이 금속이거나 주변에 금속체가 존재할 경우 안테나의 특성이 열화되어 정상적인 태그 안테나로서의 동작이 불가능하게 된다. 따라서 RFID 태그 안테나와 금속판 사이에 전파 흡수능이 다른 전파흡수체를 부착함으로써 안테나의 특성 변화를 분석하였다.

3-1 RFID 태그용 다이폴 안테나의 설계

다이폴 안테나는 무지향성의 복사 특성을 가지므로 사물의 인식이 필요한 RFID 태그용 안테나로 널리 쓰이고 있다. 그림 6은 유전율과 두께가 각각 4.6과 1.6 mm인 FR-4 기판을 이용한 900 MHz 대역에서 동작되도록 설계된 다이폴 안테나의 실제 제작된 모습이다.

그림 7은 다이폴 안테나를 HFSS로 시뮬레이션한 결과 값과 실제 제작을 통하여 측정된 반사 계수 특성을 나타낸다. 제작된 다이폴 안테나의 반사 계수는 930 MHz에서 약 -27 dB이며, -10 dB 대역폭은 약 100 MHz로 RFID 시스템에서 요구하는 수동 태그의 동작 주파수 대역을 충분히 커버함을 알 수 있었다.

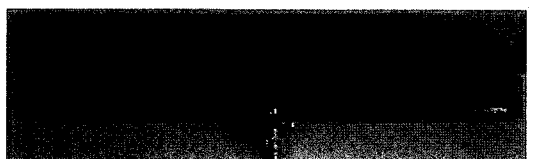


그림 6. 제작된 다이폴 안테나 사진
Fig. 6. A photo of manufactured dipole antenna.

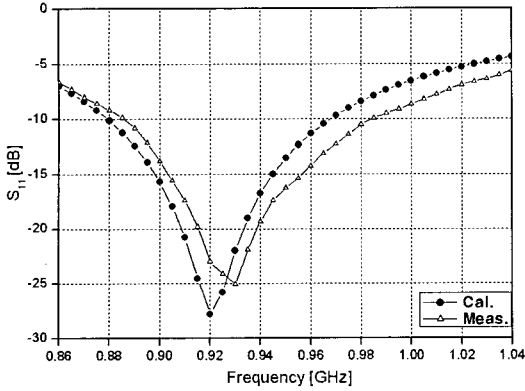


그림 7. 다이폴 안테나의 반사 계수
Fig. 7. Reflection coefficients of dipole antenna.

3.2 전파흡수체 적용에 따른 안테나 특성 시뮬레이션

해석 시뮬레이션 프로그램 중의 하나인 유한요소법의 HFSS(High Frequency Structure Simulation)를 사용하여 전파 흡수능이 다른 전파흡수체를 구성하고 안테나와 금속판 사이에 삽입하여 전파 흡수능에 따른 안테나의 특성을 분석하였다. 그림 8은 실측에 사용된 930 MHz에서 동작하는 다이폴 안테나와 $\lambda/2 \times \lambda/16$ 크기의 금속판과 그 사이에 삽입된 sheet 타입의 전파흡수체로 디자인된 3차원 해석 모델이며, 안테나와 금속판과의 거리는 변화의 경향이 가장 두드러진 거리인 4 cm로 고정하였다.

실제 제작된 전파흡수체와 동일한 특성을 갖는 가상의 전파흡수체를 구성하기 위하여 실제 제작된 전파흡수체의 복소비 유전율 및 복소비 투자율, 도전율 등을 측정하고, 유전 손실 계수(dielectric loss tangent)와 자성 손실 계수(magnetic loss tangent)를

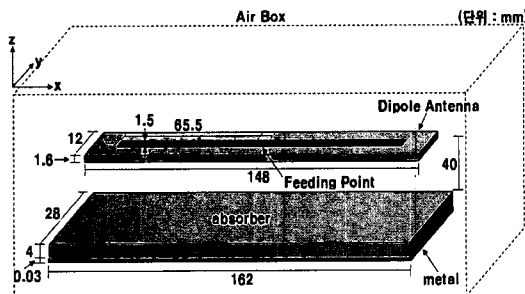


그림 8. 안테나 특성 시뮬레이션 모델(HFSS)
Fig. 8. Model for simulation of antenna(HFSS).

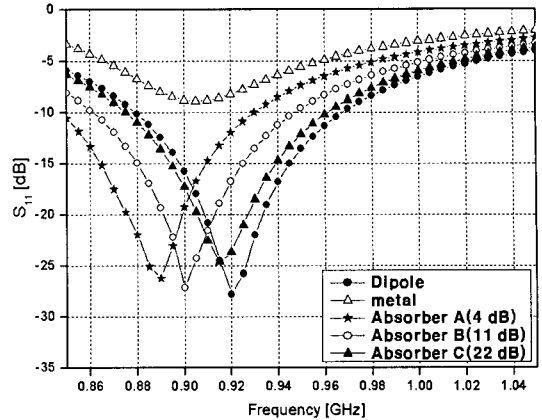


그림 9. 흡수능이 다른 전파흡수체 삽입 시 안테나의 반사 계수(시뮬레이션)
Fig. 9. Reflection coefficients of antenna by inserting EM wave absorber with different absorption ability(simulation).

계산하여 가상의 전파흡수체를 만들었으며, 그것을 안테나와 금속판 사이에 삽입하여 시뮬레이션하였다. 금속이 주변에 존재하지 않았을 때와 금속에 의해 열려지는 안테나의 특성 및 그들 사이에 흡수능이 다른 전파흡수체를 삽입한 후의 안테나의 반사 계수를 그림 9에 나타내었다.

3.3 안테나 특성 측정 시스템

외부 환경의 영향이 없고 반사파가 존재하지 않는 전파무향실 내에서 금속판에 의한 안테나의 특성 변화와 금속판과 안테나 사이에 전파흡수체의 흡수능을 달리하여 삽입한 후 안테나의 반사 계수를 HP사의 8753D Network Analyzer로 측정하였다. 그림 10은 안테나의 특성 측정 시스템을 나타낸다.

3.4 전파흡수체 적용에 따른 안테나 특성 비교 및 분석

그림 11은 실제 제작한 RFID용 다이폴 안테나 및 다이폴 안테나 후면에 금속이 존재할 경우와 그 사이에 전파흡수체를 흡수능을 달리하여 삽입한 경우의 안테나의 반사 계수를 측정된 결과이다. 이때 다이폴 안테나와 금속간의 거리는 실험의 일관성을 유지하기 위하여 4 cm로 고정하였다. 다이폴 안테나 후면에 금속이 존재하는 경우, 금속과 안테나 사이의 기생 커패시터 성분과 금속에 의한 반사파의 영

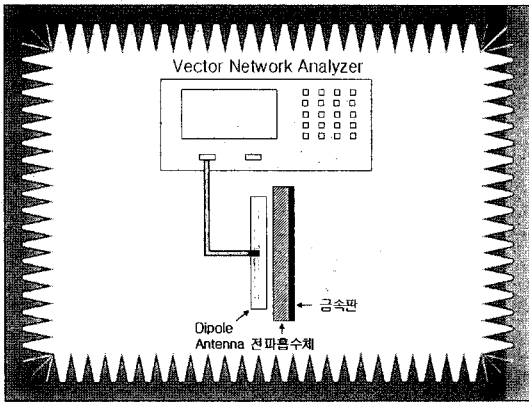


그림 10. 안테나의 반사 계수 측정 시스템
Fig. 10. Measurement system of antenna's reflection coefficients.

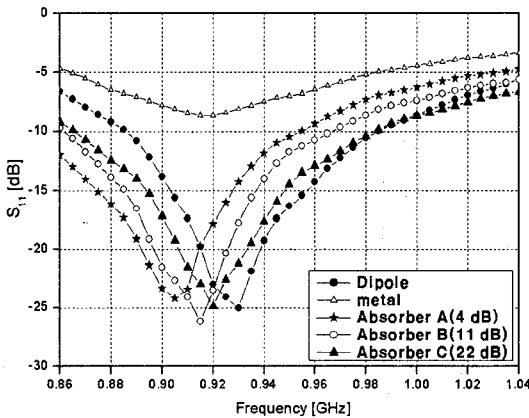


그림 11. 흡수능이 다른 전파흡수체 삽입 시 안테나의 반사 계수(실 측정)
Fig. 11. Reflection coefficients of antenna by inserting EM wave absorber with different absorption ability (practice measurement).

향으로 안테나의 반사 계수가 930 MHz에서 금속이 없었던 경우의 -25 dB에서 금속이 존재하는 경우 -8 dB로 안테나의 특성이 열려되었다. 그러나 안테나와 금속 사이에 전파흡수체를 흡수능을 달리하여 삽입한 경우, 그림 9 및 표 2에 보이는 바와 같이 전파 흡수능이 높을수록 930 MHz에서 반사 계수는 금속판의 영향이 없는 다이폴 안테나의 반사 계수 (-25 dB)에 점점 가까워짐을 확인하였고, 실제 안테나의 제작 및 측정상의 오차로 인하여 중심주파수가 약 10 MHz 정도 이동한 것을 제외하고는 시뮬레이션 결과와 거의 일치하는 것을 확인하였다.

표 2. 흡수능이 다른 전파흡수체 삽입 시 안테나의 반사 계수(930 MHz)

Table 2. Reflection coefficients of antenna by inserting EM wave absorber with different absorption ability at 930 MHz.

	전파흡수능 (dB)	안테나 반사 계수(dB)
다이폴 안테나	0	-25
금속판	0	-8
Absorber A	4	-13
Absorber B	11	-16
Absorber C	22	-22

이상의 결과는 전파 흡수능이 높은 전파흡수체일 수록 안테나에서 복사되어 금속으로 향하는 전자파를 많이 흡수하여 반사파를 줄이고, 안테나와 금속 사이의 기생 커패시터 성분을 줄여 금속판의 영향을 없애준 것으로 판단된다.

IV. 전파흡수체 적용에 따른 RFID 시스템의 통신 거리 증대

개발된 전파흡수체의 실제 산업 현장에 적용 가능성을 시험하기 위해서 금속에 의해 통신 거리가 감소된 RFID 시스템에 전파흡수체를 적용하여 통신 거리 변화를 확인하였다. 실험에 사용된 RFID 시스템은 Alien-9800이며, 실험의 일관성을 유지하기 위하여 RFID 리더의 사용 전력은 고정하였다. 그림 12

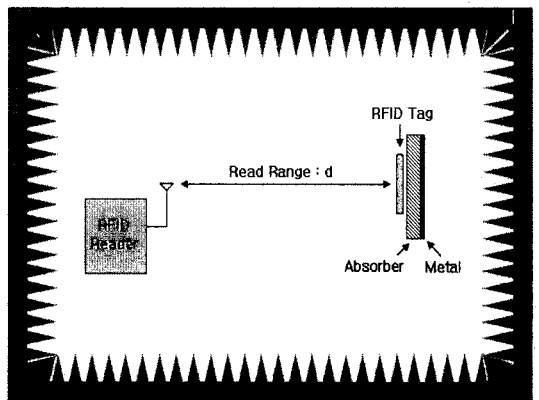


그림 12. RFID 시스템의 통신 거리 측정 시스템
Fig. 12. The system for testing communication range of RFID system.

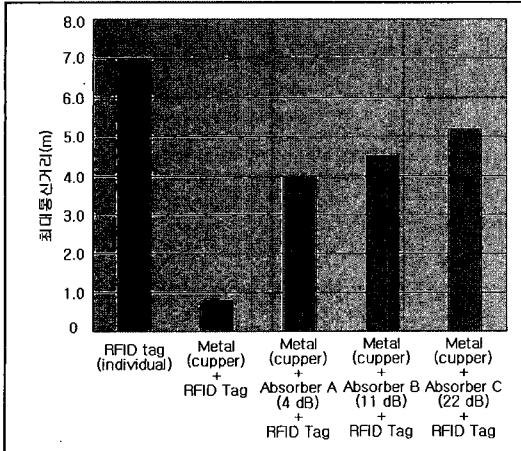


그림 13. 개발된 전파흡수체를 적용한 RFID 시스템의 통신 거리 측정 결과

Fig. 13. Measurement results of communication range of RFID system using developed EM wave absorber.

와 같이 전자파무향실에서 리더와 태그와의 최대 통신 거리(maximum read range) d 를 측정 후 RFID 태그 후면에 금속체를 접근시켜 금속에 의한 통신 거리 감소를 측정하였다. 그리고 본 논문에서 개발한 전파흡수체의 성능을 확인하기 위하여 금속체 위에 전파흡수체를 부착시켜서 통신 거리를 측정하였다.

그림 13과 같이 금속의 영향을 받지 않는 RFID 시스템의 최대 통신 거리는 7 m이지만, 전파흡수체의 두께를 고려하여 태그 후면 2 mm 지점에 100×100 mm의 구리판을 설치하게 되면 최대 통신 거리는 0.8 m로 감소하였다. 그러나 태그와 금속판 사이에 개발된 전파흡수체를 적용하였을 경우에는 전파흡수체의 종류에 따라서 최대 통신 거리가 각각 4 m, 4.5 m, 5.2 m로 증대되었으며, 전파흡수체의 전파흡수능이 높을수록 더욱 우수한 효과를 보였다.

V. 결 론

정부의 IT839 정책 중 3대 인프라의 하나인 USN 기술이 유비쿼터스 사회 실현을 가능케 할 가장 핵심 기술로 주목받고 있으며, USN 기술에서 가장 핵심이자 기초가 되는 기술이 바로 RFID 기술이다. 그러나 RFID 기술의 확산을 위해서는 태그 가격, 인식률, 인식 속도, 부착 물질, 보안 등의 문제점들이 시

급히 해결되어야 할 것이다.

따라서, 본 논문에서는 금속판에 의해 통신 거리가 감소되는 900 MHz 대역 RFID 시스템의 통신 거리 증대를 위한 전파흡수체를 개발하였다. 먼저 자성 손실 재료인 Amorphous 금속 분말과 지지체인 CPE를 사용하여 각 조성비별 전파흡수체 샘플을 제작하고, 시뮬레이션을 통하여 900 MHz 대역 RFID 시스템용 전파흡수체를 제작하였다. 나아가서, 금속에 의한 RFID 태그 안테나의 특성 열화를 확인하고 전파흡수체를 적용하여 RFID 태그 안테나의 특성 개선 효과를 확인하였다. 최종적으로 실제 산업 현장에 적용 가능성을 확인하기 위해서 금속에 의해 통신 거리가 감소된 RFID 시스템에 개발된 전파흡수체를 직접 적용하여 통신 거리 변화를 확인하였다. 그 결과 성분비가 Amorphous 금속 분말:CPE=80:20 wt.%이고 두께가 4 mm인 전파흡수체에 의하여 금속판에 의해 통신 거리가 0.8 m로 감소된 RFID 시스템의 통신 거리를 5.2 m까지 증대시킬 수 있음을 확인하였다.

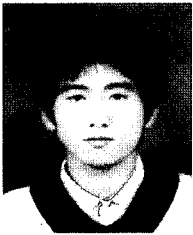
참 고 문 헌

- [1] 최길영, 성낙선, 모희숙, 박찬원, 권성호, "RFID 기술 및 표준화 동향", RFID/USN, GIS 융합기술 동향 특집, 22(3), pp. 29-35, 2007년.
- [2] D. W. Engels, S. E. Sarma, "The reader collision problem", *IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics*, vol. 3, pp. 92-97, 2002.
- [3] P. Raunonen, L. Sydanheimo, L. Ukkonen, M. Keskilammj, and M. Kivikoski, "Folded dipole antenna near metal plate", *2003 IEEE International Antenna and Propagation Symposium*, pp. 848-851, 2003.
- [4] 박수훈, 최창목, 송영만, 김동일, 정지원, 김기만, "UHF 대역 RFID 리더 간섭방지용 전파흡수체 개발", *한국항해항만학회지*, 32(5), pp. 349-353, 2008년.
- [5] Y. Naito, *Electromagnetic Wave Absorbers*, Tokyo: New Ohm, 1987.
- [6] O. Hashimoto, *Introduction to Wave Absorber*, Tokyo: Morikita Shuppan, 1997.

[7] Chang-Mook Choi, Dong Il Kim, Dong-Han Choi, and Rui Li, "Development of broad-band electro magnetic wave absorber for X-band sensors in double-layered type using carbon", *12th IAIN World Congress*, vol. 1, pp. 297-300, Oct. 2006.

[8] Sang-Hyun Moon, Seung-Jae Shin, Jae-Man Song, Dong Il Kim, and Ki-Man Kim, "Development of composite Ba ferrite EM wave absorbers for GHz frequency", *J. Korea Electromagnetic Engineering Soc.*, vol. 14, no. 12, pp. 1329-1334, Dec. 2003.

박 수 훈



2007년 2월: 한국해양대학교 전파공학과 (공학사)
 2007년 3월~현재: 한국해양대학교 전파공학과 석사과정
 [주 관심분야] EMI/EMC 분석 및 대책, 고성능 전파흡수체의 개발, RFID 시스템 등

유 건 석



2008년 8월: 한국해양대학교 전파공학과 (공학사)
 2008년 9월~현재: 한국해양대학교 전파공학과 석사과정
 [주 관심분야] EMI/EMC 분석 및 대책, 고성능 전파흡수체의 개발 등

김 동 일



1975년 2월: 한국해양대학교 항해학과 (공학사)
 1977년 2월: 한국해양대학교 전파공학전공 (공학석사)
 1984년 3월: 일본 동경공업대학원 전기전자공학과 (공학박사)
 1975년 3월~1993년 9월: 한국해양대학교 조교~부교수

1990년 3월 10일: 산학협동상 대상 수상
 1993년 12월 11일: 한국전자파학회 학술상 수상
 1995년 4월 21일: 과학기술진흥 대통령 표창 수상
 1998년 9월 30일: 한국항해학회 우수논문상 수상
 1993년 10월~현재: 한국해양대학교 전파공학과 교수
 2002년 1월~2003년 12월: 한국전자파학회 학회장
 [주 관심분야] 마이크로파 및 밀리미터파 회로의 설계, CATV 전송회로의 설계, 고성능 전파흡수체의 개발, EMI/EMC 대책 등

정 인 성



1998년 2월: 한국해양대학교 박사과정 수료
 1994년 2월~1995년 6월: 부일이동통신 부설연구소 연구원
 2003년 5월~2008년 10월: 모토로라 코리아 무선통신 시스템 그룹 부장

2008년 11월~현재: 시스코 시스템즈 코리아 Advanced Services Team 수석부장
 [주 관심분야] Cell Planning, RF Network Performance Tuning, RFID Network, 고성능 전파흡수체 개발 등

윤 상 길



2007년 2월: 한국해양대학교 전파공학과 (공학사)
 2007년 3월~현재: 한국해양대학교 전파공학과 석사과정
 [주 관심분야] EMI/EMC 분석 및 대책, 고성능 전파흡수체의 개발 등