

# RFID 태그용 다이폴 안테나의 부착 지판에 따른 실험적 성능 평가

## Experimental Performance Evaluation according to the Sticked Backside Plate of Dipole Antenna for RFID Tag

민 경 식 · 김 진 우

Kyeong-Sik Min · Jin-Woo Kim

### 요 약

이 논문은 900 MHz 대역의 RFID 태그용 다이폴 안테나를 설계하여, 이 안테나가 부착되는 물체에 의한 안테나의 성능이 실험적으로 평가되었다. 전기적 특성이 다른 유전체, 자성체 및 도체에 다이폴 안테나를 부착하였을 때, 부착된 매질의 종류, 크기 및 높이의 변화에 따라 안테나의 반사계수와 방사 패턴이 변화되는 것을 실험적으로 평가하였다. 안테나가 유전체의 표면에 부착되었을 때, 측정된 반사계수와 방사 패턴은 비유전율의 영향으로 인해 약 40 MHz의 공진 주파수 편이와 약 1~3 dB 정도의 감쇠를 보였다. 부착 지판의 크기에 의한 주파수 편이가 관측되었으나, 부착 지판을 가진 다이폴 안테나의 측정된 방사 패턴은 부착 지판이 없는 다이폴 안테나의 방사 패턴과 유사하였다. 부착 지판이 도체나 자성체인 경우, 다이폴 안테나와 부착 지판 사이의 거리에 의한 주파수 편이와 위상차 때문에, 910 MHz에서 약 5 dB 이상의 방사 패턴 진폭의 저하가 관측되었다.

### Abstract

This paper presented design for a dipole antenna operated at 900 MHz band RFID tag, and antenna performance varied by the sticked material was experimentally evaluated. When dipole antenna was sticked by the material having a different electric characteristic such as dielectric material, fero-magnetic material and conductor, variations of antenna return loss and radiation pattern according to the sticked material kinds, size, and height between antenna and the sticked plate were experimentally observed and evaluated. When antenna was sticked by dielectric surface, the measured return loss and radiation pattern by affection of different dielectric permittivity ratio showed resonant frequency shift of about 40 MHz and relative attenuation of 1 dB to 3 dB. Even though frequency shift by size variation of the sticked plate was observed, the measured radiation pattern of dipole antenna located on the sticked plate was similar with one without backside plate. In the case of conductor or fero-magnetic material as the sticked ground plate, because of frequency shift and phase difference by distance between dipole antenna and the sticked ground plate, amplitude decrease of radiation pattern at 910 MHz was observed about 5 dB above.

Key words : RFID Tag, Sticked Material, Reflection Coefficient, Radiation Pattern, Distance between Dipole Antenna and the Sticked Ground Plate

### I. 서 론

RFID(Radio Frequency Identification)는 RF 신호를

사용하여 물체를 식별하는 기술로 사물에 태그를 부착하고 사물의 정보 및 주변 환경 정보를 자동으로 수집하여 활용하는 것을 말한다<sup>[1]</sup>. RFID 시스템은

한국해양대학교 전파공학과(Dept. of Radio Science and Engineering, Korea Maritime University)

· 논문 번호 : 20060920-116

· 수정완료일자 : 2007년 1월 23일

크게 태그와 리더, 그리고 미들 웨어로 구성되고, 수동형 태그를 사용하는 경우에는 리더기가 태그로 전파를 송신하면 수신 전파로부터 에너지를 얻어 활성화된 태그가 자신의 ID 정보를 리더기로 송신하게 된다. 태그는 칩과 안테나로 구성되며, 실제 사용되는 환경과 부착되는 매질의 영향을 받지 않아야 한다<sup>[2]</sup>. 그러나 태그는 주변 환경과 부착 매질에 크게 영향을 받으며, 이에 따라 태그의 동작 특성은 변화를 하고 인식율에 큰 영향을 주게 된다. 하지만 태그의 동작 특성 변화에 대한 구체적인 연구 사례가 적고, 개량적인 접근보다는 정성적인 평가를 하고 있어, 이에 대한 연구가 절실히 필요하다. 이에 본 논문에서는 우선 부착 매질에 의한 태그의 특성 변화를 먼저 살펴보았다. 안테나로써는 RFID용 태그로 가장 널리 쓰이는 다이폴 안테나를 900 MHz 대역에서 설계·제작하여 성능을 평가한 후, 태그가 부착될 매질로써 유전율이 다른 유전체와 자성체 및 도체에 대해 특성을 살펴보았다.

이 논문에서는 태그로 사용될 안테나가 부착될 매질의 종류에 따른 변화, 매질과 태그 사이의 거리 및 부착 매질의 크기에 따른 태그 안테나의 성능 변화를 고찰하였다. 또한 태그 지판으로 사용될 부착물의 특성에 대해 유전율과 투자율을 고려하여 몇 가지 샘플을 선정하여 실험적으로 검토하고 이 결과를 분석하였다. 태그로 사용될 안테나의 성능 평가를 하기 위한 방법으로 태그가 부착되는 매질에 의해 변화하는 수신 전력과 방사 패턴 그리고 이득 특성에 대하여 이론적인 계산값과 실험값을 비교하였다.

## II. RFID 태그용 다이폴 안테나의 설계

다이폴 안테나는 무지향성의 방사 특성을 가지므로 사물의 인식이 필요한 RFID 태그용 안테나로 널리 쓰이고 있다<sup>[3]</sup>. 태그가 부착될 매질의 전파 특성을 평가하기 위하여 설계된 다이폴 안테나는 유전율과 두께가 각각 4.6과 1.6 mm인 FR-4 기판을 이용하였다. 그림 1은 설계된 다이폴 안테나를 나타낸다. 다이폴 안테나는 900 MHz 대역에서 동작되도록 설계되었으며, 다이폴의 길이는 유전체 기판에 의한 관내 파장 변화로  $\lambda_g$ 가 0.4  $\lambda$ 로 일반 다이폴 안테나보다 길이가 짧다. 그림 2는 실제 제작된 안테나의

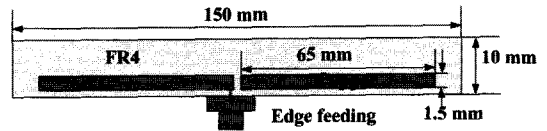


그림 1. 설계된 다이폴 안테나의 구조  
Fig. 1. Structure of a designed dipole antenna.



그림 2. 제작된 다이폴 안테나 사진  
Fig. 2. Photo of the fabricated dipole antenna using FR-4 substrate.

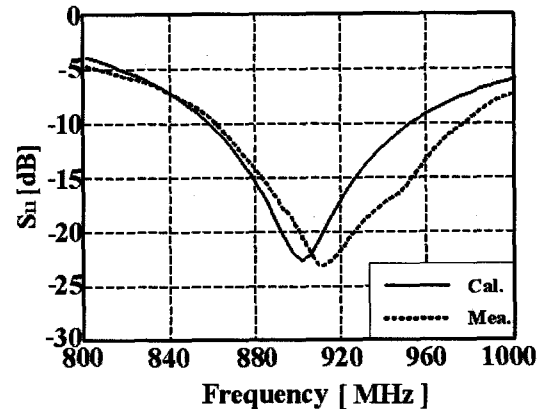


그림 3. 다이폴 안테나의 반사 계수  
Fig. 3. Reflection coefficients of dipole antenna.

모습을 나타낸다.

그림 3은 시뮬레이션과 측정된 반사 계수 특성을 나타내고, 그림 4는 공진 주파수인 910 MHz에서의 방사 패턴을 나타낸다.

반사 계수는 910 MHz에서 약 -23 dB이며, -10 dB 대역폭은 약 130 MHz로 RFID 시스템에서 요구하는 수동 태그의 동작 주파수 대역을 충분히 만족함을 알 수 있다. 측정된 공진 주파수가 설계 주파수보다 약 10 MHz 정도 이동하였다. 이는 제작 및 측정 시에 발생할 수 있는 실험상의 오차에 기인한 것으로 사료된다. 또한 그림 4로부터 알 수 있는 것처럼, 910 MHz에서 측정된 방사 패턴은 이론적 시뮬레이

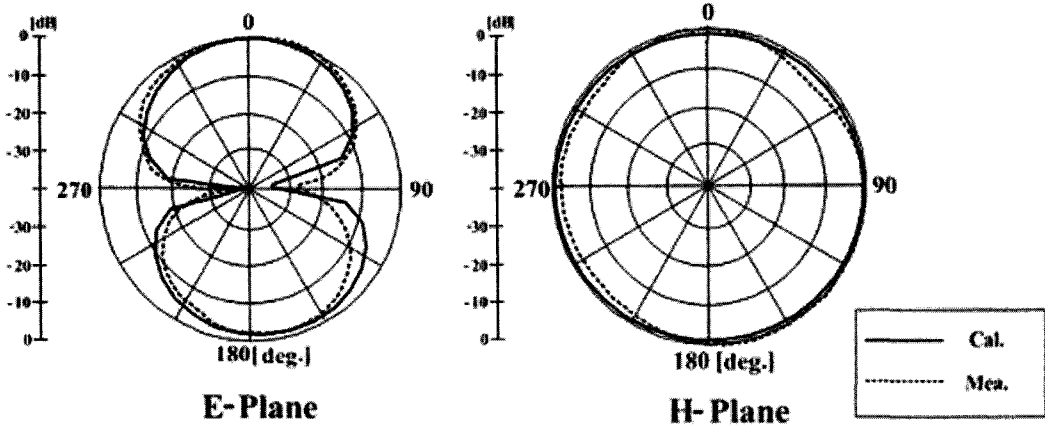


그림 4. 910 MHz에서의 다이폴 안테나의 방사 패턴  
 Fig. 4. Radiation Patterns of dipole antenna at 910 MHz.

선 패턴과 매우 유사하나, 45° 근방에서 보이는 약간의 차이는 측정할 때, 안테나의 굽은부분에 연결된 케이블의 영향으로 사료된다.

### III. 측정 매질에 따른 지향성 특성 변화

RFID 태그 안테나는 사물의 정보를 인식하기 위해, 그 사물의 임의의 위치에 부착되기 때문에, 부착되어지는 면의 전기적 성질에 의해 그 특성이 달라진다<sup>[4]</sup>. 따라서 부착되는 매질에 의한 안테나의 특성 변화에 대해 주목해야 한다. 본 논문에서는 부착되어진 매질을 유전체, 자성체 및 도체로 구분하고 이들 매질에 따라 변화하는 안테나의 특성을 전파 암실에서 측정하였다. 측정 파라미터로는 수신 신호 레벨, 이득 그리고 방사 패턴이며, 이들에 대한 평가로부터 RFID 태그 안테나의 전파적인 성질을 파악하는 것을 목적으로 하였다.

#### 3-1 유전체 종류와 크기에 따른 지향성 변화

이 절에서는 태그가 부착될 유전율이 서로 다른 두 종류의 유전체 매질(두께가 0.8 mm인 테프론 ( $\epsilon_r=2.2$ )과 두께가 1.6 mm인 FR-4( $\epsilon_r=4.6$ ))에 대해서 유전체 매질의 크기가 각각 다른 150×10 mm ( $0.45 \times 0.03 \lambda$ ), 260×150 mm ( $0.8 \times 0.45 \lambda$ ), 330×330 mm ( $1 \times 1 \lambda$ )인 세 종류를 고려하였다.

RFID용 태그로 사용되는 일반적인 다이폴 안테나는 폴리에틸렌 비닐 위에 패턴을 제작하여 사용하는

것에서부터 일정 두께를 가진 것까지 다양하다. 따라서 본 연구에서는 우선, 유전체 매질의 종류와 크기에 따른 안테나 특성 변화를 알아보기 전에, 유전체의 두께에 따른 주파수 변화를 이론적으로 고찰하였다. 그림 5는  $\epsilon_r=4.6$ 인 FR-4의 기판 두께가 변화할 때 나타나는 반사계수의 특성을 보여주고 있다. 안테나의 크기는 그림 1에서 제시한 150×10 mm이고, 유전체의 두께는 0 mm부터 1.6 mm까지 변화를 시키면서 공진 특성을 계산하였다. 그림 5로부터 알 수 있는 것처럼, 안테나의 크기가 일정하고 유전율이 일정하더라도 유전체의 두께가 변화하면 유전체의 관내 파장이 변하게 되고, 이는 공진 주파수에 영

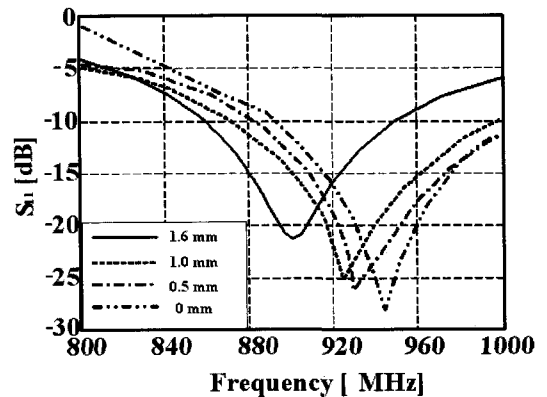


그림 5. 다이폴 안테나의 높이 변화에 의한 계산된 반사 계수  
 Fig. 5. Calculated reflection coefficients by height variation of dipole antenna.

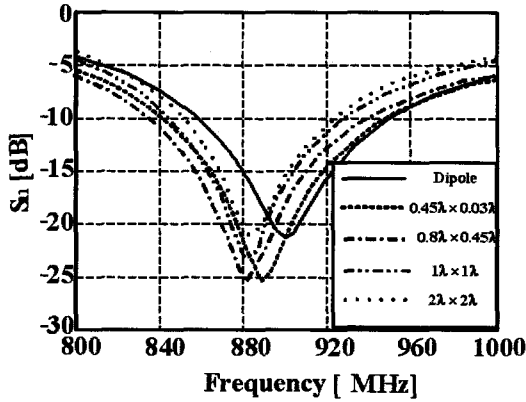


그림 6. 테프론 부착 지판의 크기 변화에 따른 다이폴 안테나의 계산된 반사 계수

Fig. 6. Calculated reflection coefficients of dipole antenna with respect to size variation of tefflon as backside plate.

향을 주게 되어 저주파수로 이동함을 알 수 있다. 따라서 유전체를 이용한 안테나를 설계할 때, 유전체의 정확한 높이를 정하는 것이 중요하다는 것을 알 수 있다. 이 논문에서는 그림 5의 결과로부터  $\epsilon_r = 4.6$ , 두께가 1.6 mm인 FR-4 기판으로 결정하고 그 위에 다이폴 안테나를 설계하였다. 이 다이폴 안테나를 태그용 안테나로 정하고, 이후의 계산에서는  $\epsilon_r = 4.6$ 이고 두께가 1.6 mm인 FR-4 기판 위에 설계된 다이폴 안테나를 사용하여 부착물의 크기나 특성에 따른 공진 주파수의 변화에 대해 기술한다.

다음은 RFID 태그로 사용될 안테나가 부착되는

물체의 크기에 따른 주파수의 변화를 알아보기 위해 먼저 태그용 다이폴 안테나를 유전 물질인 테프론 ( $\epsilon_r = 2.2$ ) 위에 부착하였을 때, 테프론 유전체의 크기 변화에 따른 주파수 특성을 계산하였다. 테프론의 크기가  $0.45 \times 0.03 \lambda$ 에서  $2 \times 2 \lambda$ 까지 변화시켰을 경우, 계산된 다이폴 안테나의 반사 계수와 방사 패턴 변화에 대한 계산 결과를 그림 6과 7에 각각 나타내었다.

그림 6의 시뮬레이션 결과로부터 알 수 있는 것처럼, 안테나가 부착될 테프론의 지판 크기가 커질수록 공진 주파수(900 MHz)는 저주파수로 이동한다. 이는 테프론의 유전율과 크기의 변화에 따른 관내 파장의 길이 변화에 기인하는 것이라 할 수 있다. 또한  $\epsilon_r = 4.6$ 이고 두께가 1.6 mm인 FR-4 기판 위에 설계된 다이폴 안테나의 공진 주파수와 이 안테나를 테프론 위에 부착하고 크기를  $2 \times 2 \lambda$ 까지 변화시켰을 때, 공진 주파수의 변화를 비교하여 보면, 공진 주파수는 약 30 MHz 정도 하향 편이하는 것을 알 수 있다. 또한 다이폴 안테나가 부착되는 테프론 지판의 크기가  $1 \times 1 \lambda$  이상일 경우에는 주파수 편이는 현저히 줄어들고, 반사계수의 특성이 다소 감소하고 있는 것을 알 수 있다.

이는 태그용 다이폴 안테나가 부착될 지판의 크기가  $1 \times 1 \lambda$  이상이면 안테나 자체의 관내 파장의 변화보다는 안테나의 지판 역할을 하여 임피던스의 변화가 적고 안정적으로 동작하기 때문이다. 그림 7의 결과는 900 MHz에서 계산한 방사 패턴의 변화를

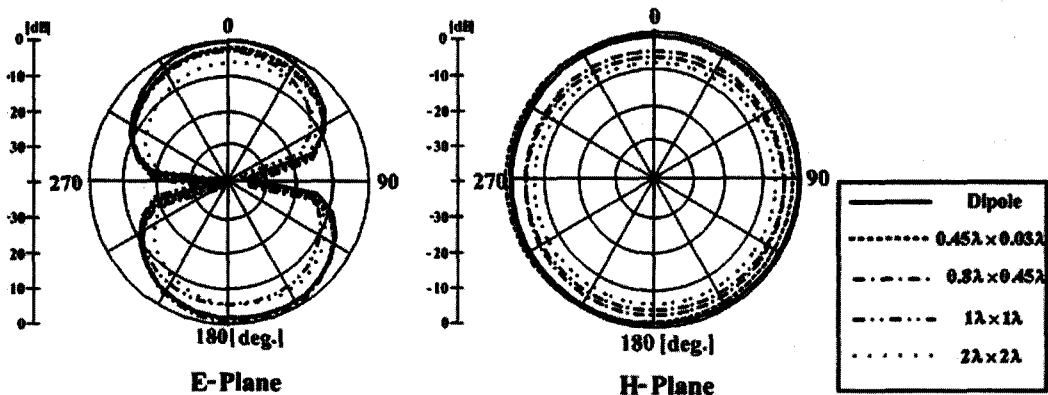


그림 7. 테프론 부착 지판의 크기 변화에 의한 다이폴 안테나의 계산된 방사 패턴  
Fig. 7. Calculated radiation pattern of dipole antenna by size variation of tefflon as backside plate.

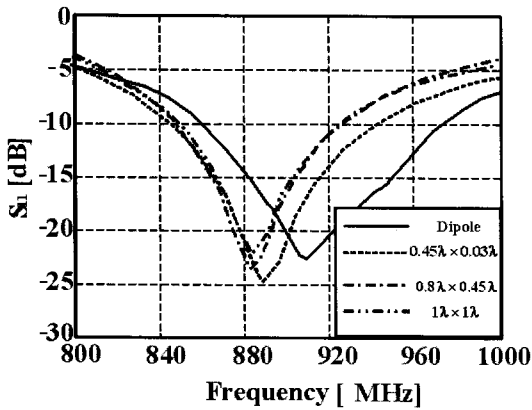


그림 8. 테프론 부착 지판의 크기 변화에 따른 다이폴 안테나의 측정된 반사 계수  
 Fig. 8. Measured reflection coefficients of dipole antenna with respect to size variation of teflon as backside plate.

나타내고 있으며, 일반적인 다이폴 안테나가 보이는 방사 패턴과 같음을 알 수 있다.

그림 8과 9는 각각 실제로 측정되어진 반사 계수와 방사 패턴을 나타낸 것이다. 실험에 있어서 사용된 지판 크기는 그림 6과 7의 결과로부터  $1 \times 1 \lambda$  가 지로 하였고, 측정된 결과는 시뮬레이션 결과와 유사한 특성을 보여주고 있다.

그림 8은 태그용 안테나가 부착될 지판의 종류가 테프론인 경우, 부착 지판의 크기 변화에 따른 반사 계수 특성을 나타내고 있다. 부착 지판이 없는 다이폴 안테나의 공진 주파수 910 MHz를 기준으로 안테

나의 후면에 부착 지판을 사용하였을 경우, 그림 6의 계산 결과와 같이 주파수가 하향 편이되는 현상을 확인할 수 있다. 부착 지판이 없는 다이폴 안테나와 비교하여 보면 약 1~3 dB 정도의 수신 신호 레벨 차이를 보였다. 이는 유전체를 부착한 경우, 지판이 커질수록 지판으로부터 반사되는 신호가 안테나의 임피던스에 영향을 주고 있음을 알 수 있다. 그림 9의 910 MHz에서 측정된 방사 패턴을 살펴보면, 지판의 크기에 대한 의존성이 적은 것으로 나타났으며, 방사 패턴의 신호 크기는 지판의 크기가 커질수록 신호 레벨이 다소 변화를 하고 있으며, 이는 부착 지판의 크기가 수신되는 전력에 영향을 받고 있음을 예측할 수 있다.

그림 10과 11은 부착 지판이 FR-4 ( $\epsilon_r=4.6$ )인 경우의 측정된 반사 계수와 910 MHz에서 측정된 방사 패턴 특성을 나타낸다. FR-4 유전체는 테프론보다 높은 유전율을 가지므로 주파수의 하향 편이 현상이 뚜렷이 나타나고 있다. 그림 11의 FR-4 부착 지판이 사용된 안테나 방사 패턴의 경우, 다이폴 안테나의 방사 패턴을 유지하고 있으나, 그림 9와 비교하여 보면, 부착 지판의 크기가 같더라도 유전율이 높으면 비교하고자 하는 동일 주파수에서의 임피던스 변화가 크기 때문에 반사계수뿐만 아니라 방사 패턴도 그림 9에서 보인 패턴보다는 열화된다는 것을 알 수 있다. 또한 부착 지판의 크기가 커질수록 방사 패턴의 모양이 부착 지판을 사용하지 않은 다이폴 안테나 패턴과 비교하여 방사 패턴이 변하는

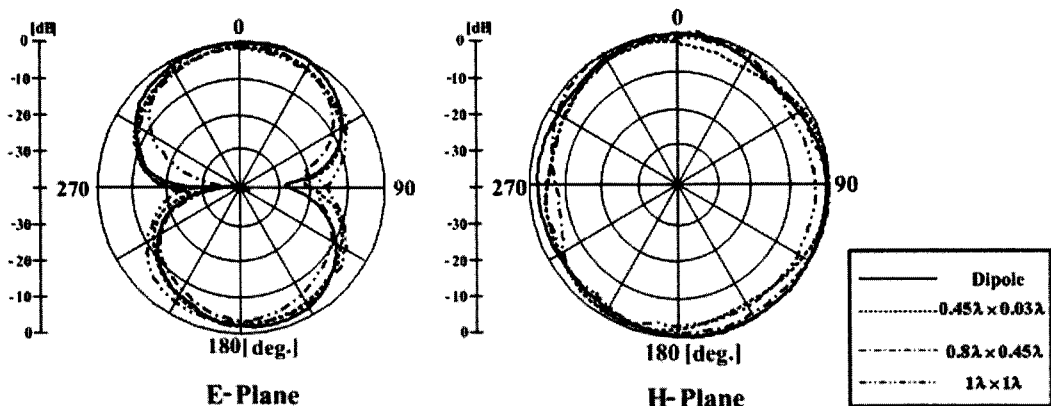


그림 9. 테프론 부착 지판의 크기 변화에 의한 다이폴 안테나의 측정된 방사 패턴  
 Fig. 9. Measured radiation pattern of dipole antenna by size variation of teflon as backside plate.

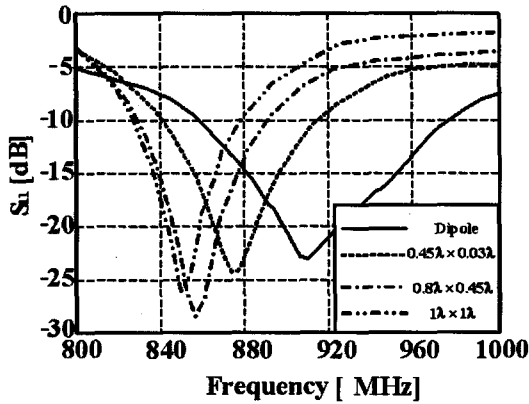


그림 10. 부착 지판 FR-4의 크기 변화에 따른 측정된 다이폴 안테나의 반사 계수 특성

Fig. 10. Measured dipole antenna reflection coefficients by size variation of the FR-4 backside plate.

것을 알 수 있다.

표 1은 910 MHz에서 계산된 다이폴 안테나의 이득 변화를 나타낸다. 부착 지판으로 고려된 테프론과 FR-4 유전체 모두 부착 지판의 크기에 따른 이득의 변화는 매우 작기는 하였으나, 그림 8과 11로부터 알 수 있는 것처럼, 지판의 크기에 따른 임피던스 변화 때문에 지판이 클수록 이득은 미미하기는 하나 감소하고 있는 것을 볼 수 있다. 또한 유전율이 높은 FR-4가 테프론보다 이득에 더 큰 영향을 주고 있다. 이는 FR-4의 비유전율이 테프론의 비유전율보다 큰 만큼 비교하고자 하는 동일 주파수인 910 MHz에서

표 1. 비유전율이 다른 유전체에 의한 계산된 이득 변화 특성(단위: dBi)

Table 1. Characteristics of calculated gain variation by dielectric materials with different permittivity.

	$0.45 \lambda \times 0.03 \lambda$	$0.8 \lambda \times 0.45 \lambda$	$1 \lambda \times 1 \lambda$
Teflon	1.36	1.34	1.30
FR-4	1.36	1.28	1.22

의 관내 파장 및 임피던스의 변화가 더 크게 발생하므로 테프론의 이득보다 다소 작은 것으로 사료된다.

### 3-2 도체와 자성체의 크기 변화에 따른 안테나 지향성 특성

도체는 전파를 반사하기 때문에, 안테나가 도체에 부착되었을 경우, 부착 지판인 도체에도 전류가 인가되어 원하는 주파수에서 안테나의 고유한 특성을 얻는 것은 불가능하다. 그러나 부착 지판과 다이폴 안테나 사이를 이격시키면, 원하는 주파수에서의 안테나 동작이 가능하다. 또한 지판의 크기에 따른 안테나의 특성 변화를 본 절에서 기술하고자 한다. 본 논문에서는 구리와 알루미늄에 대해 안테나 특성 변화를 측정하였다. 또한 도체 외에 자성 매질에 대한 안테나 특성 변화를 실험하기 위하여 페라이트를 부착 지판으로 사용하여 측정하였다. 사용된 지판은  $150 \times 10 \text{ mm} (0.45 \times 0.03 \lambda)$ ,  $260 \times 150 \text{ mm} (0.8 \times 0.45 \lambda)$ ,  $330 \times 330 \text{ mm} (1 \times 1 \lambda)$ 의 크기를 각각 가지는 구리(도전율:  $5.8 \times 10^7 \text{ mhos/m}$ )와 자성체인 페라이트 지판( $\epsilon_r =$

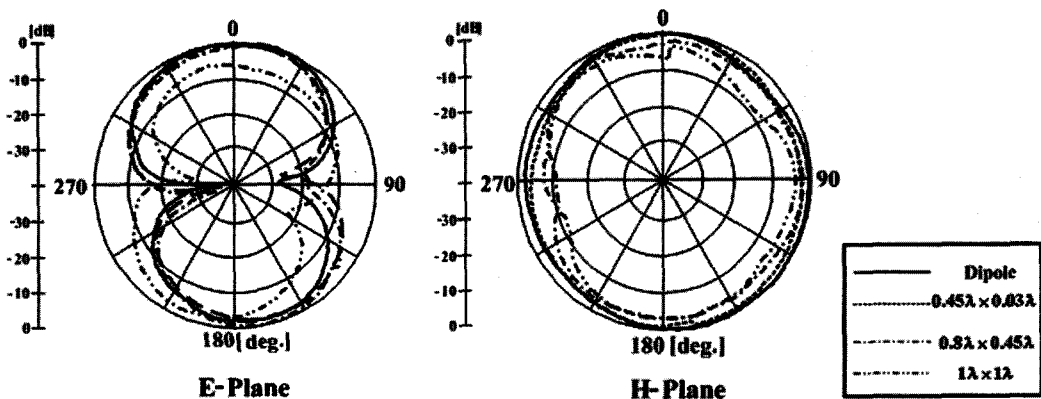


그림 11. 부착 지판 FR-4의 크기 변화에 따른 측정된 다이폴 안테나의 방사 패턴.

Fig. 11. Measured dipole antenna radiation pattern by size variation of the FR-4 backside plate.

12,  $\mu_r=1,000$ , 도전율: 0.01 mhos/m)을 사용하였다.

그림 12는  $150 \times 10$  mm( $0.45 \lambda \times 0.03 \lambda$ )의 도체인 구리를 부착 지판으로 사용하여 높이를 변화시키면서 측정한 반사 계수 특성을 나타낸다. 부착 지판인 구리에 안테나를 위치시키고 높이가 0 mm일 때, 신호가 전반사하여 안테나로 동작하지 않는다. 이는 도체의 지판에 의해 50 [ $\Omega$ ]으로 정합된 안테나의 임피던스 실수부가 0 [ $\Omega$ ]으로 변화하는 것에 기인하는 것으로 지판에 의해 안테나가 단락됨을 알 수 있다. 이는 다이폴 안테나로 수신되는 전류의 대부분은 지판으로 흘러버리기 때문이다<sup>[5]</sup>.

안테나가 부착 지판과 60 mm 이상의 거리를 가질 경우, 다이폴 안테나는 UHF 대역에서 VSWR 2 이하를 만족하면서 안테나로서 동작하게 된다. 안테나와 부착 지판의 거리가 60 mm 이상이 되면, 안테나의 공진 주파수는 다이폴 안테나의 원래 공진 주파수보다 낮은 주파수로 이동하게 된다. 이는 금속 지판에 의한 임피던스 변화에 기인하기 때문이다. 안테나와 금속 지판이 91 mm의 거리를 가질 경우, 안테나의 공진 주파수는 약 40 MHz의 주파수 천이가 나타나, 그림 12와 같이 870 MHz에서 약 -40 dB의 반사 계수를 나타낸다. 다이폴 안테나가 91 mm에서 가장 최적화된 특성을 보이는 것은 지판과 안테나 사이의 간격이 금속 지판에 의해 변화된 안테나의 공진 주파수인 870 MHz에서 1/4 파장과 거리가 거의 같으므로 안테나와 금속 사이에서의 위상이 서로 상쇄되어 신호의 반사가 나타나지 않는다. 한편 금속 지판

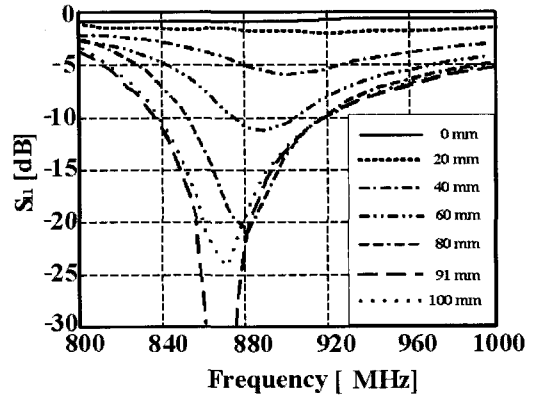


그림 12. 안테나와 금속 지판 사이의 거리에 의한 반사 계수의 변화

Fig. 12. Variation of return loss by distance between antenna and metal backside plane.

과 안테나 사이의 거리가 100 mm일 때, 거리가 1/4 파장보다 멀어져서 위상 차이가 생기면서 반사 계수 특성이 열화되는 것을 알 수 있다.

그림 13은 구리를 금속의 부착 지판으로 사용하고, 부착 지판의 크기를 변화하면서 방사 패턴을 측정하였다. 이때 다이폴 안테나의 측정 방사 패턴은 910 MHz, 안테나와 부착 지판 사이의 거리는 91 mm로 고정하였다. 지판의 크기( $0.45 \times 0.03 \lambda$ )인 구리 지판 위에 태그 안테나를 부착하였을 경우는 다이폴 안테나만의 패턴과 유사한 모양을 보였으나 지판의 크기가 커짐에 따라 패턴의 변형이 심하게 생겼고, 이는 안테나의 고유 패턴보다는 지판의 크기가 커짐

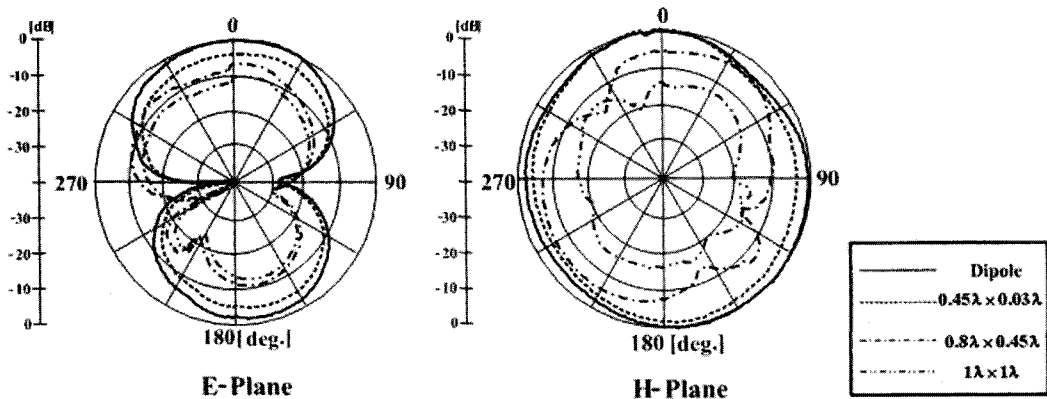


그림 13. 지판이 구리일 때의 방사 패턴

Fig. 13. Radiation pattern of backside plane with copper.

에 따라 공진 주파수가 하향 편이와 안테나를 통과한 수신 전파가 지판에 의한 반사로부터 야기된 현상이라 사료된다. 또한 태그 안테나의 부착 면이 도체인 경우는 후엽이 보이지 않는 것이 정상이지만, 유한한 지판의 크기로부터 전파의 회절 현상으로부터 후엽이 생기는 것을 볼 수 있다<sup>6)</sup>. 따라서 태그를 부착할 때에는 부착 지판의 크기를 반드시 고려하여 방사 패턴을 계산할 필요가 있다.

그림 14는 자성체인 페라이트 매질을 지판으로 사용하여 수신 전력과 방사 패턴의 변화를 나타낸 것이다. 지판이 도체인 경우 영향을 많이 받았던 다이폴 안테나는 자성체인 페라이트에 의해서는 큰 특성 변화를 보이지 않음을 알 수 있지만 수신 신호의 레벨은 지판이 커질수록 지판을 사용하지 않았을 때의 크기와 비교하여 -5 dB 정도 열화하는 현상을 나타내고 있다. 원인은 그림 13에서 언급한 것과 유사한 현상으로 사료된다. 따라서 유전 손실 및 투자 손실이 큰 물질에 태그를 부착할 경우는 방사 패턴의 손실을 고려한 설계가 필요한 것으로 판단된다.

표 2는 안테나와 지판 사이의 높이가 91 mm일 때 910 MHz에서 측정된 이득의 변화를 나타낸다.

구리 부착 지판을 사용한 다이폴 안테나의 이득은 지판을 사용하지 않은 다이폴 안테나만의 측정 이득 1.36 dBi와 비교하여 지판의 영향으로부터 이득이 감소하고 있다. 한편, 자성체인 페라이트를 부착 지판으로 한 것과 비교하여 보면 최대 약 3 dBi 정도의 차이를 보이고 있으며, 지판의 크기가 커질수록 이

표 2. 도체 및 자성체에 따른 이득 변화 특성(단위: dBi)

Table 2. Characteristic of changed gain according to metal and magnetic substance.

	0.45 λ×0.03 λ	0.8 λ×0.45	1 λ×1 λ
Copper	-0.31	-2.52	-4.91
Ferrite	0.70	-1.52	-1.74

득의 감쇠 현상은 두드러짐을 알 수 있다. 이를 개선하기 위해서는 설계 단계에서부터 태그를 부착하고자 하는 지판의 크기에 대한 파라미터를 고려하여야만 할 것이다. 본 논문에서는 지판의 종류, 크기 및 높이에 따른 태그 안테나의 영향을 측정을 통해 성능을 평가하는 것까지로 하고, 지판의 파라미터에 적합한 설계는 금후 과제로 한다.

#### IV. 결 론

본 논문에서는 900 MHz 대역의 RFID 태그용 다이폴 안테나의 부착 지판에 의한 특성 변화를 알아보기 위해 유전체 기판 위에 다이폴 안테나를 설계하였다. 설계·제작된 다이폴 안테나는 910 MHz에서 공진하였고, VSWR 2를 기준으로 약 130 MHz의 대역폭을 가졌다. 이 안테나를 전기적 특성이 다른 매질에 부착했을 때, 부착된 매질의 종류, 크기 및 높이의 변화에 따라 안테나의 성능이 변화되는 것을 실험적으로 평가하였다. 안테나가 유전체의 표면에 부착되었을 경우, 수신 전력 레벨의 차이는 지판을 사

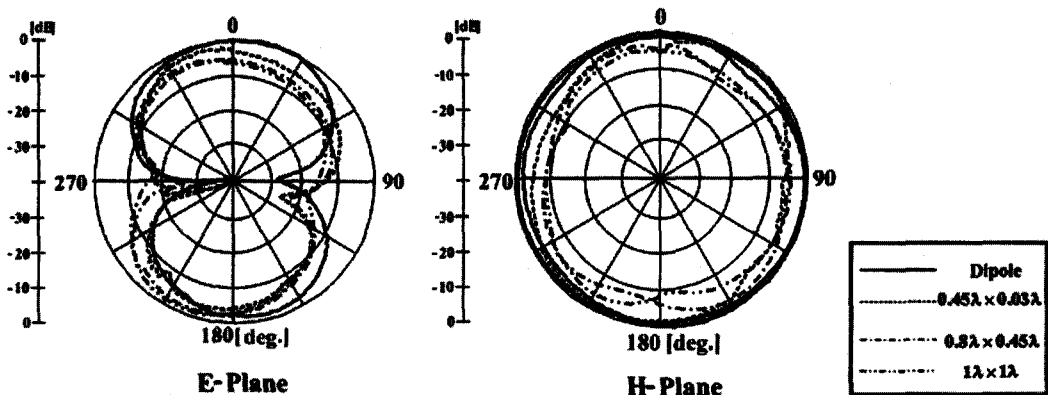


그림 14. 지판이 페라이트일 때의 방사 패턴  
Fig. 14. Measured radiation pattern of backside plane with ferrite.



용하지 않은 다이폴 안테나와 비교하여 유전율의 영향으로 주파수 편이가 생겨 약 1~3 dB 정도의 차이를 보였고, 방사 패턴은 다이폴 안테나의 방사 패턴을 유지하고 있으나, 지판의 크기에 의한 주파수 편이 현상이 나타났다. 또한 설계된 다이폴 안테나를 도체나 자성체에 부착했을 경우, 안테나와 금속 지판 사이의 거리에 의한 주파수 편이와 위상차 때문에 지판을 사용하지 않은 경우와 비교하여 약 5 dB 이상의 수신 전력 레벨의 차이를 관측하였다. 결론적으로 태그 안테나는 부착하고자 하는 매질에 따라 특성이 변하는 것을 실험적으로 확인하였으며, 유전체, 자성체, 도체의 순으로 특성 변화가 큰 것을 알았다. 이 연구의 결과를 바탕으로 태그 안테나를 부착하고자 하는 지판의 파라미터에 적합하게 설계하는 기법은 금후의 연구과제로 두고자 한다.

### 참 고 문 헌

- [1] 윤영중, "RFID 기술 동향", 한국전자과학회논문지, 16 (3), pp. 1-2, 2005년 7월.
- [2] 표철식, 채종석, 김창주, "RFID 시스템 기술", 한국전자과학회논문지, 15(5), pp. 21-31, 2004년 4월.
- [3] P. Foster, R. Burberry, "Antenna problems in RFID systems", *IEE Colloquium on RFID Technology*, no. 123, pp. 3/1-3/5, Oct. 1999.
- [4] K. Finkenzeller, *RFID Handbook*, London, U.K.: Wiley, 1999.
- [5] P. Raunonen, L. Sydäänheimo, L. Ukkonen, M. Keskilampi, and M. Kivikoski, "Folded dipole antenna near metal plate", in *Proc. IEEE Antennas and Propagation Society International Symposium*, Columbus, OH, vol. 1, pp. 848-851, 2003.
- [6] K. R. Carver, J. W. Mink, "Microstrip antenna technology", *IEEE Trans. Antennas Propag.*, vol. AP-29, no. 1, pp. 2-4, Jan. 1981.

### 민 경 식



1989년 2월: 한국해양대학교 전자통신공학과 (공학사)  
 1991년 2월: 한국해양대학교 전자통신공학과 (공학석사)  
 1996년 2월: 일본동경공업대학교 전기전자공학과 (공학박사)  
 1997년 3월~현재: 한국해양대학교

전파공학과 부교수

[주 관심분야] RFID, MIMO 안테나, 위성통신 및 이동통신용 안테나, 초고주파 회로용 프로그램 등

### 김 진 우



2004년 2월: 한국해양대학교 전파공학과 (공학사)  
 2007년 2월: 한국해양대학교 전파공학과 (공학박사)  
 2007년 3월: ACE 안테나 입사  
 [주 관심분야] RFID Tag 안테나 설계