

# 대역폭 확장 특성을 갖는 소형 RFID 태그 안테나

## A Small RFID Tag Antenna with Bandwidth-Enhanced Characteristic

이우성 · 장기훈 · 윤영중 · 이병무\*

Woosung Lee · Kihun Chang · Young Joong Yoon · Byoung Moo Lee\*

### 요 약

본 논문에서는 대역폭이 확장된 특성을 가지는 UHF 대역 수동형 RFID 태그를 제안하였다. 제안된 안테나는 미앤더 안테나의 구조를 사용하여 소형화 특성을 얻었으며, 두 개의 방사체를 이용하여 이중 공진을 발생시킴으로써 대역폭 확장의 특성을 얻었다. 두 방사체의 위치 및 길이를 조절하여 제안된 안테나는 스미스 차트 상에서 임의의 임피던스 지점에서 이중 공진을 만들 수 있었으며, 넓은 대역에서 태그 칩과 정합을 이룰 수 있었다. 또한 시뮬레이션 및 측정을 통하여 제안된 안테나가 하나의 공진을 가지는 태그 안테나보다 대역폭이 확장되었음을 확인하였다.

### Abstract

In this paper, a small RFID tag antenna in UHF band which has bandwidth-enhanced characteristic is proposed. The shape of the proposed antenna is a meander antenna to have size-reduced characteristic, and it consists of two radiators which make dual resonance in adjacent frequency to enhance bandwidth. By adjusting length and location of each radiator, the proposed antenna can make dual resonance at arbitrary location on the Smith chart, which is able to make impedance matching with RFID tag chip in wide frequency range. And it is apparent that the proposed antenna can have bandwidth-enhanced characteristic according to the simulated and measured results.

Key words : RFID Tag Antenna, Small Antenna, Dual-Resonance Antenna

### I. 서 론

RFID란 RF 신호를 사용하여 객체들을 식별하는 비접촉 식별 기술로서 기존의 바코드 시스템의 느린 인식 속도와 저장 능력을 개선하여 유비쿼터스 컴퓨팅 환경을 구축하기 위한 핵심 기술이다. RFID 시스템은 태그, 리더, 호스트로 구성되어 있으며, 태그의 경우 긴 인식거리와 무지향성 패턴, 그리고 저가화 및 소형화의 특성이 요구된다.

태그의 인식거리를 최대로 늘리기 위해서는 안테나의 효율도 중요하지만, 태그 안테나로부터 태그

칩으로 손실 없이 최대한의 전력이 전달되어야 한다. 그렇기 때문에 태그 안테나와 태그 칩 사이의 임피던스 정합은 매우 중요한 문제이다. 더욱이 상용화된 태그 칩의 경우 임피던스가 50 Ω에 맞추어져 있지 않기 때문에, 최대한의 전력을 전달하기 위해서는 태그 칩의 임피던스와 공액(conjugate)이 되는 값에 안테나의 임피던스를 맞추어야 한다. 이러한 조건을 맞추기 위해 최근 안테나의 구조에 따른 임피던스에 관련된 논문들이 제안되고 있다<sup>[1],[2]</sup>.

또한 UHF 대역 RFID 태그의 경우, 자유 공간에서 반파장 다이폴 안테나의 길이가 약 16.5 cm이기 때

「본 연구는 정보통신부 및 정보통신연구진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업의 연구 결과로 수행되었음(IITA-2005-C1090-0502-0012).」  
연세대학교 전기전자공학과(Department of Electrical & Electronic Engineering, Yonsei University)

\*삼성전자 정보통신총괄(Telecommunication Network, Samsung Electronics Co.)

· 논문 번호 : 20060308-020

· 수정완료일자 : 2006년 5월 19일

문에 소형 태그를 제작하기 위해서는 안테나의 소형화가 필수적이다<sup>[3]-[5]</sup>. 그러나 안테나가 소형화되면 안테나의 방사 저항이 작아지고 리액턴스가 커지게 되어 대역폭이 감소하고 정합을 하기가 어렵다는 단점이 발생한다. 태그 안테나의 경우 주변 물체에 따라 중심 주파수가 변할 수 있다는 점을 고려할 때, 태그 안테나는 주파수 변화에 따른 성능 저하를 최소화 할 수 있도록 충분한 대역폭을 가져야 한다<sup>[6]</sup>.

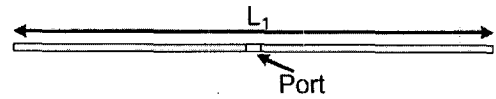
소형 안테나의 대역폭을 확장하는 방법 중 하나는 다중 공진을 이용하는 방법이다. 하나의 안테나에 길이가 다른 방사체를 넣어 안테나는 여러 주파수에서 공진을 일으킬 수 있으며, 이때 각각의 길이를 잘 조절하면 대역폭을 향상시킬 수 있는 안테나를 제작할 수 있다<sup>[7]</sup>. 그러나 지금까지 제안된 다중 공진 안테나의 경우 모두 50 옴을 기준으로 정합을 하고 있기 때문에 태그 칩과 공액 정합을 해야 하는 태그 안테나에는 적용을 할 수가 없다. 따라서 넓은 대역폭을 가지는 태그 안테나를 얻기 위해서는, 태그 칩의 임피던스의 공액 값에서 다중 공진을 발생시킬 수 있는 안테나가 필요하다.

따라서 본 논문에서는 임의의 임피던스 값에서 이중 공진을 만들 수 있는 태그 안테나를 제안하였다. 제안된 안테나는 소형화 특성을 얻기 위하여 미앤더 안테나를 이용하였으며 두 개의 방사체를 이용하여 이중 공진을 발생시켰다. 또한, 두 방사체의 형태와 길이 및 위치를 조절함으로써 제안된 안테나는 스미스 차트 상의 임의의 지점에서 이중 공진을 만들 수 있으며, 하나의 방사체만 가지는 태그 안테나보다 대역폭을 확장시킬 수 있다.

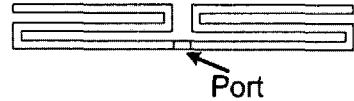
## II. 태그 안테나의 임피던스 특성

### 2-1 기본적인 태그 안테나의 임피던스 특성

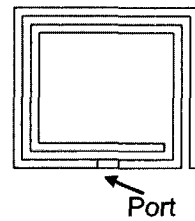
그림 1은 반파장 다이폴 안테나 및 변형된 형태의 다이폴 안테나를 나타낸다. 먼저 다이폴 안테나의 길이에 따른 특성을 알기 위해 그림 2(a)와 같이 그림 1(a)에 나타난 다이폴 안테나의 길이( $L_1$ )를 변화시키면서 스미스 차트 상의 임피던스 특성을 관찰하였다. 그림 2(a)에서 알 수 있듯이 다이폴 안테나는 길이를 조정하여도 중심 주파수만 변할 뿐 스미스 차



(a) 반파장 다이폴 안테나  
(a) A dipole antenna



(b) 미앤더 안테나  
(b) A meander antenna



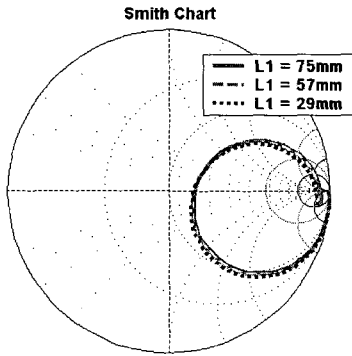
(c) 소형 루프 다이폴 안테나  
(c) A small loop dipole antenna

그림 1. 여러 가지 형태의 변형된 다이폴 안테나  
Fig. 1. Various shapes of modified dipole antennas.

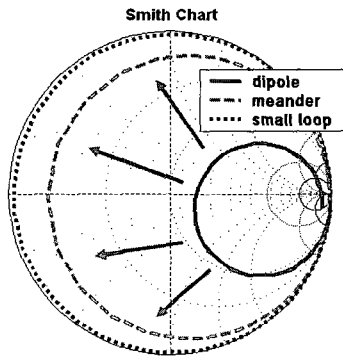
트 상에서 임피던스가 이동하는 궤적에는 변화가 거의 없다.

다음으로 안테나가 소형화되면서 나타나는 임피던스 특성에 대해 연구하였다. 그림 1(b), (c)는 대표적인 변형된 형태의 다이폴 안테나이며 각각 미앤더 안테나와 소형 루프 다이폴 안테나이다<sup>[4],[8]</sup>. 이 두 가지 형태의 안테나들은 공통적인 특징을 갖는데, 안테나가 소형화됨에 따라 방사 저항이 작아져서 효율이 떨어지고, 리액턴스가 커지면서 대역폭이 감소하게 된다는 것이다. 본 논문에서는 주로 방사 저항 측면에서 분석을 하였으며, 그림 2(b)에 나타난 것과 같이 방사 저항이 작아질수록 안테나의 임피던스 궤적은 커다란 원을 그리게 된다. 이러한 안테나들도 다이폴 안테나와 마찬가지로 안테나의 길이가 변하여도 중심 주파수만 이동할 뿐 스미스 차트 상의 임피던스 궤적은 일정하게 유지된다.

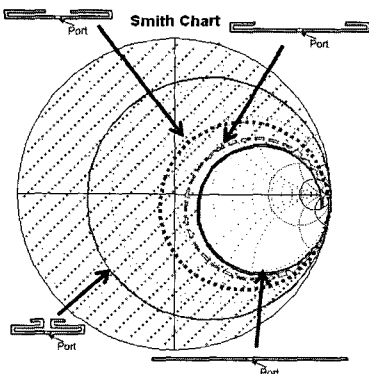
그림 2(c)는 반파장 다이폴 안테나의 크기가 작아짐에 따른 스미스 차트 상의 임피던스 변화를 나타낸 그림이다. 그림 2(c)는 그림 2(b)와 유사한 결과를 나타내는데, 안테나가 소형화 될수록 안테나의 방사



(a) 다이폴 안테나의 길이에 따른 임피던스 변화  
(a) Impedance variation according to the length of the dipole antenna



(b) 안테나의 모양에 따른 임피던스 변화  
(b) Impedance variation according to the shape of the antenna



(c) 안테나의 크기가 작아짐에 따른 임피던스 변화  
(c) Impedance variation as the antenna becomes small

그림 2. 반파장 다이폴 안테나의 변형에 따른 임피던스 변화

Fig. 2. Impedance variation according to modification of a dipole antenna.

저항은 작아지게 되며 임피던스 궤적은 커지게 된다. 앞의 결과를 종합하여 볼 때 안테나는 소형화가 될수록 방사 저항이 작아져 임피던스 궤적이 커지게 되며, 이러한 성질을 이용하면 안테나의 크기를 조절하여 그림 2(c)에 빗금 친 부분의 임피던스 값을 얻을 수 있게 된다.

## 2-2 이중 공진 다이폴 안테나

안테나의 중심 주파수는 안테나의 공진 길이와 관련이 있다. 그러므로 안테나는 또 다른 방사체를 추가함으로써 이중 공진을 발생시킬 수 있다. 따라서 이번 절에서는 두 개의 방사체를 가지는 다이폴 안테나의 임피던스 특성에 대하여 연구하였다.

이중 공진 다이폴 안테나의 구조는 그림 3에 나타나 있다. 안테나는 거의 유사한 길이를 가지는 두 개의 방사체를 가지고 있으며, 그것들에 의해 두 개의 근접한 주파수에서 공진이 발생하게 된다. 그림 4(a)는 그림 3의 안테나의 임피던스를 나타내며, 이중 공진이 발생함을 확인할 수 있다. 만약 두 방사체 길이의 차이가 커지게 되면, 두 공진 주파수는 점점 멀어지게 되며 스미스 차트 상의 이중 공진 궤적에 영향을 주게 된다. 그림 4(b)는 두 방사체의 길이 차 ( $\Delta L_1$ )가 변함에 따른 임피던스 특성을 나타내는데,  $\Delta L_1$  값이 커질수록 이중 공진 궤적이 커짐을 알 수 있다.

그림 3의 안테나에서 두 방사체가 연결된 지점 사이의 간격( $\Delta L_2$ )은 두 방사체 모두에 공유되는 부분이다. 따라서 이 부분을 제외한  $L_1$  부분에 의하여 이중 공진이 발생하게 된다. 이러한 특징은 그림 4(c)에 나타나 있다. 그림 4(c)는  $L_1$ 과  $\Delta L_1$ 의 값을 고정시키고  $\Delta L_2$  값의 변화에 따른 임피던스를 나타낸다. 이때  $\Delta L_2$  값이 증가함에 따라 안테나 전체의 크기( $Ant_x$ )가 증가하게 되어 안테나가 50  $\Omega$ 에 정합

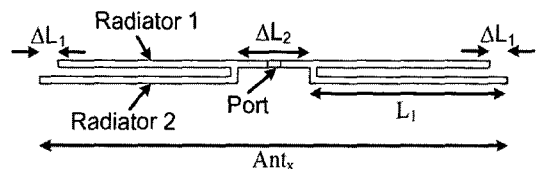


그림 3. 이중 공진 다이폴 안테나의 구조  
Fig. 3. Geometry of a dual-resonance dipole antenna.

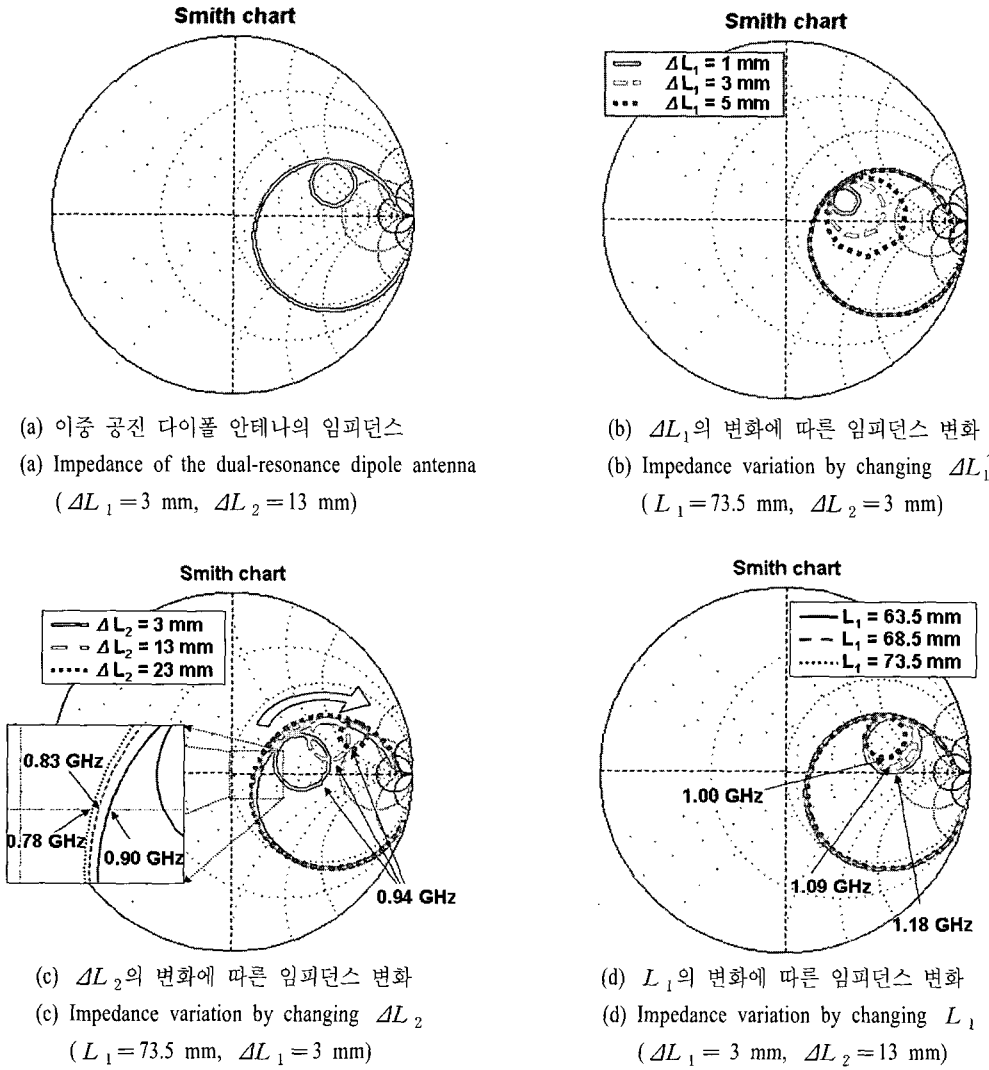


그림 4. 이중 공진 다이폴 안테나의 임피던스 변화  
Fig. 4. Impedance variation of dual-resonance dipole antenna.

을 이루는 주파수는 0.90 GHz, 0.83 GHz, 0.78 GHz로 점점 낮아지게 된다. 반면  $L_1$  값은 고정되어 있기 때문에 이중 공진이 발생하는 주파수는 0.94 GHz로 일정하게 유지된다.

그림 4(d)는  $\Delta L_1$  값과  $\Delta L_2$  값을 고정시킨 후  $L_1$  값을 변화시키면서 임피던스를 관찰한 그래프이며,  $\Delta L_2$ 에 의한 이중 공진 궤적의 특징을 잘 나타내 준다. 그림 4(d)의 결과에 따르면  $L_1$ 이 증가될수록 이중 공진이 발생하는 주파수는 감소하지만 이중 공진 궤적의 위치가 거의 일정하게 유지된다. 이것은  $\Delta L_2$ 의 크기는 고정시키고  $L_1$ 의 값을 증가시켰

기 때문이며, 그림 4(c)에서  $\Delta L_2$ 의 값이 증가함에 따라 이중 공진 궤적이 화살표 방향으로 이동하는 결과와 비교해 볼 때  $\Delta L_2$  값이 이중 공진 궤적의 위치를 결정한다는 것을 알 수 있다.

앞의 결과를 종합해 보면 그림 3의 이중 공진 다이폴 안테나는 두 방사체 길이간의 차이( $\Delta L_1$ )를 조정하여 이중 공진 궤적의 크기를 조절할 수 있으며,  $L_1$  부분의 길이에 따라 이중 공진이 발생하는 주파수를 결정할 수 있고, 두 방사체의 연결지점간의 간격( $\Delta L_2$ )을 조정하여 스미스 차트 상에서의 위치를 조절할 수 있다. 또한 그림 2(c)에 나타나듯이 태그 안

태나가 소형화됨에 따라 안테나는 그림 2(c)에서 빗금 친 부분의 임피던스를 얻을 수 있다. 따라서 이러한 특성들을 잘 조합함에 따라서, 안테나는 스미스 차트 상의 임의의 지점에서 이중 공진을 형성할 수 있으며, 태그 칩의 임피던스의 공액 값에서 이중 공진을 형성할 경우 태그 안테나의 광대역 특성을 가지게 해준다.

### III. 제안된 태그 안테나

#### 3-1 설계 방법

제안된 태그 안테나의 구조는 그림 5(a)에 나타나 있다. 안테나는 유전율이 3.9 이고( $\epsilon_r=3.9$ ) 두께가 50  $\mu\text{m}$ 인 flexible polyester 기판을 이용하였으며, 상용 툴인 Zeland사의 IE3D를 사용하여 설계되었다. 그림 5에서 나타나듯이 제안된 안테나는 두 개의 미앤더 안테나로 구성되어 있다. 그리고 두 안테나간의 길이 차이는  $\Delta L_1 + S$ 이며 안테나의 전체 길이에 비해 상당히 작은 값을 가지고 있다.

본 논문에서는 임의의 임피던스에서 정합이 되는 안테나를 제안하기 위하여 UHF 대역인 911 MHz에서 태그 칩이  $Z_{chip} = 25 - j100$   $\Omega$ 의 임피던스 값을 가진다고 가정을 하였다. 따라서 제안된 안테나는  $25 + j100$   $\Omega$  주위에서 이중 공진이 발생하도록 설계 되었으며, 이때 최적화된 안테나의 변수 값들은 표 1에 나타나 있다. 제안된 태그 안테나가 대역폭이 확

표 1. 제안된 안테나의 변수 값

Table 1. Design parameters of the proposed antenna.

변수	길이 (mm)
$Ant_x$	97.2
$Ant_y$	11
$L_1$	42.3
$\Delta L_1$	2.8
$\Delta L_2$	29
$S$	1

장되었음을 확인하기 위해서, 본 논문에서는 하나의 방사체만 가지는 태그 안테나(reference antenna)를 기준으로 하여 제안된 태그 안테나의 임피던스 특성 및 정재파비(VSWR)를 비교하였다. 기준이 되는 안테나는 제안된 태그 안테나에서 추가적인 방사체가 제거된 형태이고 그림 5(b)에 나타나 있다.

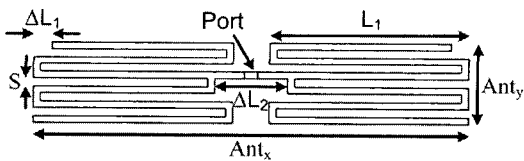
#### 3-2 측정 결과

그림 6은 제안된 태그 안테나와 기준이 되는 태그 안테나의 임피던스 및 정재파비 특성을 나타낸다. 그림 6(a)의 스미스 차트 상에는 임의로 가정한 태그 칩 임피던스의 공액 값( $Z_{chip}^* = 25 + j100$   $\Omega$ )이 표시되어 있으며 그 주위로 정재파비(VSWR)가 2인 경우의 원이 나타나 있다. 태그 안테나가 태그 칩에 연결이 되었을 경우 반사계수 및 정재파비는 식 (1)과 (2)를 사용하여 계산할 수 있다.

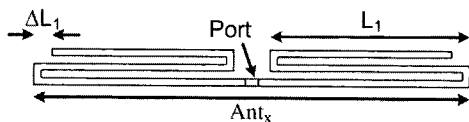
$$\Gamma = \frac{Z_A - Z_{chip}^*}{Z_A + Z_{chip}^*} \quad (1)$$

$$VSWR = \frac{1 + |\Gamma|}{1 - |\Gamma|} \quad (2)$$

일반적인 태그 안테나의 경우 평형 구조(balanced type)이기 때문에 직접적으로 네트워크 분석기(vector network analyzer)에 연결을 할 수가 없다. 이러한 태그 안테나의 임피던스를 측정하기 위하여 본 논문에서는 영상법(method of image)을 사용하였다. 이때 정확한 임피던스 값을 측정하기 위하여 SMA 커넥터에 의한 지연(delay)을 보상에 주었으며, 또한 영상법에 의해 절반으로 줄어든 안테나의 임피던스를 보상하기 위해 측정된 임피던스 값을 두 배로 증가시켰다.

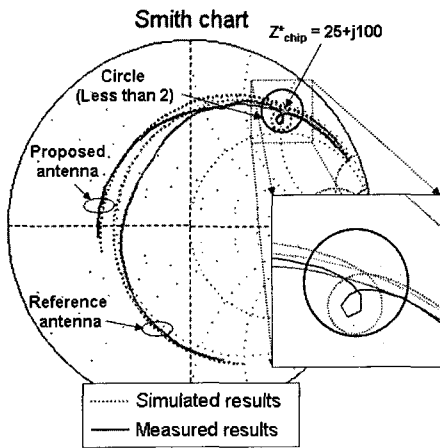


(a) 제안된 안테나의 구조  
(a) Geometry of the proposed antenna

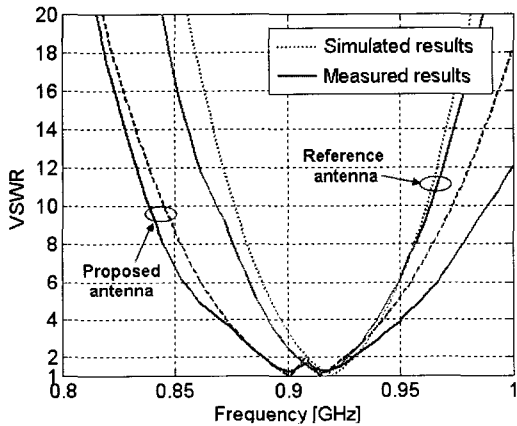


(b) 기준 안테나의 구조  
(b) Geometry of the reference antenna

그림 5. 안테나의 구조  
Fig. 5. Geometry of the antenna.



(a) 임피던스  
(a) Impedance



(b) 정재파비  
(b) VSWR

그림 6. 제안된 안테나와 기준 안테나의 시뮬레이션 및 측정 결과

Fig. 6. Simulated and measured results of the proposed antenna and the reference antenna.

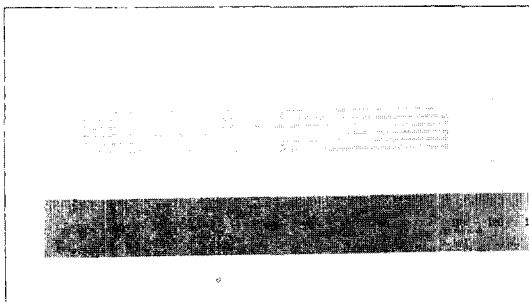


그림 7. 제작된 안테나의 사진  
Fig. 7. Picture of the fabricated antenna.

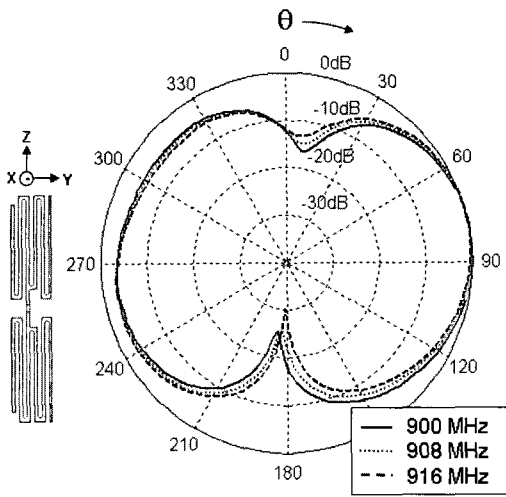
표 2. 제안된 안테나와 기준 안테나의 시뮬레이션 및 측정 결과

Table 2. Simulated and measured results of the proposed antenna and the reference antenna.

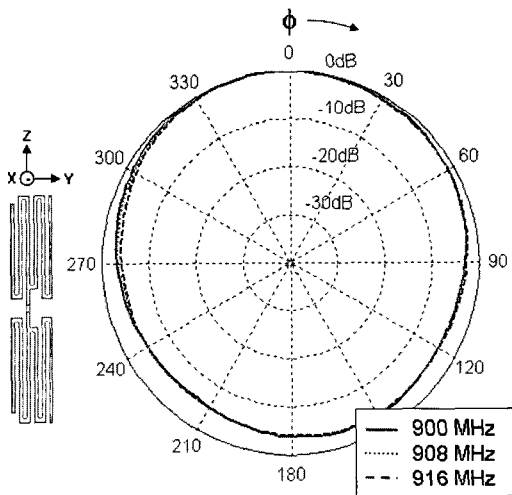
Type	Simulated results		Measured results	
	Center frequency	Bandwidth	Center frequency	Bandwidth
Proposed antenna	908 MHz	36 MHz (4.0 %)	908 MHz	40 MHz (4.4 %)
Reference antenna	918 MHz	20 MHz (2.2 %)	915 MHz	22 MHz (2.4 %)

제작된 안테나는 그림 7에 나타나 있으며, 제작된 안테나의 임피던스 및 정재파비는 그림 6에 표시하였다. 이때 점선은 시뮬레이션 결과를 실선은 측정 결과를 나타낸다. 안테나는 제안된 안테나 및 기준 안테나 두 가지가 제작되었으며, 각각 시뮬레이션 결과와 거의 일치한 결과를 얻을 수 있었다. 그림 6(a)에서 나타나듯이 제안된 안테나는 태그 칩 임피던스의 공액 값에서 이중 공진이 발생하였으며, 정재파비가 2인 원 안에 포함됨을 확인할 수 있다. 또한 그림 6(b)에서는 제안된 안테나가 기준 안테나보다 대역폭이 확장되었음을 확인할 수 있다. 제안된 안테나와 기준 안테나의 대역폭 및 중심 주파수는 표 2에 나타나 있으며, 제안된 안테나가 약 두 배 정도의 대역폭을 가짐을 알 수 있다.

태그 안테나의 성능은 인식거리를 측정함으로써 알 수 있다. 그러나 이번 논문에서는 임의의 임피던스를 가지는 태그 안테나를 설계하였으며, 추후 태그 칩과 연결하여 인식거리를 측정할 예정이다. 따라서 제작된 안테나는 무반사 챔버에서 패턴이 측정되었다. 영상법을 이용하여 패턴을 측정할 경우 접지면이 무한대가 아니기 때문에 제안된 안테나의 패턴을 정확히 측정할 수가 없다. 따라서 본 논문에서는 제안된 안테나의 패턴을 측정하기 위해 발룬(balun)을 사용하였다. 발룬을 사용할 경우 제안된 안테나의 임피던스가 변하고 이에 따라 이득 값이 바뀌기 때문에 측정된 방사 패턴은 최댓값으로 정규화 시켜 표현하였으며, 그 값은 그림 8에 나타나 있다. 방사 패턴은 900 MHz, 908 MHz, 916 MHz 세 주파수에서 E면 패턴( $\phi=0^\circ$ )과 H면 패턴( $\theta=90^\circ$ )이 각각 측정되었으며, 다이폴 안테나와 유사한 형태의 방사 패턴을 가졌다.



(a) E면 패턴 ( $\phi=0^\circ$ )  
(a) E-plane pattern ( $\phi=0^\circ$ )



(b) H면 패턴 ( $\theta=90^\circ$ )  
(b) H-plane pattern ( $\theta=90^\circ$ )

그림 8. 제안된 안테나의 방사 패턴  
Fig. 8. Radiation pattern of the proposed antenna.

그림 8(a)의 패턴에서 좌측과 우측의 최대값이 같지 않는데, 이것은 발룬과 커넥터가 좌측 방향으로 위치하였기 때문에 발생한 패턴 오차라 사료된다. 그리고 측정된 안테나의 방사 패턴과 시뮬레이션을 통한 안테나의 이득을 고려할 때, 제안된 안테나는 약 2 dBi 정도의 이득을 가짐을 확인하였다.

#### IV. 결론

본 논문에서는 이중 공진을 이용하여 대역폭이 확장된 소형 RFID 태그 안테나를 제안하였다. 제안된 안테나는 두 개의 미앤더 안테나가 결합된 형태이며 두 방사체의 길이 및 위치를 조절함으로써 스미스 차트 상의 임피던스의 지점에서 이중 공진을 형성할 수 있다. 태그 안테나는 유전율이 3.9 이고 ( $\epsilon_r=3.9$ ) 두께가  $50 \mu\text{m}$ 인 flexible polyester 기판에 제작이 되었으며, 제작된 태그 안테나는 영상법을 이용하여 임피던스가 측정되었다. 이때 태그 안테나의 정확한 임피던스 값을 구하기 위하여 SMA 커넥터 및 영상법에 의한 임피던스 변화를 보상해 주었으며, 그 결과 측정 결과와 시뮬레이션 결과는 거의 일치함을 알 수 있었다. 또한, 두 결과를 분석하였을 때 제안된 안테나는 기준 안테나보다 약 두 배 정도의 대역폭을 가짐을 알 수 있었다. 그리고 측정된 방사 패턴을 통해 제안된 안테나는 다이폴 안테나와 유사한 방사 패턴을 가짐을 확인하였다.

#### 참고 문헌

- [1] X. Qing, N. Yang, "A folded dipole antenna for RFID", *IEEE Antennas and Propagation Society International Symposium*, vol. 1, pp. 97-100, Jun. 2004.
- [2] Y. Tikhov, J. H. Won, "Impedance-matching arrangement for microwave transponder operating over plurality of bent installations of antenna", *Electronics Letters*, vol. 40, pp. 574-575, May 2004.
- [3] 조치현, 추호성, 박익모, 김영길, "UHF 대역 수동형 RFID 태그 안테나 설계", *한국전자과학회논문지*, 16(9), pp. 872-882, 2005년 9월.
- [4] G. Marrocco, A. Fonte, and F. Bardati, "Evolutionary design of miniaturized meander-line antenna for RFID applications", *IEEE Antennas and Propagation Society International Symposium*, vol. 2, pp. 362-365, Jun. 2002.
- [5] M. Keskilammi, M. Kivikoski, "Using text as a meander line for RFID transponder antennas", *Antennas and Wireless Propagation Letters*, vol. 3, pp. 372-374, 2004.
- [6] C. Cho, H. Choo, and I. Park, "Broadband RFID tag

antenna with quasi-isotropic radiation pattern", *Electronics Letters*, vol. 41, pp. 1091-1092, Sep. 2005.

[7] K. Chang, H. Kim, and Y. J. Yoon, "A triple-band printed dipole antenna using parasitic elements", *Microwave and Optical Technology Letters*, vol. 47,

no. 3, pp. 228-230, Nov. 2005.

[8] 장기훈, 박상일, 윤영중, "UHF 대역 RFID 트랜스폰더용 사각 나선 모양의 소형 안테나", *춘계 마이크로파 및 전파전파 학술대회*, 28(1), pp. 161-164, 2005년 5월.

이 우 성



2005년 2월: 연세대학교 기계전자공학부 (공학사)  
2005년 3월~현재: 연세대학교 전기전자공학과 석사과정  
[주 관심분야] Reconfigurable 안테나, RFID, 소형 안테나

윤 영 중



1981년 2월: 연세대학교 전자공학과 (공학사)  
1986년 2월: 연세대학교 전자공학과 (공학석사)  
1991년 2월: Georgia Institute of Technology (공학박사)  
1992년~1993년: 한국전자통신연구원 위성통신기술 연구단

1993년~현재: 연세대학교 전기전자공학과 교수  
[주 관심분야] 마이크로파 소자, 안테나, 전파전파, EMI/EMC

장 기 훈



2002년 8월: 연세대학교 기계전자공학부 (공학사)  
2004년 8월: 연세대학교 전기전자공학과 (공학석사)  
2004년 9월~현재: 연세대학교 전기전자공학과 박사과정  
[주 관심분야] RFID, 소형 안테나, UWB 시스템, RF 회로

이 병 무



1998년 2월: 순천향대학교 정보통신공학과 (공학사)  
2000년 2월: 연세대학교 전기컴퓨터공학과 (공학석사)  
2005년 2월: 연세대학교 전기전자공학과 (공학박사)  
2005년 3월~현재: 삼성전자 TN총괄 책임연구원

[주 관심분야] 초고주파 회로설계, 초고출력 안테나 시스템, RFID