

## 유전율 손실 factor가 적은 물질 Norclad를 이용한 안테나 성능 개선 Permittivity low loss factor materials Norclad make the antenna performance improvement.

손영전<sup>1</sup> · 김태환<sup>2</sup> · 이경재<sup>3</sup> · 이은애<sup>4</sup>

YongJeon Sohn<sup>1</sup> TaeHwan Kim<sup>2</sup> Kyungjae Lee<sup>3</sup> EunAe Lee<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 세연테크놀로지(주) 대표이사 Dept. of CEO, CEYON TECHNOLOGY CO.,LTD.

<sup>2</sup> 세연테크놀로지(주) 연구소 차장 Dept. of R&D Deputy General Manager, CEYON TECHNOLOGY CO.,LTD.

<sup>3</sup> 세연테크놀로지(주) 연구소 차장 Dept. of R&D Deputy General Manager, CEYON TECHNOLOGY CO.,LTD.

<sup>4</sup> 세연테크놀로지(주) 연구소 사원 Dept. of R&D Engineer, CEYON TECHNOLOGY CO.,LTD.

### Abstract

This research was supported by agrant (07KLSGC02) from Cutting-edge Urban Development - Korean Land Spatialization Research Project funded by Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs.

Keywords : RFID, RFID Reader, Antenna, Dissipation Factor

## I. 서론

무선통신에 사용되는 안테나는 통신 성능의 핵심 구성 요소이다. RFID 리더기에 사용되고 있는 세라믹 패치 안테나는 유전율이 낮고 두께가 높은 기판을 사용하여 제작됨으로서 30dBm 정도의 RF 송신 출력으로 높은 인식률과 수 미터 이내의 태그 인식거리 구현이 가능 하지만, 크고 무겁다는 단점 때문에 이동형 RFID 리더기에 부적합한 면이 있다. 이동형 RFID 리더기에 적용되는 안테나는 크기에 비해 Gain이 높아야 하고, RF 송신출력에 비례하는 Gain을 확보하여야 하며 크기는 소형일수록 적합하다.

본고에서는 지능형 국토정보기술 혁신사업 과제의 일환으로 연구되고 있는 RFID 통합 단말기의 기능 안정성 확보를 위해 Substrate Norclad 물질을 이용한 안테나를 설계하였다.

## 2. Substrate Dissipation factor 에 따른 안테나의 Gain과 방사패턴

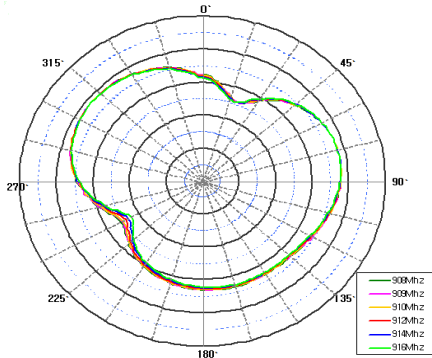
일반적인 마이크로스트립 패치안테나 설계에 사용되고 있는 기판은 다양한 종류가 있으며, 특히 두께가 두껍고 유전율이 낮은 기판은 안테나 성능을 향상시키는데 가장 적합하다. 안테나의 유전 물질로 사용되는 기판은 두껍고 유전율이 낮을수록 효율이 더 좋으며 대역폭이 넓고, 공간으로 방사되는 경계계가 약하기 때문에 안테나 특성으로는 매우 적합하다. 유전율의 실수부는 전자파의 파장과 관련된 항목이며, 허수부는 손실과 관련된 항목으로 허수부는 안테나를 디자인하는데 매우 중요한 요소로 작용한다.

RFID 통합단말기에 적용되었던 세라믹 패치 안테나와 성능개선을 위해 설계된 Norclad 안테나의 물질 특성비교표는 <표1>과 같다.

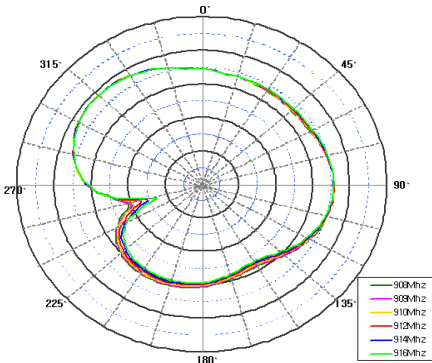
<표 1> Material 특성 비교

	Dielectric constant	Dissipation Factor
Ceramic (at 3GHz)	5.6	0.02296
Norclad (at 3GHz)	2.55	0.0011

RFID 통합단말기에 적용되었던 세라믹 패치 안테나와 성능개선을 위해 설계된 Dissipation Factor가 적은 Norclad 안테나의 무반사 챔버 안테나 방사패턴 비교도는 <그림1> 및 <그림2>와 같으며 안테나 Gain 비교표는 <표2> 및 <표3>과 같다.



<그림 1> Norclad를 이용한 안테나 방사패턴



<그림 2> Ceramic을 이용한 안테나 방사패턴

<표 2> Norclad를 이용한 안테나 Gain

Frequency	Max	Min	Avg	Beam Leak
908MHz	-0.42	-3.98	-2.03	146°
909MHz	-0.45	-4.05	-2.07	146°
910MHz	-0.48	-4.14	-2.12	146°
912MHz	-0.59	-4.33	-2.26	148°
914MHz	-0.70	-4.52	-2.39	146°
916MHz	-0.79	-4.69	-2.50	146°

<표 3> Ceramic을 이용한 안테나 Gain

Frequency	Max	Min	Avg	Beam Leak
908MHz	-1.38	-19.34	-6.00	314°
909MHz	-1.38	-20.08	-6.03	314°
910MHz	-1.39	-20.92	-6.06	314°
912MHz	-1.43	-22.77	-6.13	314°
914MHz	-1.49	-24.74	-6.20	146°
916MHz	-1.53	-27.36	-6.24	146°

안테나의 loss factor의 값이 증가하게 되면 안테나의 효율은 감소하게 된다.

$losses = dielectric\ dissipation\ factor + metal\ losses$   
만일  $losses=0$ 이라면, 안테나의 효율은 100%가되어진다.

$$e_{rad} = \frac{P_{rad}}{P_{rad} + P_{loss}} = \frac{P_{rad}}{P_{inc}}$$

$e_{rad}$ 는 안테나의 방사 효율이고,  $P_{rad}$ 는 방사되는 파워,  $P_{loss}$ 는 손실되는 파워이다.

따라서 방사 효율은  $P_{rad}$ 와  $P_{inc}$ 의 비율로 볼 수 있다. 기본적인 안테나의 Gain 공식은 아래와 같다.

$$Gain = efficiency * Directivity$$

Efficiency는 Gain에 지대한 영향을 끼치므로 안테나에 사용된 물질의 Dissipation factor는 Gain에 많은 영향을 끼치게 된다. 그러므로 RFID 통합단말기의 태그 인식률은 RF 송신 Path와 수신 Path의 isolation, 수신 감도, 안테나의 Gain, 그리고 태그의 감도에 따라 증가하거나 감소하게 된다. 동일한 안테나 크기에 비해 Norclad를 이용하여 제작한 안테나의 Max Gain을 측정된 <표2>는 -0.59dBi를 보이며, Ceramic을 이용하여 제작한 안테나의 Max Gain을 측정된 <표3>은 -1.5dBi를 보여 약 1dBi의 차이를 보이는 것을 볼 수 있다.

### 3. 결론

위 <표2> 및 <표3> 안테나 Gain 비교표에서 볼 수 있듯 안테나를 설계할 때 사용되는 물질에 따라 Gain에 차이가 나타나고 있다. 세라믹 패치 안테나와 동일한 크기의 안테나를 Norclad라는 경량의 물질을 이용하여 설계하고 무반사 챔버에서 성능비교 시험 결과, Norclad 안테나가 세라믹 패치 안테나보다 약 1dBi정도 높은 Gain이 확보되는 것을 확인 하였다.

제작되는 태그의 특성에 따라 인식률 차이가 나타날 수 있겠으나, 동일한 RFID 통합단말기에 동일한 기준 태그를 사용하고, 세라믹 패치 안테나와 Norclad 안테나를 각각 적용한 후 태그 인식률 시험을 통해 결과를 비교했을 때 Norclad 안테나가 적용된 RFID 통합단말기의 인식률이 상대적으로 높았다.

결론적으로 Dissipation Factor가 적은 Norclad 물질을 사용하여 안테나를 설계함으로써 안테나 Gain이 증가하게 되었고, 태그 인식 및 인식거리가 증가하게 되었다.

## 감사의글

본 연구는 국토해양부 첨단도시기술개발사업 지능형국토정보기술혁신사업 과제의 연구비지원(07국토정보C02)에 의해 수행되었습니다.

## 참고문헌

- [1] Balanis "Antenna Theory Analysis and Design"
- [2] [www.rfdh.com](http://www.rfdh.com)
- [3] Pozar "초고주파 공학"