

무선 통신 시스템에 적합한 광대역 안테나 설계에 관한 연구

양태훈, 임상훈, 구자경, 남정윤, 박계영

인팩일렉스

taehoon.yang@infac.com, sanghoon.lim@infac.com, jakyung.koo@infac.com,
jeongyun.nam@infac.com, gyeyeong.park@infac.com

A Study on the Design of a Broadband Antenna Suitable for Wireless Communication System

Yang Tae Hoon, Lim Sang Hoon, Koo Ja Kyung, Nam Jeong Yun, Park Gye Yeong.

INFAC Elecs Co.,Ltd.

요약

최근 무선 통신에서는 다양한 서비스가 요구되면서 광대역 특성을 갖는 안테나가 주목을 받고 있다. 본 연구에서는 무선 통신 시스템에 이용 가능한 2.4GHz(2.400~2.484GHz) 및 5.0GHz(5.150~5.825GHz) 무선랜(Wireless LNA) 대역과 5G NR FR1(1.7GHz~5.0GHz) 대역을 포함한 광대역 특성을 갖는 안테나를 연구하였다. 제안된 안테나는 그라운드를 이용한 폴디드 모노폴(Folded Monopole) 안테나로 소형화 구조에 적합하며, 또한 조립이 용이하고, 가격이 저렴한 주석도금강판으로 안테나 재질을 선정하였다. 설계된 안테나는 VSWR<2.0 이하인 주파수 대역으로 2.0GHz~6.5GHz로 대역폭이 100.6%이며, 안테나 이득은 해당 주파수 대역에서 최대 4.19~6.33dBi로 전 방향성 방사패턴 특성을 확인하였다.

I. 서론

현재 다양한 무선 통신 서비스가 지속적으로 급속한 발전으로 인해 여러 환경에서도 고속의 데이터를 송·수신 할 수 있게 됨에 따라 고속의 양방향 데이터 전송을 활용한 서비스로 다양해지고 있다. 결국 이러한 무선 통신 기술의 발전을 통해 안테나 역시 다양한 요구가 증가하고 있다. 그 중에서도 주파수 대역의 신호를 대용량 고속 데이터 처리를 위하여 광대역 안테나 기술이 요구되고 있다.^{[1]~[3]} 또한 제품들이 소형화 및 경량화 되면서, 안테나 역시 구조적으로 소형화 안테나가 필요하게 되었다.

이에 따라 본 연구에서는 IEEE 802.11의 WLNA 대역 2.4GHz(2.400~2.484GHz), 5.0GHz(5.150~5.825GHz) 대역과 5G NR(New Radio) FR(Frequency Range)1 대역에 TDD(Time Division Duplexing)통신 방식에 (1.7GHz~5.0GHz) 대역을 포함하는 광대역 특성과 고이득을 갖는 소형화 안테나를 제안하였다.

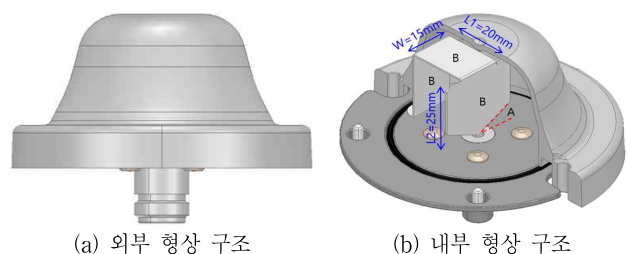
II. 본론

본 연구에서 제시한 안테나는 옥내/외에 안테나 장착이 용이한 돔 형태이며, 안테나의 크기는 $\Phi 86 \times 58$ (h)mm로 구성하였다. 또한 IP(International Protection Marking) 방진방수 등급으로 IP-65를 만족하며, 커넥터 역시 방수 형태의 N(Female)-Type 커넥터를 활용하여 [그림 1] (a)에 안테나 외부 형상 구조를 나타내었다. [그림 1] (b)의 안테나 내부 구조 형상으로, 최소 공간에서 최대 효율을 얻기 위해서 안테나의 그라운드를 이용해 소형화 및 광대역 특성을 갖도록 설계하였다.

안테나의 기본적인 공진 길이를 확인하고자 매개변수의 함수를 식(1)을 통해 확인 할 수 있으며, 또한 식(1)에 언급된 유전율은 현재 사용하고자는 안테나 재질의 유전율로 $\epsilon_r=1$ 로 정의한다면, 2500MHz의 공진 주파수와 대략적인 안테나 길이를 알 수 있었다.

$$L1 + L2 - W = \frac{\lambda}{4} = \frac{C}{4f\sqrt{\epsilon_r}} \quad \dots\dots (1)$$

[그림 1] (b)에 표시와 같이 "A" 영역에 Chamfer 구조에 따라 5GHz 이상 대역에 전류 분포 흐름이 변위 될 수 있으며, "B" 영역은 폭, 길이를 조절하여, 2GHz 이상 대역에 성능을 최적화 하였다.

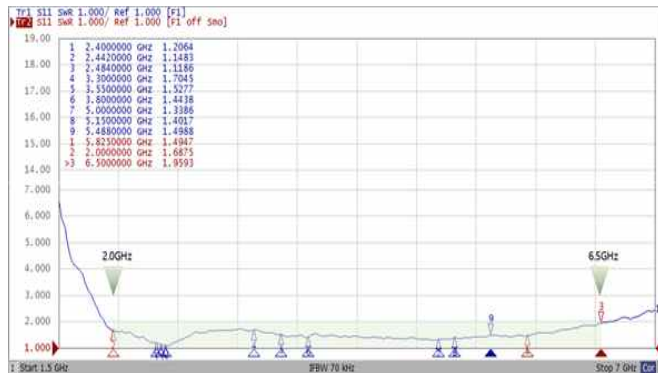


[그림 1] 그라운드를 이용한 폴디드 모노폴 안테나 구조

이렇게 설계가 용이 할 수 있는 것은, 일반적으로 사용하는 기판(PCB : PRINTED CIRCUIT BOARD)에 일종으로

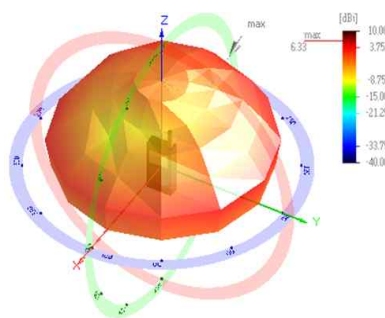
유리섬유 강화 에폭시 수지 재료의 FR-4 대비, 주석도금강판(SPTE) 재질을 사용함에 있어, 안테나를 3D 구조 설계가 가능하며, 이에 제작 및 조립이 용이 할 수 있다. 무엇보다 기관 FR-4 대비해서 주석도금강판의 가격이 상대적으로 매우 저렴한 장점이 있다.

제작된 안테나의 전기적 특성 중에 설계 목표인 VSWR <2.0 이하로 설정하고, WLNA 2.4GHz 및 5.0GHz와 5G NR FR1 주파수 대역을 포함한 대역으로, 대역폭이 약100%의 광대역 특성 결과를 [그림 2]에 나타내었다.

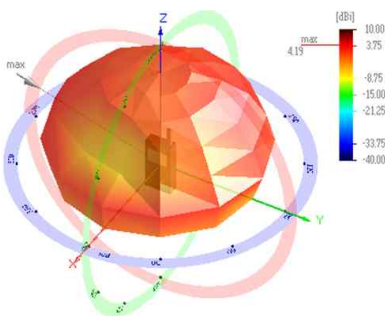


[그림 2] 안테나 VSWR 측정 결과

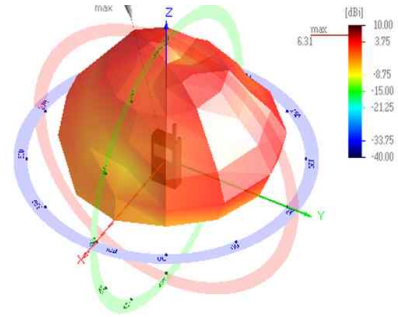
Anechoic Chamber(전자파 무반사실)에서 안테나의 방사 패턴과 이득을 측정했으며, WLNA 2.4GHz 및 5.0GHz와 5G NR FR1 대역에 중심 주파수 기준으로 전 방향 무지향성 특성을 3D 방사 패턴을 통해 확인했으며, 안테나 최대 이득은 2442MHz@6.33dBi, 3550MHz@4.19dBi, 5488MHz@6.31dBi로 그 특성을 [그림 3]에 나타내었다. 그리고 그 외 동작 주파수에서 최대 이득이 낮은 대역을 확인 시 5825MHz@3.47dBi로 확인할 수 있었다.



[그림 3] (a) 2442MHz@3D Pattern

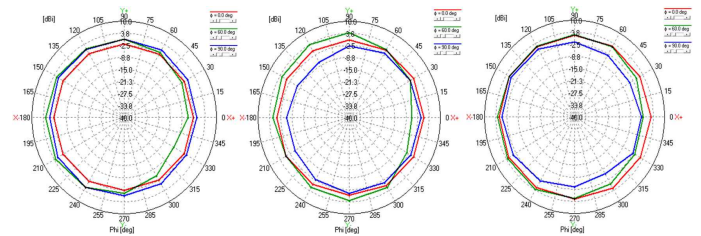


[그림 3] (b) 3550MHz@3D Pattern

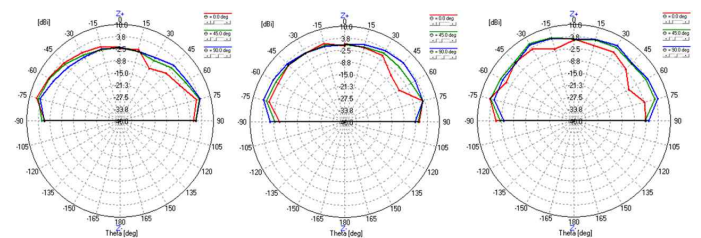


[그림 3] (c) 5488MHz@3D Pattern

또한 필드 환경에서 안테나에 Null 구간이 있으면 통신에 문제가 있을 수 있으며, 이를 확인하고자 각 중심 주파수에서 Phi 0도, 60도, 90도와 Theta 0도, 45도, 90도를 [그림 4]에서 Null 구간이 없는 방사 패턴을 확인하였다.



[그림 4] (a) 2442, 3550, 5488MHz@Phi Pattern



[그림 4] (b) 2442, 3550, 5488MHz@Theta Pattern

III. 결 론

본 연구에서는 WLNA 및 5G NR FR1 대역을 포함한 광대역 특성을 갖는 폴딩드 모노폴 안테나를 설계 및 구현하였다. 구현된 안테나는 VSWR<2.0인 2.0GHz~6.5GHz 대역으로 광대역 특성을 갖고, 또한 안테나 최대 이득이 3.47~6.33dBi에 성능을 갖는 것을 확인하였다. 제안된 안테나의 단순한 구조로 인해 제조 공정을 용이하게 하고, 제조비용을 현저히 감소시킬 수 있는 효과가 기대된다.

참 고 문 헌

- [1] Waterhouse R. 2007 Printed antennas for wireless communications.
- [2] M. Kim, "Propulsion trend of 4th Generation Mobile Communication Systems and View of Wibro" Hana Financial Group Inc, vol. 230, no.10, 2009, pp. 44-53.
- [3] H. M. Nashaat, H. A. Elsadek, "Single feed compact quad-band PIFA antenna for wireless communication applications", IEEE Transactions on antenna and Propagation, vol. 53, no. 8, pp. 2631-2635, Aug. 2005.