

Quatro-Bands IFA Antenna Design for LTE/WiFi/5G Applications

서정훈*, 정유정
 대구대학교 정보통신공학과
youchung@daegu.ac.kr

I. 서론

최근에는 WLAN 및 WiMAX와 같은 무선통신시스템을 위한 다중 대역 안테나가 집중적으로 연구되고 있다. 현재 다양한 형태의 이중대역, 삼중대역 안테나가 제안되고 있다. 연구는 단순한 구조, 소형의 크기, 다중 대역, 충분한 대역폭, 무지향성 방사 패턴을 갖는 안테나의 설계에 중점을 두고 있으며 Tri-band CPW를 측면 도체가 접지되고 중앙 스트립 라인에 급전전선이 되는 방식들을 많이 사용하고 있다 [1-4].

3개의 대역을 IFA 안테나로 소개한 [4] 논문에 비하여 본 논문에서는 하나의 5G 대역을 추가하여서, LTE 근접 2개 대역과 2.5GHz WLAN 대역 그리고 3.5 WiMAX/5G 4개 대역용 안테나를 IFA (Inverted F Antenna) 형태로 설계 하였다.

II. 본론

안테나의 기하학적 구조는 그림 1과 같다. 안테나는 유전율 $\epsilon_r = 4.3$, 두께 1.6mm인 FR4 기판으로 설계하였다. 안테나의 면적은 $60 \times 70 \text{ mm}^2$ 이고 CST 프로그램에 안테나를 Simulation 하였다. 안테나는 좌측에 그라운드 면과 접지한 IFA 구조로서 급전점은 CPW 구조를 가지는 모노폴 형태이다. 각 길이의 파라미터들은 아래 그림1에서 보여 준다. $N_x=20$, $middle2x=9$, $Lf=22$, $Wf=4$, $gab=1.475$, $middle1y=30$, $middle3y=9$, $middlenewx=9\text{mm}$ 의 최적의 값이 도출되었다.

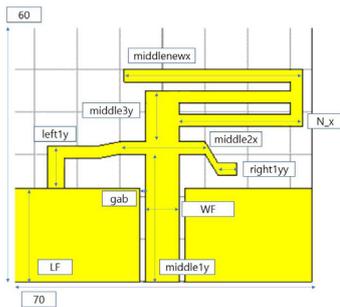


그림1. Quatro-Band CPW Fed IFA 안테나 구조

그림2는 제안된 Quatra-Band 안테나의 s11 결과를 보여준다. 안테나에는 LTE 대역 근처인 두 개의 대역인 1.02GHz 와 1.37GHz 대역과, WiFi 2,4GHz와 5G/WiMax 대역인 3,5GHz의 4개의 공진대역을 가지고 있다. 밴드의 1.0GHz에서는 약-22dB, 1.37GHz에서는 -39dB, WiFi 2.4GHz에서는 -18dB, 그리고 5G/WiMax 3.5GHz에서는 -26dB 반사계수값을 가진다. 4개의 공진대역 모두 평균 -20dB정도의 반사계수 값을 가지고 있습니다.

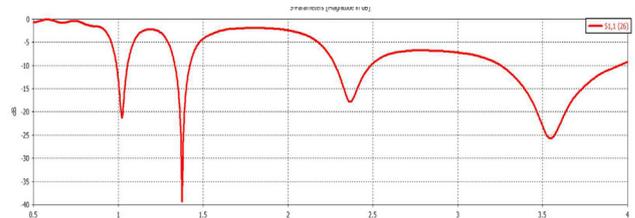
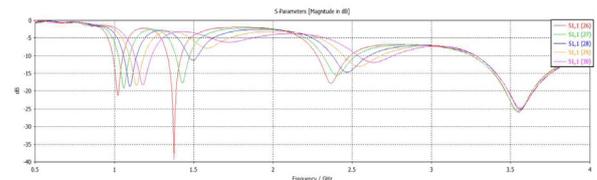


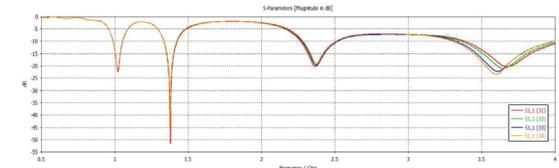
그림2. Simulation 된 안테나의 반사계수의 크기

파라미터의 길이 n_x 가(그림1) 짧아 질수록 4개의 대역중에 3개의 대역인 1, 1.3 2.4GHz 대역의 공진주파수가 높아짐을 그림 그림3(a)에서 보여준다. 그림 3(b)에 $middle2x$ 의 값이 9mm에서 작아질수록 4대역의 공진 주파수가 높아짐을 보여준다. 그림3(c)에 gab 의 값의 변화가 2에서 1.474로 변화함에 따라 높은 주파수 2.45GHz와 3.5GHz 대역의 반사계수의 크기의 증가와 2대역의 공진 주파수가 높아짐을 볼 수 있다. 그림3(d)에 Lf 의 값이 증가하면 15~22mm로 증가하면서 낮은 두 대역의 공진 주파수 보다 높은 두 공진 주파수 대역의 변화가 크게 나타났다. 그림3(e) wf 의 값이 증가할수록 4대의 공진주파수가 높아지고 s_{11} 값이 작아집니다. 그림3(g) $middle3y$ 의 값이 5~9mm로 증가할수록 3번째, 4번째 대역의 공진주파수가 높아짐을 볼 수 있다. 그림3(h) $middlenewx$ 의 값이 0~9mm로 증가할수록 1, 2대역의 공진주파수가 낮아지고 4대역의 s_{11} 값은 증가합니다. 이와 같이 파라미터의 변화로 최적화된 값은 그림1에서 보여준다.

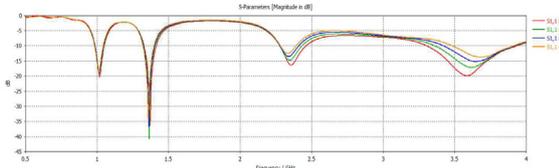
그림3(a)~(h)의 결과에 따라서 앞에 4개의 대역의 공진 주파수를 어떠한 원하는 주파수에 맞추어 설계되었다.



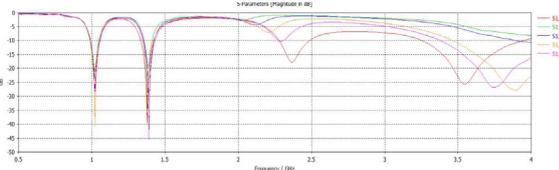
(a) n_x 값에 따른 Parameter Swipping 결과



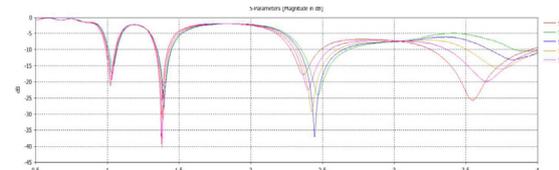
(b) middle2x 값에 따른 Parameter Swipping 결과



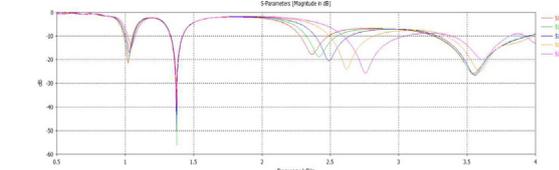
(c) gab 값에 따른 Parameter Swipping 결과



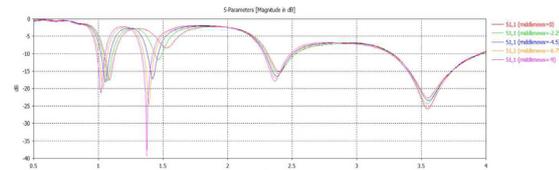
(d) Lf 값에 따른 Parameter Swipping 결과



(f) middle1y 값에 따른 Parameter Swipping 결과



(g) middle3y 값에 따른 Parameter Swipping 결과

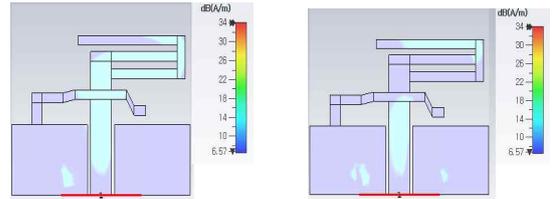


(h) middlenewx 값에 따른 Parameter Swipping 결과

그림3. 파라미터 변화에 따른 반사계수의 변화

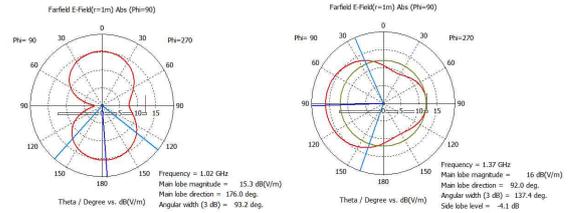
그림 4에서 2개 밴드의 공진 주파수에서의 전류분포를 보여준다. 1GHz에서는 전류경로가 긴 전체적인 크기가 공진함을 볼 수가 있었다.

그림5에서는 4개의 대역별 전계의 방사패턴을 지면관계상 보여준다. 예상과 같이 모노폴의 형태의 패턴을 형성하는 패턴들이 관찰이 되었다.



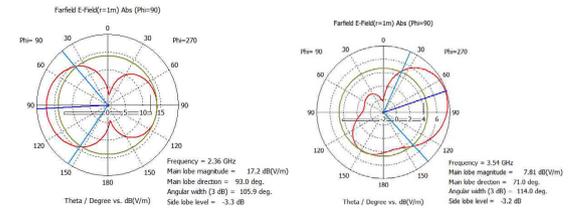
(a) 1.04GHz 전류분포 (b) 1.37GHz 전류분포

그림4. 주파수 대역별 전류분포 샘플



(a) 1.04GHz

(b) 1.37GHz



(c) 2,4GHz

(d) 3,5GHz

그림 5. 대역별 E-Field 방사 패턴

III. 결론

본 연구에서 Quatro-Band CPW-Fed IFA 형태의 안테나를 $60 \times 70 \text{ mm}^2$ 소형 크기로 설계 하였으며 모든 파라미터를 조절하여 최적화된 초소형의 안테나를 설계하였다. 원하는 대역이 어느 대역이든 안테나의 크기까지도 조절을 하면 어느 대역 이든지 성능 조절이 가능하다.

참고 문헌

- [1]. P. Wang, G.-J. Wen, Y.-J. Huang, and Y. H. Sun, "Compact CPW-fed planar monopole antenna with distinct triple bands for WiFi/WiMax applications," *Electron. Lett.*, vol. 48, no. 7, pp. 357-359, 2012.
- [2]. L.H. Wen, Y.Z. Yin, Z.Y. Liu, D. Xi, M. Zhang, and Y. Wang, "Performance enhancement of tri-band monopole antenna for WLAN/WiMAX applications," *Progress In Electromagnetics Research Letters*, Vol. 15, pp. 61-68, 2010.
- [3]. Yuanfu Liu, Peng Wang, Hao Qin, "Compact CPW-fed tri-band stepped monopole antenna with inverted-L strip for WLAN/WiMAX applications," 2014 15th International Conference on Electronic Packaging Technology.
- [4]. Nermeen A.Eltresy, Dalia N. Elsheakh, Esmat A. Abdallah, Hadia M. Elhennawy, "Tri-Band antenna for energizing IoT low power devices", *Proceedings of IEEE Global Conference on Internet of Things*, 2018.