

PCB TYPE 안테나의 초광대역 설계 및 구현

서 정 훈, 정 대 현, 김 병 국, 정 한 영

코마테크

전화 : 031-988-1100 / 핸드폰 : 016-299-5269

Design and Implementation of Wide Band of PCB Type Antenna

Jung Hoon Seo, Dae Hyun Jung, Byoung Gouk Kim, Han Young Jung
Koma Tech Co., Ltd.
E-mail : emwe95@hanmir.com

Abstract

In this paper, we present the 2.4 GHz and 5 GHz dual band antenna for a multiple PCB (Printed Circuit Board) antenna. Using antenna has a monopole structure with lines on FR-4($\epsilon_r \approx 4.6$) PCB. The obtained antenna can perform in 2.4 GHz and 5 GHz bands and be adopted for other wireless applications.

I. 서론

현재의 이동통신 서비스에 이용되는 휴대 단말기는 급속한 성장으로 그에 따른 RF 모듈 및 안테나 역시 빠르게 발전해가며 소형화, 경량화 되고 있는 추세이다. 지금까지 제안되었던 안테나는 헬리컬 (Helical)[1], 미앤더 (Meander)라인[2], 마이크로 스트립[3], 역-F (Inverted-F) 안테나[4] 등의 구조를 이용한 안테나들이 주류를 이루고 있다. 이러한 안테나들이 갖는 구조적 특성을 이용하여 다중대역 혹은 광대역 특성을 갖도록 하기 위한 안테나 연구가 진행되어 왔지만, 그 특성이 소형화, 경량화로 인한 대역폭 감소가 문제점으로 제시되어졌다. 때문에 이를 극복하고자 계속 연구 개발이 진행 중에 있고, 최근 들어서는 세라믹과 같은 높은 유전율을 이용하여 안테나의 소형화를 위한 방법이 다양하게 연구되고 있지만[5,6] 역시 협대역성과 실제 단말기에 사용함에는 많은 문제점을 가지고

있다.

본 논문에서는 인쇄회판 방식을 사용하여, 안테나의 추가 비용이 없으며, 초기 PCB 공정에서 제작 가능하고 운용 주파수 (2.4~2.5 GHz 와 4.9~6.0 GHz, Dual Band)를 만족하는 무선 LAN(WLAN) 대역의 인쇄회판형 안테나를 설계 및 제작하였고, 그 주파수 특성 및 복사 특성이 각각 공진주파수 2.4~2.5 GHz 대역에서 $VSWR < 1.9$, 최대복사이득이 3 dBi 이상이며 4.9~6.0 GHz 대역에서는 $VSWR < 2.5$, 최대복사이득이 4 dBi 이상을 만족하는 PCB Type Antenna를 설계 및 검증하고 820 MHz ~ 2,200 MHz 대역까지 확장하는 방법을 제시하고 이를 구현하고자 한다.

II. 안테나 구조 및 특성

2.1 마이크로스트립 패치 안테나의 특성

현재 가장 많이 쓰이는 PCB 안테나는 구조적으로 마이크로스트립 패치 안테나 (microstrip patch antenna)이며 세부 구조로는 Square 또는 Helical 이며 직충형구조도 많이 연구되고 있다. 이러한 구조로 상용화 되어진 무선 LAN 대역 PCB TYPE 안테나중 상용화된 안테나를 실험 비교 대상 안테나로 하였으며 Radiation pattern은 다음과 같다.

그림 1, 2에서 Radiation pattern은 E-Plane에서 최대의 Gain(3.59 dBi)이 측정되었지만 Average Gain

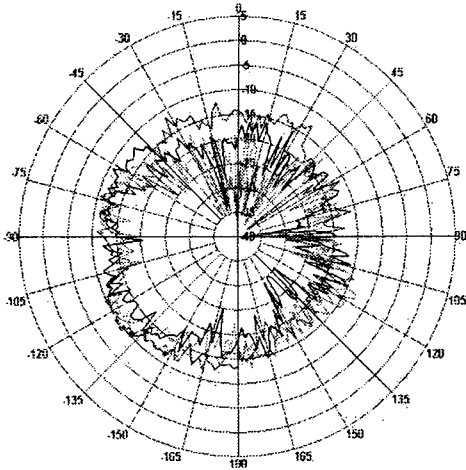


그림 1. 5.8~6.0 GHz Band의 H-Plane

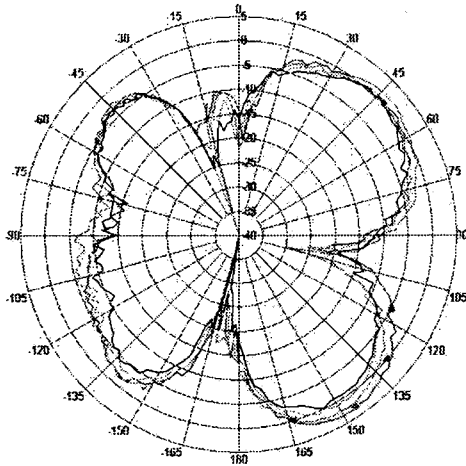


그림 2. 5.8~6.0 GHz의 E-Plane

(-3.28 dBi)과 H-Plane의 Gain은 매우 낮은 레벨을 보이고 있다.

2.2 모노폴과 커플링 구조의 인쇄기판형 안테나

본 논문에서 제안하는 인쇄 기판형 안테나는 구조적으로는 모노폴 안테나의 특성을 이용하여 무지향성 복사 특성을 나타낼 수 있도록 하였으며 복사 이득과 대역폭의 확보를 위해 커플링을 이용하였다. 제작에 사용된 안테나의 유전율은 4.6, 두께는 1.0 mm의 FR-4 기판을 사용하였다.

그림 3은 본 논문에서 설계 및 제작한 안테나이며, 이와 같은 소형화된 안테나가 최적의 공진 주파수를 갖기 위해 유전체의 비유전율을 높이는 방법이 있으나, 이 경우 대역폭이 줄어드는 단점이 있다.

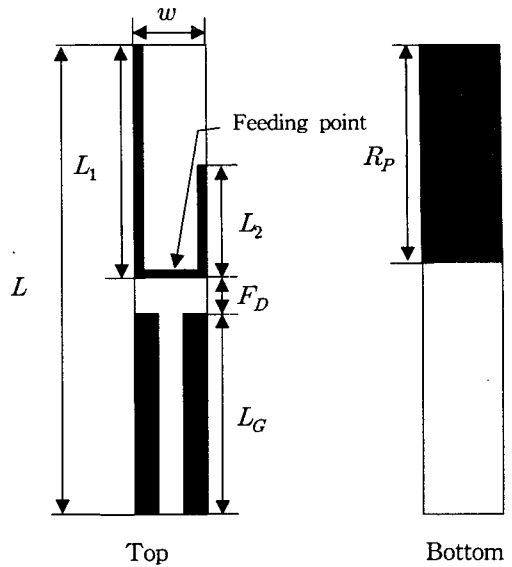


그림 3. 모노폴 구조를 갖는 인쇄기판형 안테나

- L_1 : Antenna 1, L_2 : Antenna 2
- L_G : Ground Plane F_D : 간격
- R_P : 반사소자의 길이

무선 LAN 대역에서 이중 공진을 하기 위하여 각각의 파라미터를 하나씩만 변화 시켜가면서 방사패턴이 가장 좋은 요소를 찾아 보았으며 그 결과, L_1 과 L_2 의 길이는 각각 23 mm, 12 mm로 설계하였다. 또한 L_G 는 모노폴 안테나를 구현하기 위한 Ground Plane으로서 이론적인 크기는 무한 평판이어야 하지만 PCB에 구현하기 위하여 18 mm, w 는 8 mm로 하였으며 R_P 는 반사소자로서 coupling 구조를 이루고 있다. 제안된 안테나의 기본 개념은 두 종류의 서로 다른 크기의 공진 소자를 사용하는 것이며, 낮은 주파수에서 동작하는 모노폴 안테나와 높은 주파수에서 공진 특성을 가지는 모노폴 안테나를 동시 급전한 것이다. 아울러 실험적으로 L_1 과 L_2 를 조절하여 공진 point를 조절할 수 있으며 높은 주파수의 공진에서 대역을 확보하기 위해서는 F_D 가 중요한 파라미터이며 파장과 비례함을 알 수 있었다.

그림 4는 정재파비(VSWR)를 보여주며 2.4~2.5 GHz와 4.9~6.0 GHz까지 매우 넓은 광대역 특성을 나타내고 있다. 그림 5~7은 설계한 안테나의 2.4 ~ 6.0 GHz의 H-Plane이다.

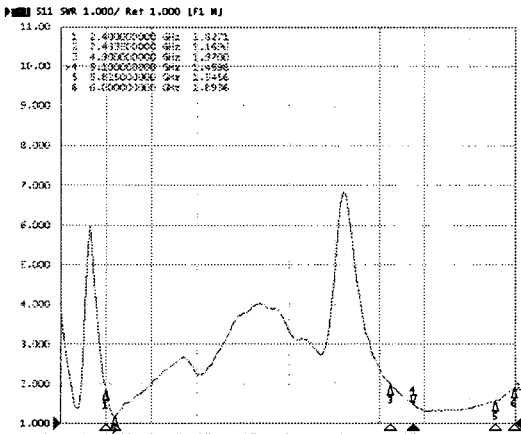


그림 4. Dual Band VSWR

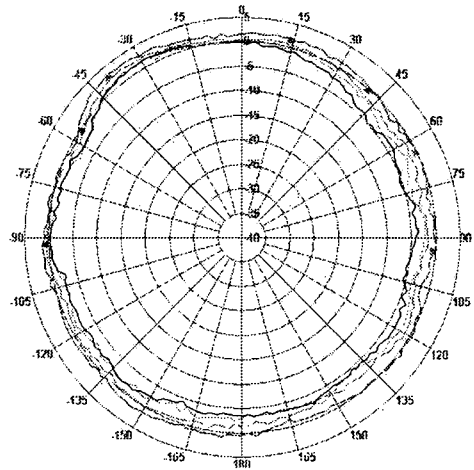


그림 7. 5.725~6.0 GHz의 H-Plane

위의 그림에서 최대 Gain은 2.4 및 5 GHz 대역에서 각각 3.25 dBi, 4.18 dBi의 높은 이득을 얻을 수 있었다. 또한 H-Plane을 향상시킴으로서 Average Gain 역시 향상된 결과를 보여주고 있다.

2.3 모노폴과 커플링 구조의 인쇄기판형 안테나의 응용.

앞 절에서 얻은 결과를 토대로 Cellular, GSM, DCS, PCS, IMT 2000 Band를 모두 확보하기 위하여 같은 구조에서 전체적인 길이(L)를 150 mm로 하였으며 L_1 및 L_2 는 각각 61 과 18 mm로 하여 정재파비 및 방사 패턴을 측정하였다. 그림 8은 정재파비(VSWR)을 보여주고 있으며 824~960 MHz에서는 3.0 : 1, 1,710~2,200 MHz에서는 1.9 : 1 이하의 좋은 특성을 보여주고 있다.

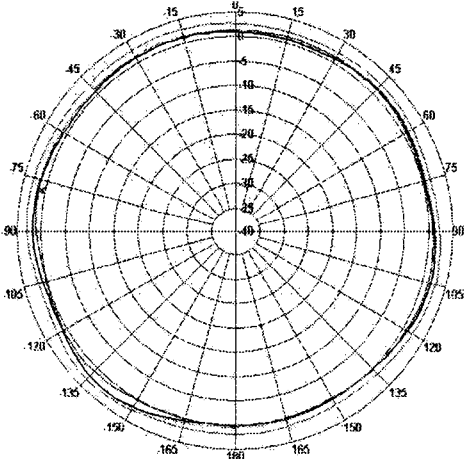


그림 5. 2.4~2.5 GHz의 H-Plane

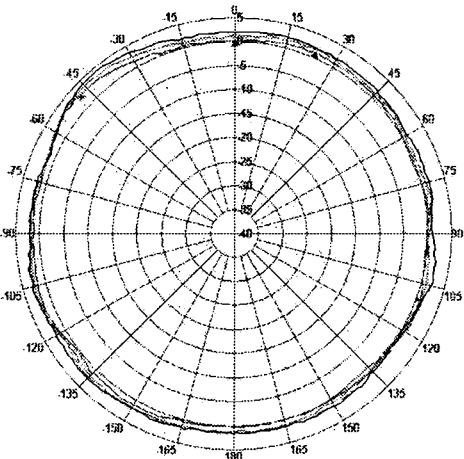


그림 6. 4.9~5.25 GHz의 H-Plane

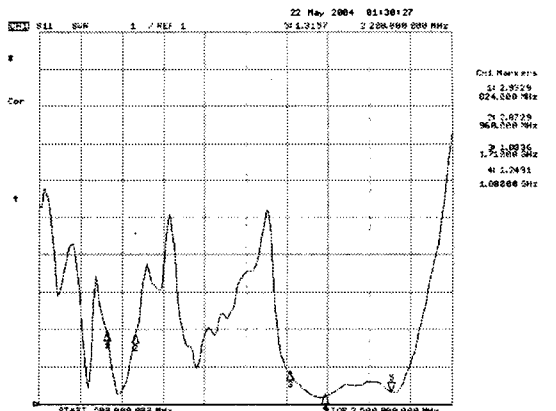


그림 8. 정재파비(VSWR)

그림 9는 Cellular, GSM, DCS, PCS, IMT 2000 대역

에서의 Gain을 보여주고 있다.

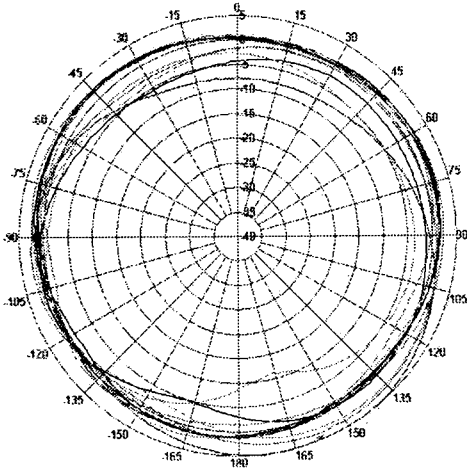


그림9. 824 ~ 2200 MHz의 H-Plane 측정 Gain을 정리하면 다음과 같다.

Fre(MHz)	Peak Gain	Average Gain
824	5.38	1.05
880	3.71	0.94
894	3.03	0.23
920	1.44	-1.35
960	0.39	-2.69
1710	2.89	1.03
1795	2.28	0.89
1880	2.38	1.11
1885	2.35	1.07
1950	2.00	0.95
2100	2.17	0.83
2200	2.06	0.57

표 1. 제작된 안테나 이득 특성

최종적으로 완성된 제품의 외관 도면은 다음과 같다.

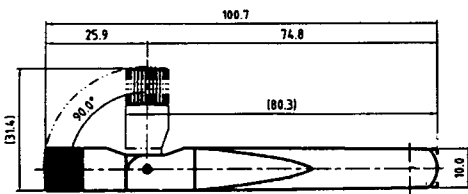


그림 10. 완성된 무선 LAN 안테나의 외관 도면.

III. 결론

본 논문에서는 무선 LAN 대역인 2.4~2.5 및 4.9~6.0 GHz Dual Band PCB type antenna의 새로운 구조를 제안하였다. 지금까지의 대역은 2.4~2.5 및 5.0~

5.8 GHz Dual Band 정도였다. 그러나 본 논문에서 제안한 구조는 약 300 MHz의 대역을 추가로 넓힘과 동시에 상용화 되어진 안테나보다 방사패턴을 많이 향상시킬 수 있었다. 그 구조적 측면을 이용하여 Cellular, GSM, DCS, PCS, IMT 2000 대역을 모두 확보함을 보임으로서 인쇄회로형 안테나의 사용 범위를 무선 LAN과 함께 다양한 시스템의 중계기 안테나까지 적용되어질 수 있으리라고 생각되어진다.

참고문헌

- [1] Z. D. Liu, P. S. Hall, "Dual-Band Antenna for Hand Held Portable Telephones", *ELECTRONIC LETTERS*, vol. 32, pp. 609-610, 1996.
- [2] H. Y. Wang, J. Simkin, C. Emsom and M. J. Lancaster, "Compact Meander Slot Antennas", *Microwave Pot. Technol. Lett.*, vol. 24, no. 6, pp. 377-380, 20th, March 2000.
- [3] 이정연, 이종근, 김성철, "적층구조, 프로브 급전방식, 정사각형 링형태 마이크로스트립 안테나의 특성에 관한 연구", *한국전자과학회논문지*, 12(1), pp. 143-151, 2001년 1월.
- [4] C. R. Rowell, R. D. Murch, "A Capacitively loaded PIFA for compact mobile telephone hand sets", *IEEE Trans., AP-45*, PP. 837-842, 1997.
- [5] H. Tanidokoro, N. Konishi, E. Hirose, Y. Shinohara, H. Arai and N. Goto, "1-wavelength Loop Type Dielectric Chip antennas", *Antennas and Propagation Society International Symposium 1998, IEEE*, vol. 4, pp. 1950-1953, 1998.
- [6] K. Kamogawa, T. Tokumitsu and M. Aikawa, "Multi-Frequency Microstrip Antennas Using Alumina Ceramic/Polymide Multilayer Dielectric substrate", *MTT, IEEE Trans. on*, vol. 44, Issue:12 Part:2, pp. 2431-2437, Dec. 1996.