

VHF antenna using ferrite-epoxy composite materials

Seok Bae*, Mano Yasuhiko

Electro Materials & Devices Lab. Central R & D Institute, Samsung Electro-Mechanics Co., Ltd.

1. 서론

Wireless LAN, GPS, RF ID, DMB 등 휴대폰의 사용 주파수대역이 다양해지면서 함께 탑재되어야 하는 안테나의 숫자도 증가하고 있다. 특히 VHF대역인 T-DMB(terrestrial digital multimedia broadcasting)의 경우 사용주파수 대역이 174~216 MHz이며 따라서 안테나를 monopole type으로 설계할 경우 길이가 39cm ($\lambda/4$)가 되어야 한다. 핸드폰에 내장하기에는 너무 큰 길이이므로 이를 소형화하기 위해, IFA(Inverted F antenna)디자인, Helical 디자인, LTCC 고유전체 기판 등이 도입되었지만 아직까지 휴대폰에 내장 가능한 1cc 이하 볼륨의 T-DMB 안테나는 없는 상황이다. 우리는 비투자율과 비유전율이 커지면 파장이 단축되는 wave shortening effect ($\lambda = \lambda_0 / \sqrt{\mu_r \epsilon_r}$, λ_0 : Lambda in free space, μ_r : relative permeability, ϵ_r : relative permittivity) 에 주목하였으며 이를 안테나에 도입하고자 하였다. 유전율이 커지면 bandwidth가 좁아지므로 무작정 유전율을 크게 할 수 없지만, 투자율은 bandwidth에 주는 영향이 유전율의 경우보다 작기 때문에 [1,2] 투자율과 유전율을 동시에 갖는 자성-유전재료의 도입은 큰 장점이 있다. 본 연구에서는 VHF대역용 소형 IFA안테나가 설계 & 제작되었으며 비투자율과 비유전율이 각각 7, 7정도이며 300MHz에서 0.3정도의 $\tan \delta$ 값을 갖는 Ni-Zn ferrite 80wt.%-epoxy 20wt.% 복합재료가 사용되어졌다.

2. 실험방법

고주파 전자기 해석 프로그램인 Ansoft HFSS v.9.2를 사용하여 휴대폰에 많이 쓰이는 구조인 IFA type의 안테나를 설계하였다. 안테나의 도선의 형태는 meander형태이며, 선폭은 1 mm, 선간격은 0.5 mm, 안테나 사이즈는 26 mm × 12 mm × 2 mm (0.624cc) 로 설계 제작되었다. 안테나의 기판 재료로는 Ni-Zn ferrite powder가 80wt.%정도가 함유된 epoxy binder의 복합재료 sheet가 사용되었다. 준비된 기판 위에 안테나의 패턴이 Cu의 무전해 도금과 도금 공정이 병행되어 제조되었으며 네트워크 아날라이저와 특별 제작된 측정용 RF지그를 이용하여 안테나 특성이 측정되었다.

3. 실험결과 및 고찰

FR4 (비유전율4.4, 비투자율1)와 페라이트-에폭시 복합재료 (비유전율7, 비투자율7) 안테나의 특성이 Table.1에서와 같이 자성유전체를 사용했을 때 안테나 공진주파수가 낮아지면서 매우 큰 파장단축 효과 (64%)를 보이는 것으로 드러났다. 안테나의 특성 값은 시뮬레이션 값과 측정 값이 유사한 결과를 보였으며, 약간의 차이는 시뮬레이션의 편의상 도체 라인을 볼륨이 없는 plane으로 구성하여 계산했으며, 안테나의 임피던스 매칭이 완벽하지 않아서 VSWR값의 변화가 있었고, 측정 시 ground line의 길이에서 설계치와 차이가 있었기 때문에 발생했다고 보여진다. 계산된 방사효율과 Gain값은 54%, -8.3 dB였다.

Table 1. Comparison of antenna characteristics between measured and simulated results

	안테나 공진주파수		Bandwidth (VSWR 3이하)	
	측정값	계산값	측정값	계산값
FR4 안테나	960 MHz	910 MHz	70 MHz	95 MHz
페라이트-레진 복합재료 안테나	346 MHz	390 MHz	42 MHz	25 MHz

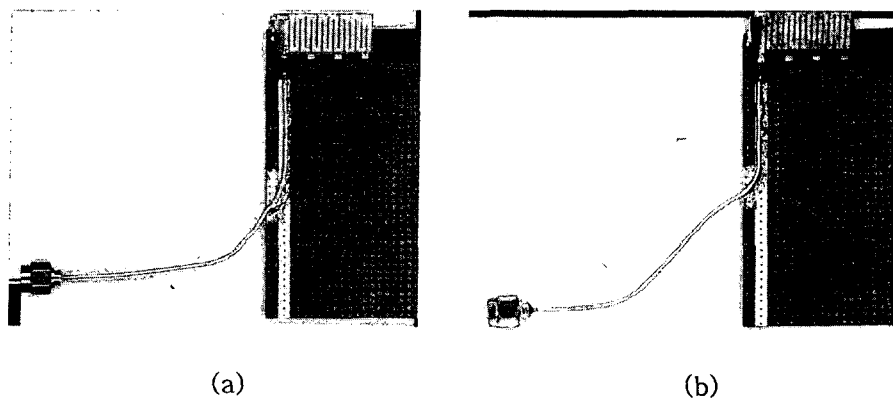


Fig. 1. Photos of (a) FR4 and (b) ferrite-epoxy composite antenna fixed on the testing board

4. 결론

페라이트-에폭시 복합재료를 사용하여 안테나를 제조하여 평가한 결과 FR4로 제조된 안테나에 비해 64%의 파장단축이 발생하였다. 이러한 결과를 이용한다면 기존의 LTCC유전체 등을 이용한 칩 안테나의 50%이상 소형화가 가능하다고 기대된다.

5. 참고문헌

- [1] C.A. Balanis, Antenna theory-Analysis and design, Wiley, New York, 1982, pp732, 762
- [2] R. C. Hansen, Phased array antennas, Wiley, New York, 1998