

## 휴대폰용 자성유전체 안테나

배석\*, 김인영  
삼성전기 중앙연구소

### 1. 서론

메인 안테나 외에 휴대폰에 사용되어지는 부가기능이 다양해지면서 안테나 역시 갯수가 늘어나는 추세에 있다. 한정된 휴대폰 공간 내부에 모든 부품을 내장시키기 위해서는 작고 얇은 사이즈가 필수적인데, 최근 이슈가 되고 있는 지상파 DMB(174~216 MHz)와 DVB-H(475~750 MHz)의 경우 동작주파수가 낮아 안테나 사이즈가 커지므로 세트업체에서의 소형화 요구가 점점 커지고 있는 상황이다. 현재까지 개발된 소형안테나 기술들은 안테나 디자인과 구조, 부가의 매칭 회로에 의존하는 기술들이 대부분이었고, 유전율이 높은 재료를 사용하여 소형화시키는 기술이 재료 물성을 이용하는 유일한 안테나의 소형화기술이었다. 그런데, 기존의 소형화기술을 이용하여 달성할 수 있는 사이즈의 한계가 휴대폰에 내장화 가능 사이즈보다 크므로, 이를 해결하기 위해 LNA, 스위칭 등의 부가 기술들이 추가되어 현재 지상파 DMB폰 등에 적용되어지고 있다.

일반적으로 페라이트 재료는 투자율과 유전율을 동시에 가지며, 따라서 자성유전체 재료라고도 불리워진다. 자기공명주파수를 감안하면 Ni-Zn계 페라이트는 VHF이하 대역, Z type의 Ba ferrite는 UHF대역에서 사용되어 질 수 있다. Z type의 페라이트를 이용한 DVB-H 안테나의 개발가능성은 본 연구팀에 의해 이미 보고되었지만[1], 휴대폰 내장 안테나의 낙하 신뢰성 측면에서 보면 취성이 큰 페라이트를 이용하여서는 극복하기가 쉽지 않은 점이 있다. 낙하 강도에 대한 신뢰성을 개선하기 위하여 레진과 컴포지트를 구성하는 방법 등이 가능하지만, 투자율 10이하의 Z type의 Ba ferrite를 이용하여 컴포지트를 구성하였을 때 얻을 수 있는 투자율 값은 1 ~ 2.5 정도로 매우 낮아지게 된다. 본 연구에서는 카보닐아이언-실리콘 레진 컴포지트를 이용하여 투자율 1.5 ~ 3과 유전율 4 ~ 8.5를 얻었으며, 이를 안테나 기판재료로 사용하여 추가전력 소모와 함께 제조원가를 높이는 부가 기술을 사용하지 않고도 소형화와 광대역 특성이 구현가능 해 짐을 소개하였다.

### 2. 실험방법

카보닐 아이언(입도 4~6  $\mu\text{m}$ )과 실리콘 레진(DC 184)을 1:1, 2:1, 3:1, 4:1의 무게비로 혼합한 후 믹싱, 진공 탈포, 몰드 주입 및 경화(110  $^{\circ}\text{C}$ , 1시간)를 시켜 안테나용 블록의 형상(10 × 40 × 2 mm)을 준비하였다. 안테나 디자인은 투자율을 갖는 자성체에 적합한 디자인인 TSA형태(Tapered slot antenna)의 디자인이 선택되었으며, 습식식각을 이용하여 Cu 방사체 패턴/폴리이미드 필름의 형태로 제조되었으며 양면테이프를 이용하여 블록에 고정시켰다.

준비된 카보닐 아이언-실리콘 컴포지트의 투자율과 유전율은 8753E 네트워크 아날라이저, 애질런트 85051-60010 airline fixture 를 이용하여 측정하였으며, 안테나의 VSWR 특성은 역시 네트워크 아날라이저를 이용하였고, gain과 방사패턴은 10 m 무반사실에서 네트워크 아날라이저를 이용하여 측정하였다.

### 3. 실험결과 및 고찰

카보닐 아이언 파우더의 배합비에 따른 복소 투자율과 복소유전율 값이 Fig. 1의 그래프에 나타내었다. 배합비가 늘어날수록 투자율과 유전율 값이 증가하는 경향을 보였으며, 유전손실은 3/100정도였으며, 자성손실은 20/100 정도 값을 보였다.

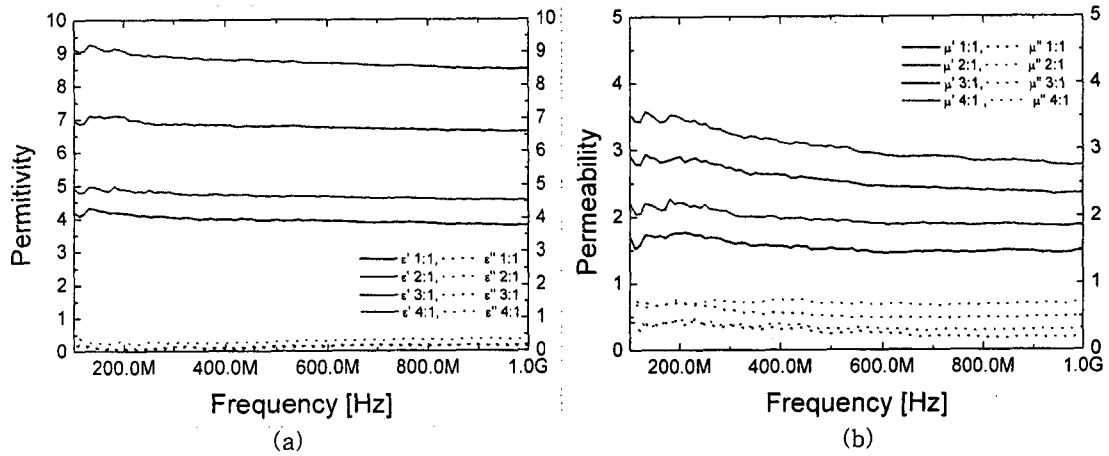


Fig. 1. Frequency dependency of (a) complex permittivity and (b) complex permeability

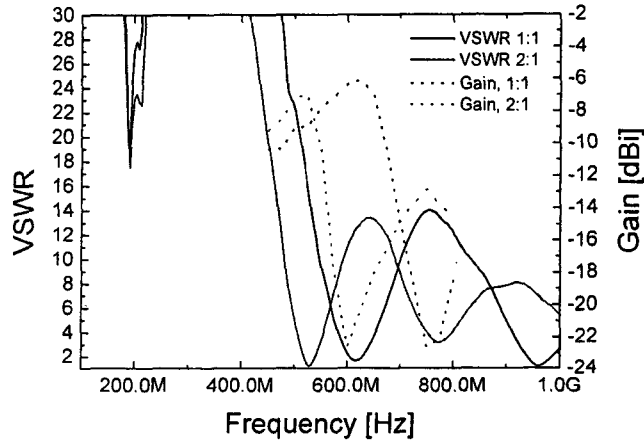


Fig. 2. Measured gain and VSWR properties of magneto-dielectric antenna

Fig. 2의 안테나의 gain과 VSWR 특성 값에 의하면 배합비가 높은 경우 안테나 매칭주파수는 낮은 쪽으로 이동하였고, gain도 함께 이동한 것으로 나타났다.  $-10$  dBi 이상 대역폭의 경우 1:1은 180 MHz, 2:1의 경우 100 MHz 정도로 줄어든 것으로 측정되었다. 이와 같은 광대역 특성은 TSA 디자인으로 인한 것과 함께, 복합재료가 갖는 손실 값에 기인하게 되는데 안테나의 Q값을 낮추면 gain은 악화되지만 광대역 특성을 나타내게 된다[2]. 따라서 손실 값과 gain값, 대역폭(bandwidth)의 적절한 trade-off점을 고려하여 손실특성이 설계되어야 한다.

#### 4. 결론

카보닐 아이언-실리콘 레진 컴포지트를 사용하여 안테나 재료에의 응용가능성을 조사하였으며, 배합비에 따라 바뀌는 투자율-유전을 값에 따라 안테나의 주파수 특성도 제어가능함을 밝혔다. 자성손실( $\tan\delta$ ) 0.2수준에서도 임베디드 구조가 아닌 기판의 표면에 TSA 방사체를 구성한다면 안테나 gain을 충분히 확보할 수 있으므로 안테나 재료로 응용가능함을 증명하였다.

#### 5. 참고문헌

- [1] I-Y Kim, S. Bae 외 3인, "Small DVB-H antennas using ferrite substrate", Intermag 2006
- [2] C. A. Balanis, "Antenna theory-Analysis and design", Wiley, 한글판, 2001, pp. 812-814