

휴대폰 헬리컬 안테나 내부의 페라이트 비드에 의한 SAR 감소 효과

* ** 김 윤 명, *이 승 배, *박 명 석
*(주)EMF Safety, **단국대학교 전자공학과

SAR Reduction of Cellular Phone Terminals with the Ferrite Bead inside of the Helical Coil

* **Yun'n M'young Gimm, *Seung Bae Lee, *Myeong Seok Park
* EMF Safety Inc.
** Dept. of Electronics Engineering, Dankook University

ABSTRACT

We are proposing a new mobile phone antenna, which has a specially manufactured Mn-Zn cylindrical ferrite bead inside of the helical coil of the antenna. The extended antenna radiation patterns and the spatial peak SAR averaged over 1 gram simulated tissue with and without the ferrite bead insertion were measured at 824 MHz.

The results show that the ferrite bead resulted in SAR reduction about 20 %, and reflection coefficient increase about 7 % for the extended antenna.

The applicability of this scheme to the antenna mass production is quite feasible.

I. 서론

최근 정보통신의 발달로 휴대전화의 이용이 증대하면서 이로부터 방사되는 전자파의 인체노출에 관심이 고조되고 있으며, 사회적 문제로 대두되고 있다. 때문에 세계 여러 나라에서는 전자파의 인체노출에 대한 인체안전기준을 제정하여 규제하고 있는 추세이다. 미국은 1997년부터 전자파 인체안전기준을 제정하고 자국내에서 판매되는 휴대전화에 대해 전자파흡수율(SAR, Specific Absorption Rate)을 1.6 W/kg(1g 평균 국부 침투치) 이내로 강제규제하고 있다. 또한 한국도 2001년부터 전자파 인체보호기준이 시행될 예정이다.

전자파에너지의 흡수율(SAR, Specific Absorption Rate)은 단위 질량당 흡수되는 전력(W/kg)으로 표

시되는 양으로서 유전체의 밀도와 전기전도도 그리고 전기장 등의 물리량에 의해 결정된다.

SAR은 질량밀도(ρ)인 미소체적에서 질량 증분에 따른 에너지증분의 시간 미분

$$SAR = \frac{d}{dt} \left(\frac{dW}{dm} \right) = \frac{d}{dt} \left(\frac{dW}{\rho dV} \right)$$

로 나타낼 수 있으며, 전기장과 SAR과의 관계는 다음 식으로 표현된다.

$$SAR = c \frac{\Delta T}{\Delta t} = \frac{\sigma |E|^2}{\rho} [W/kg]$$

여기서, c 는 열용량[J/g/°C], $|E|^2$ 은 전기장 세기[V²/m²], σ 는 전기전도도[S/m], ρ 는 질량밀도[kg/m³] 그리고 ΔT [°C]는 Δt (s) 시간동안 온도 변화이다.

미국, 한국, 일본 및 유럽국가를 비롯하여 세계

여러 나라에서는 휴대전화에서 방사되는 근거리 전자파의 세기를 감소시키기 위하여 많은 노력을 기울이고 있다.

본 논문에서는 휴대전화 안테나의 송수신 특성에 거의 영향을 주지 않으면서 근거리 전자파를 효과적으로 감소시키기 위하여 고주파 자성체를 제작 및 성형하여 안테나에 적용하고 이에 대한 특성을 기존 안테나와 비교하여 측정하여 보았다.

II. 고주파 자성체 제작 및 성형

고주파 자성체는 산화아연(ZnO)이 약 16%, 이산화망간(MnO₂)은 약 15%로 주성분을 이루며 여기에 산화이트륨(Y₂O₃), 산화칼륨(K₂O), 산화티탄(TiO₂), 산화나트륨(Na₂O), 산화규소(SiO₂), 산화니켈(NiO) 및 산화크롬(Cr₂O₃)이 소량 포함되어 있는 페리 자성체(Ferric Magnetic)로 1400℃의 고온에서 압축 성형하여 제작하였으며, 내부는 전도성을 갖고 외부는 산화로 인하여 전도성이 전혀 없는 Mn-Zn계 페라이트 자성체이다.

표 1. 고주파 자성체 특성

재료성분	산화아연, 산화철, 이산화망간 외		
규격	∅6×4.2l	수분흡수율	0.08%
성형압력	1.2Ton/cm ²	소결온도	1350~1400℃
경도	700~800kg/cm ²	인성강도	275kg/cm ²
전도성	표면 : 0%, 내면 : 100%		
반사손실	43~45%	전도손실	53~55%

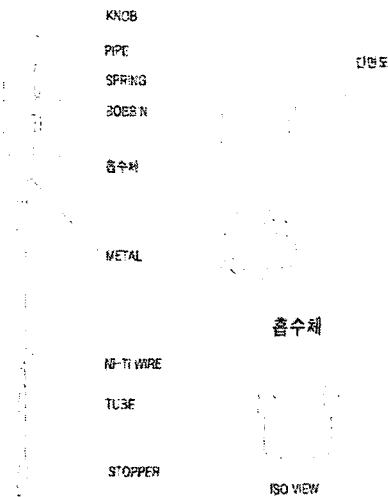


그림 1. 고주파 자성체를 적용한 안테나 구조

이러한 자성체를 휴대폰에 적용하기 위해 기존 안테나의 변형 없이 헬리컬 안테나의 내부에 그림 1과 같은 원통형 실린더 모양으로 가공하여 삽입하는 방법을 생각하였다. 즉, 헬리컬 안테나와 와이어 안테나 사이에 고주파 자성체를 내장한다.

III. 고주파 자성체 안테나의 성능

위에서 우리는 기존 안테나에 페라이트계의 자성체를 내장한 안테나(자성체 안테나)를 제작하여 보았으며, 기존 안테나와의 차이는 단지 헬리컬 안테나의 내부에 자성체를 삽입한 것이다. 아래 그림 2, 3은 Extended 상태에서 안테나의 S₁₁ 특성과 방사 패턴을 측정된 결과이다.

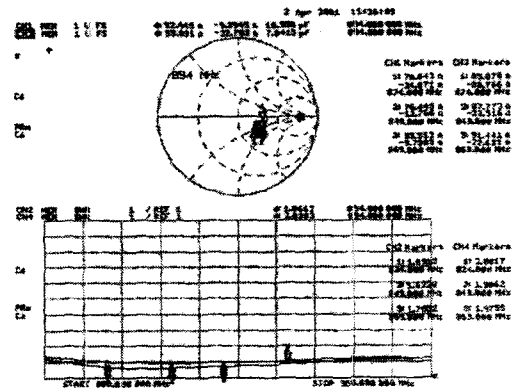


그림 2. 824 Mhz대역에서 스미스 차트(위)와 전압정재파비(아래).

그림2(위)는 824 Mhz 대역에서의 S₁₁을 측정된 것으로, normal 안테나(청색)와 자성체 내장 안테나(적색)의 매칭 특성이 거의 비슷함을 스미스 차트로 보여 주고 있다.

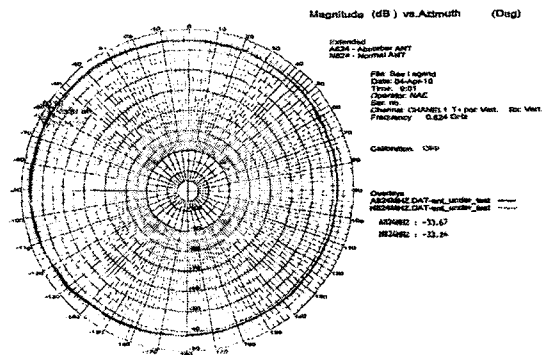


그림 3. Extended 안테나의 방사 패턴:

그림2(아래)는 전압정재파비(VSWR)를 측정 한

값으로 normal 안테나(청색)인 경우 약 1.7, 자성체 내장 안테나(적색)인 경우는 약 2.0으로 내장된 자성체에 의한 영향으로 반사율이 약 7% 높아진 것을 알 수 있다.

그림 3은 각 안테나에 대한 방사패턴이 거의 완벽하게 일치하고 있음을 보여 주고 있다. 이는 자성체가 안테나의 송수신 특성에 거의 영향을 주지 않음을 말해주고 있는 것이다.

IV. SAR 감쇠 효과

전자파흡수율(SAR) 측정을 위해 인체 두부 조직과 유사한 전기정수를 가지는 simulated liquid를 제작하였으며, 전기전도도(σ)는 0.85 mho/m이고 상대유전율(ϵ_r)은 42.5이다. 사용된 휴대폰은 800 MHz 대역의 CDMA, AMPS dual mode이며 SAR 측정시 단말기는 AMPS 모드에서 최대 연속 출력 27 dBm으로 설정하였다.

Normal Antenna
Generic Twin Phantom: Left Cheek Section
Probe: BT31V6 - SN1535: Probe Cal Date 8/00: Crest factor: 1.0
E-Plane 900 MHz: $\sigma = 0.85 \text{ mho/m}$, $\epsilon_r = 42.5$, $\rho = 1.00 \text{ g/cm}^3$
Cube Size: SAR (1g): 1.88 mW/g, SAR (10g): 1.85 mW/g
Coarse: Dx = 15.0, Dy = 15.0, Dz = 16.0
27dBm

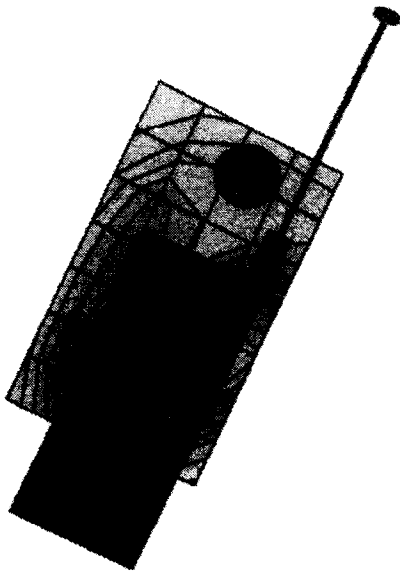


그림 4. Normal 안테나의 SAR 측정 결과.

그림 4는 normal 안테나의 SAR 측정 결과를 나타내고 있으며, 1g 평균 국부 침투 SAR값은 1.88

W/kg이다. 그림 5는 자성체 내장 안테나의 SAR 측정 결과로 그 값이 1.51 W/kg이다. 휴대폰의 안테나에 자성체를 적용한 안테나의 경우 기존의 안테나에 비해 약 20%의 SAR 감쇠 효과를 얻었다.

자성체를 헬리컬 안테나의 내부에 삽입할 경우, 투자율이 높을수록 더 많은 자기장 에너지가 헬리컬 내부에 집중되어지고 그 외부에서는 이에 반하여 근거리 자기장이 감소하게 된다. 결국 휴대폰 케이스의 내부에 코팅된 전도성 물질에 흐르는 표면 전류가 감소하게 된다($J_s = n \times H$).

Absorber 내장 Antenna
Generic Twin Phantom: Left Cheek Section
Probe: BT31V6 - SN1535: Probe Cal Date 8/00: Crest factor: 1.0
E-Plane 900 MHz: $\sigma = 0.85 \text{ mho/m}$, $\epsilon_r = 42.5$, $\rho = 1.00 \text{ g/cm}^3$
Cube Size: SAR (1g): 1.51 mW/g, SAR (10g): 1.07 mW/g
Coarse: Dx = 15.0, Dy = 15.0, Dz = 16.0
27dBm

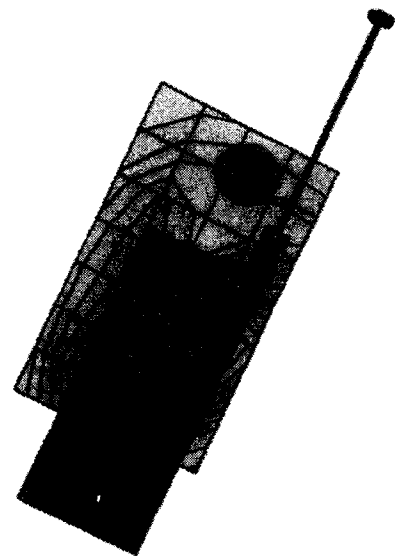


그림 5. 자성체 내장 안테나의 SAR 측정 결과.

잘 알려진 바와 같이 SAR은 안테나에서 방사되는 전기장보다는 오히려 자기장의 제곱에 비례한다.

$$SAR = \frac{\sigma}{\rho} \frac{\mu\omega}{\sqrt{\sigma^2 + \epsilon^2\omega^2}} (1 + c_{corr}\gamma_{pw})^2 H^2$$

여기서, γ_{pw} 는 plane wave reflection coefficient 이고, H는 incident magnetic field이며, c_{corr} 은 correction coefficient이다.

즉, SAR이 감소한 이유는 위 식에서 보여주는 바와 같이 헬리컬 안테나의 내부에 삽입된 자성체에 의해 incident magnetic field가 감소되고 이에

비례하여 SAR이 감소하게 된다.

V. 결론

Mn-Zn계 페라이트 자성체를 제작 성형하고 이를 내장한 안테나를 기존의 안테나에 적용해보았다. 그 결과 휴대폰의 reflection coefficient는 약 7% 증가한데 비해 송수신 특성에는 거의 영향을 주지 않으면서 SAR을 약 20%로 현저히 줄일 수 있는 효과를 얻었다.

본 논문은 휴대폰이 소형화되어지며 안테나가 인체두부와 더욱 가까워져 증가하는 전자파 인체 노출량을 감소하는 방법으로 활용될 것으로 기대한다.

참고문헌

- [1] PCT/KR01-00202 : A device for reducing the electromagnetic wave of a mobile communication terminal, Feb. 2001.
- [2] Federal Communication Commission(FCC), Report and Order: Guidelines for evaluating the environmental effects of radiofrequency radiation, FCC (Washington DC), Tech. Rep. FCC 96-326 20554, 1996.
- [3] J. Wang, O. Fujiwara, T. Takagi, "Effect of ferrite Sheet Attachment to Portable Telephone in Reducing Electromagnetic Absorption in Human Head," IEEE EMC Symposium Record, Vol. 2, pp. 822-825, Aug. 1999.
- [4] N. Kuster, Q. Balzano, "Energy absorption mechanism by biological bodies in the near field of dipole antennas above 300MHz," IEEE Transaction on Vehicular Technology, Vol. 41, No. 1, Feb. 1992.