

T-DMB 안테나의 소형화를 위한 Ni-Mn-Co 페라이트의 전자기 특성 연구

안원기*, 금준식, 박상훈, 지정근, 김기호, 성원모
이엠파블유 안테나 중앙연구소

1. 서론

정보통신 기기의 발달로 현재의 이동통신기기는 다기능화, 소형화가 이루어지고 있다. 그에 따라 이동통신기에 사용되는 안테나는 광대역화와 소형화를 동시에 만족하기를 요구하고 있다. 방송용으로 이용되는 지상파 디지털 미디어 방송(T-DMB)은 Very High Frequency(VHF : 30 MHz ~ 300 MHz)로 안테나의 사이즈가 크기 때문에 이동통신기기의 내장형으로 제작하기에는 어려움이 있다. 안테나는 소형화될수록 대역폭은 협소해지고, 방사 효율은 감소하게 된다. 현재 대역폭과 효율을 유지하면서 안테나를 소형화 하려는 연구는 회로적인 접근으로 많은 연구가 다양하게 진행되고 있으나 그 한계가 있다. 그 한계를 극복하기 위해서는 새로운 소재가 요구되고 있다.

안테나의 크기는 디자인과 유전율, 그리고 투자율에 의하여 결정되므로, 유전율과 투자율을 가진 자성소재는 소형화에 더욱 유리하다.[1, 2] 특히 페라이트는 낮은 유전 손실과 높은 저항, 물리적 강도, 화학적 안정성으로 인하여, 전자재료로서의 응용에 관한 연구가 다양하게 진행되고 있으며, Ni-Mn-Zn, Mn-Co, Ni-Co, Ni-Mn-Co 페라이트들은 저유전율, 고투자율, 높은 공명주파수, 낮은 생산 비용을 가지는 페라이트체로 알려져 있다.[3]

본 연구에서는 Ni-Mn-Co 페라이트에 Co 치환량에 따른 전자기적 특성을 확인하고, T-DMB용 안테나 소재로서의 적용 가능성을 확인하고자 하였다.

2. 실험방법

$Ni_{0.76}Mn_{0.24-x}Co_xFe_2O_4$ ($X=0\sim 0.04$)를 고상법으로 제조하였다. X-ray diffractometer로 결정상을 확인하고, 주사 전자현미경으로 입자크기를 확인하였다. 주파수에 따른 투자율과 유전율 그리고 각각의 손실은 RF-Impedance material analyzer를 이용하여 10MHz~1GHz까지 확인하였다. 그리고 Co=0.02 치환된 페라이트 시편으로 안테나를 제작하여 특성을 확인하였다.

3. 결과

$Ni_{0.76}Mn_{0.24-x}Co_xFe_2O_4$ 를 1150℃에서 열처리한 시료의 XRD 분석 결과, $Ni_{0.76}Mn_{0.24-x}Co_xFe_2O_4$ 페라이트의 단일상을 확인하였다.

Fig 1은 $Ni_{0.76}Mn_{0.24-x}Co_xFe_2O_4$ 페라이트의 Co 치환량 변화에 대한 주파수별 투자율이다.

투자율은 Co 치환량의 증가에 따라 감소하는 경향을 확인할 수 있고, 반대로 공명주파수는 상향됨을 확인할 수 있다. 100MHz에서의 투자율은 12에서 5로 감소하고, 공명주파수는 100MHz에서 500MHz로 증가된다.

Fig 2는 $Ni_{0.76}Mn_{0.24-x}Co_xFe_2O_4$ 페라이트의 Co 치환량 변화에 대한 주파수별 손실이다. 손실은 100MHz에서 Co 치환량이 증가함에 따라 0.24에서 0.02미만으로 감소되고, 손실이 크게 증가하는 주파수는 70에서 400MHz로 상향된다.

T-DMB용 안테나의 소형화에 적용하기 위한 페라이트는 공명주파수가 230MHz이상, 손실이 0.02 미만, 투자율을 가질수록 유리하다.[1]

Co가 0.02 치환된 페라이트는 투자율 8, 손실 0.02미만, 공진주파수 300MHz로 안테나 적용에 가장 적절하다. 이 페라이트의 유전율은 5~7이고, 손실은 0.01미만이다.

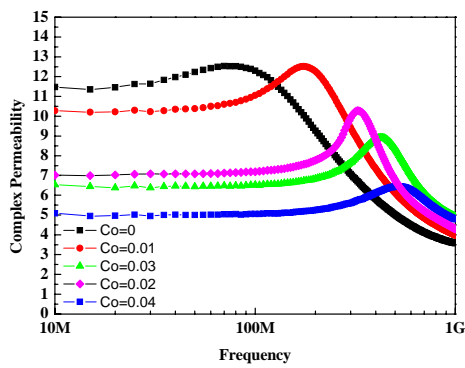


Fig 1. Frequency dependency of permeability in $Ni_{0.76}Mn_{0.24-x}Co_xFe_2O_4$ ferrites with $Co(x)$ content.

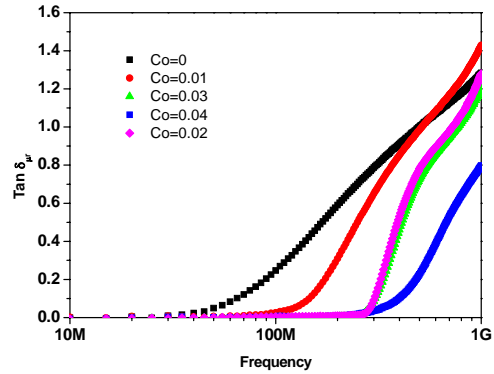


Fig 2. Frequency dependency of $Tan\delta_{\mu}$ in $Ni_{0.76}Mn_{0.24-x}Co_xFe_2O_4$ ferrites with $Co(x)$ content.

Fig 3은 $Ni_{0.76}Mn_{0.24-x}Co_xFe_2O_4$ 페라이트를 이용하여 제작한 T-DMB 대역 helical antenna의 방사특성이다. 안테나의 크기는 $30 \times 5 \times 3mm$ 이고, -10dB에서 185 ~ 202MHz의 대역폭을 가지며, 효율은 최소 15% 이상으로 나타났다.

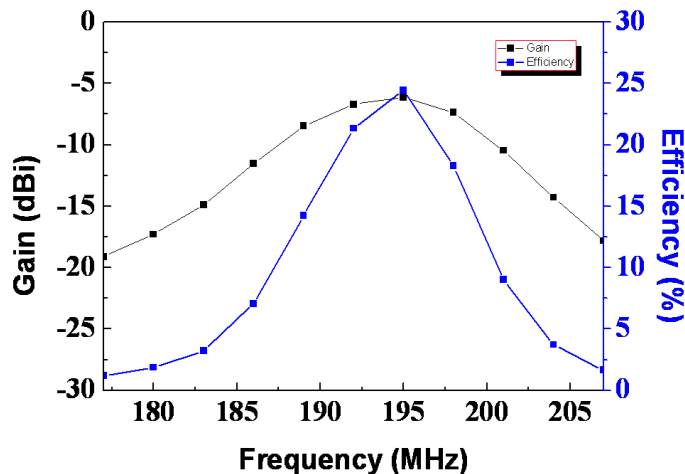


Fig 3. performance of antenna used by $Ni_{0.76}Mn_{0.24-x}Co_xFe_2O_4$ ferrite substrate.

4. 결론

$Ni_{0.76}Mn_{0.24-x}Co_xFe_2O_4$ 페라이트의 투자율은 Co 치환량 증가에 따라 감소되고, 공명주파수는 증가됨을 확인하였다. 그리고 손실은 Co 치환량 증가될수록 감소함을 확인하였다. T-DMB 안테나를 소형화 하고 성능저하를 최소화하기 위한 조건은 공명주파수 230MHz 이상, 손실 0.05 미만이며, 투자율이 높은 시료가 필요하므로 Co가 0.02 치환된 시료가 적절하다. $Ni_{0.76}Mn_{0.24-x}Co_xFe_2O_4$ 페라이트를 이용하여 T-DMB용 안테나를 헬리컬 형태로 제작하여 특성을 확인한 결과, 대역폭이 185 ~ 202MHz(-10dB)이며, 방사효율은 최소 15% 이상으로 확인되었다. 또한 일반적인 플라스틱 유전체($\epsilon < 20$)를 이용한 안테나에 비해 크기가 1/3로 소형화 될 수 있으므로, 안테나 소재로서 적용이 가능할 것이다.

5. 참고문헌

- [1] Kivin Buell, *IEEE Trans. Microw. Theory Tech.* **54**, 135~146 (2006)
- [2] U.R. Lima, M.C. Nasar, R.S. Nasar, M.C. Rezende, J.H. Araujo, *J. Magn. Magn. Mater.* **320**, 1666-1670 (2008)
- [3] J.J. Lee, Y.K. Hong, S. Bae, J. Jalli, W.M. Seong, S.H. Park, C.J. Choi, *J. Appl. Phys.* **105**, 1 (2009)