

# 전자성금속분말을 이용한 이동통신대역용 전파흡수체 개발

(Development of electromagnetic wave absorber sheet for mobile phone frequency using soft metal magnetic powder)

이경섭\*, 이태경, 강두인, 최광보  
(주) 창성 중앙연구소

## 1. 서론

최근 정보통신 기기의 소형화·고집적화·다기능화 및 사용 주파수의 고주파화로 인하여 이들 기기로부터 발생하는 불요전자파로 인해 각종 전자기기의 오동작 및 인체피해 등 전자파 공해 현상이 심각한 문제로 대두되고 있다.<sup>1)</sup> 이러한 문제를 해결하기 위하여 GHz 대역에서 고주파 특성이 우수한 자성 원료를 필요로 하고 있다. 하지만, 기존 페라이트 자성체로 흡수체를 구성하였을 경우 snoek limit으로 인하여 이동통신 주파수대역에서 흡수체의 두께가 6 ~ 10mm에 달하기 때문에, 이동통신용 휴대용 단말기의 소형화에 제한이 따르게 된다.<sup>2-4)</sup> 따라서 본 연구에서는 이동통신 주파수대역(0.8~2.4 GHz)에서 우수한 고주파 특성을 가진 전파 흡수체용 금속자성분말을 개발하고 전파흡수체로 사용하기 위한 제반 기술(쉬트제조기술, 전자파 흡수 특성 평가 기술)을 확립하는데 그 목적이 있다.

## 2. 실험 방법

본 연구에서는 복소투자율, 복소유전율 및 포화자화값이 높은 Fe-Si-Al alloy계의 금속자성분말을 출발원료로 하여 실험을 실시하였다. 우선 attrition mill을 사용하여 금속 자성 원료를 flake化 시켰는데, 이때 분말의 산화를 방지하기 위하여 습식 방법을 이용하여 1-6시간 동안 milling을 실시하여 flake化율에 따른 재료정수 및 전파흡수능을 조사하였다. 제조된 압분체의 주파수 특성 및 전파흡수특성을 고찰하기 위하여 silicone rubber에 일정 비율로 혼합하여 외경 7mm, 내경 3mm toroidal 형태의 mold에 충전시킨 후, 일축 가압 프레스를 이용하여 1.0 Ton/cm<sup>2</sup> 정도의 압력에서 성형하였다.

또한, 최적화된 flake 분말을 filler로 사용하여 PVC계열의 유기고분자를 포함한 전파흡수체 sheet를 제조하기 위하여 제조된 편상화 압분체와 PVC계열의 유기 고분자를 dispersion Kneader에서 일정한 비율로 균일하게 혼합하여 pellet 형태로 제조한다. 이렇게 제조된 pellet을 쌍롤(Double roll) 또는 열간 프레스(Hot press)를 이용하여 일정한 압력과 온도로 유지한 후 원하는 두께의 복합자성체 sheet를 제조하였다. 전파흡수체용 sheet의 주파수에 따른 재료정수(복소투자율, 복소유전율)를 측정하기 위하여 시편 내경 3 mm(공차 0.05 mm), 외경을 7 mm(공차 0.05 mm)로 가공하였다. 이렇게 제조된 sheet의 재료정수를 network analyser(HP8722D)을 이용하여 측정한 후, 이동통신 주파수대역인 0.8~2.4 GHz에서 최대의 흡수능을 나타내는 임피던스 매칭조건을 계산하여 최적의 sheet의 두께를 계산하였으며, 계산된 sheet 두께로 실제 sheet를 제조하여 재료정수 및 전파흡수능을 측정하였다.

## 3. 실험 결과 및 고찰

그림 1은 Fe-Si-Al alloy계의 원료 분말과 attrition mill에서 4시간 milling 통해서 편상된 Fe-Si-Al alloy계 압분체의 SEM 관찰 결과이다. Milling 시간이 증가함에 따라서 편상화에 의해 aspect ratio는 증가하고 평균입도는 감소함을 알 수 있었다.

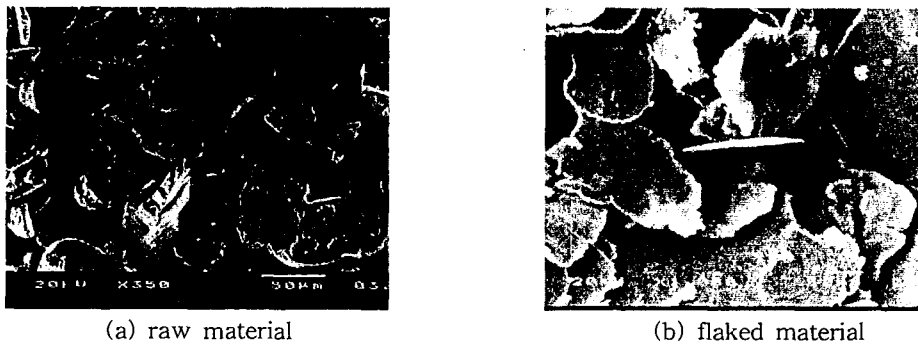


Fig.1 SEM image of Fe-Si-Al alloy powder as a function of attrition milling time

그림 2는 milling 시간 증가에 따른 편상화된 Fe-Si-Al alloy계 분말의 재료 정수의 주파수 분산 특성 측정된 결과이다. Milling 시간이 증가함에 따라 복소투자율( $\mu_r = \mu_r' - j\mu_r''$ ) 및 복소유전율( $\epsilon_r = \epsilon_r' - j\epsilon_r''$ )의 실수부와 허수부가 모두 증가하였는데, 이는 milling에 의해 구형에서 평판상으로 모양이 바뀌에 따라 와전류 손실이 감소하고, 압분체간의 정전용량이 증가한 것에 기인한다고 판단된다.

그림 3은 milling 시간 증가에 따른 편상화된 Fe-Si-Al alloy계 분말의 전파흡수능을 측정된 결과를 나타낸 것이다. 원료 분말의 전파흡수능보다 attrition milling을 한 분말의 전파흡수능이 이동통신 주파수대역인 0.8~2.4 GHz로 shift됨을 알 수 있었다. 이는 그림 2의 재료정수 측정 결과에서 알 수 있듯이 재료정수의 증가에 기인한 것으로 판단된다.

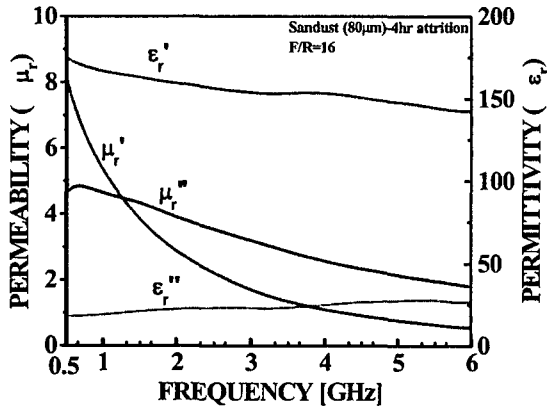


Fig 2. Frequency characteristics of permeability( $\mu$ ) and permittivity( $\epsilon$ ) of optimized flake.

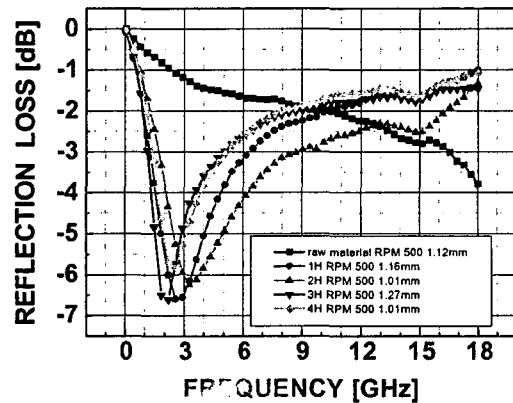


Fig 3. Frequency characteristics of reflection loss(dB) as a function of milling time.

#### 4. 결론

본 연구를 통해서, 1.0mm 이하 두께의 전파흡수체 설계를 목표로 금속 자성 분말을 flake화하여 GHz 대역의 주파수에서 이용 가능한 전파흡수체에 설계에 대한 가능성을 확인할 수 있었으며 결과는 다음과 같다.

금속 자성 분말의 형태를 aspect ration 100이상(두께 0.1~0.5  $\mu\text{m}$ 이하, 폭 70~80  $\mu\text{m}$ 이상)으로 flake화하여 자기 이방성을 크게 유도하며 공명 주파수를 고주파하고 정전용량을 증가시켜서 이동통신 주파수 대역에서 높은 전파흡수능을 갖는 두께 1.0 mm이하의 초박형 전파흡수체를 제조할 수 있었다.

#### 5. 참고문헌

- [1] A. Tsaliovich, Kluwer Academic publisher.(1999)
- [2] K. Akita, *Ferrites*: Proceed. of ICF, pp. 885-889. (1980)
- [3] S. S. Kim, D. H. Han and S. B. Jo, *IEEE Trans. Mag.* **30**, 4554 (1994).
- [4] J. Smit and H. P. J. Wijn. *Ferrites*, Philips Technical Library, Eindhoven, Netherlands, (1959).