

# Fe<sub>73.5</sub>Cu<sub>1</sub>Nb<sub>3</sub>Si<sub>13.5</sub>B<sub>9</sub> 나노결정구조 합금 박편을 이용한 자성분말/폴리머 복합 시트의 전자파 흡수 특성에 미치는 합금 어닐링 온도의 영향

노태환\*, 유인준

안동대학교 공과대학 신소재공학부

## 1. 서론

최근 각종 전자·정보통신기기의 동작 주파수대의 증가와 함께 준마이크로파 대역에서의 전자파 노이즈 억제가 중요한 문제가 되고 있으며, 이에 대한 대응책의 하나로써 각종 연자성 금속 박편/폴리머 복합 시트를 이용한 전자파 흡수 기술이 연구되고 있다. 본 연구에서는 고연자성 및 우수한 고주파 특성을 지닌 Fe<sub>73.5</sub>Cu<sub>1</sub>Nb<sub>3</sub>Si<sub>13.5</sub>B<sub>9</sub>(at%) 나노결정 합금 박편을 이용하여 이러한 복합 시트를 제조할 때, 특성 최적화 조건을 찾기 위하여 비정질상의 원료 합금을 여러 온도에서 열처리한 후 전자파 흡수 특성을 측정, 분석하였다.

## 2. 실험방법

26~45 μm 크기의 수분무법으로 만든 비정질 Fe<sub>73.5</sub>Cu<sub>1</sub>Nb<sub>3</sub>Si<sub>13.5</sub>B<sub>9</sub>(at%) 분말에 대해 어트리션 밀(KMS-1B)을 이용하여 에타놀을 사용한 습식법으로 편상화 가공을 실시하였으며, 이 때 밀링볼의 크기는 12.6 mm, 임펠러 회전속도는 200 rpm, 볼과 분말의 중량비는 20 : 1로 하였다. 밀링에 의해 편상화된 두께 1~3 μm의 박편을 각각 425~575 °C에서 1 시간 동안 진공 분위기에서 어닐링하여 결정화 처리를 한 다음, 폴리우레탄 수지와 35 : 65의 중량비로 혼합 후, 닥터 블레이드법을 이용한 테이프 캐스팅으로 두께 0.7 mm의 복합 시트를 제조하였다. 제조된 복합 시트의 전자파 흡수 특성은 네트워크 분석기(HP-8722D)로써 S 파라미터(반사 파라미터 S<sub>11</sub>, 투과 파라미터 S<sub>21</sub>)를 측정하여 평가하였으며, 또 이들 S 파라미터로부터 복소 투자율과 복소 유전율을 구하였다.

## 3. 실험결과

측정된 S 파라미터 특성으로부터 전자파 전력 손실(power loss) P<sub>loss</sub>/P<sub>in</sub>의 주파수 의존성을 구하였으며[1], 그 결과를 Fig. 1에 나타내었다. 이 그림에서 열처리 온도에 따라 전력 손실의 크기가 상당히 달라지고 있는데, 425~525 °C까지는 그 값이 증가하다가 575 °C에서는 다시 감소하는 거동을 보여주고 있다. 즉 측정 주파수가 3 GHz일 때, 비정질 상태(즉 as-milled 상태)에서 가장 낮은 0.60 정도의 값을 가지나, 475~525 °C의 범위에서 0.82 정도의 최대 값에 도달한 후 575 °C에서는 0.72 정도로 다시 낮아졌다.

## 4. 고찰

이상과 같은 실험 결과로부터 Fe<sub>73.5</sub>Cu<sub>1</sub>Nb<sub>3</sub>Si<sub>13.5</sub>B<sub>9</sub>(at%) 박편/폴리머 복합 시트의 전자파 흡수 특성은 자성분말을 475~525 °C에서 어닐링할 때 가장 우수한 것으로 평가된다. 그런데 이 온도는 종래의 보고에 의하면 충분한 나노결정화를 통해 최적 연자성이 얻어지는 어닐링 온도보다 낮은 것으로서, 이러한 결과의 이해를 위해 S 파라미터의 열처리 온도 의존성, 복소 유전율의 변화 거동 등이 체계적으

로 분석되고 있다.

## 5. 참고문헌

- [1] S. Yoshida, H. Ono, S. Ando, S. Ohnuma, M. Yamaguchi, and Y. Shimada, *Materia Japan*, 42, 193 (2003).

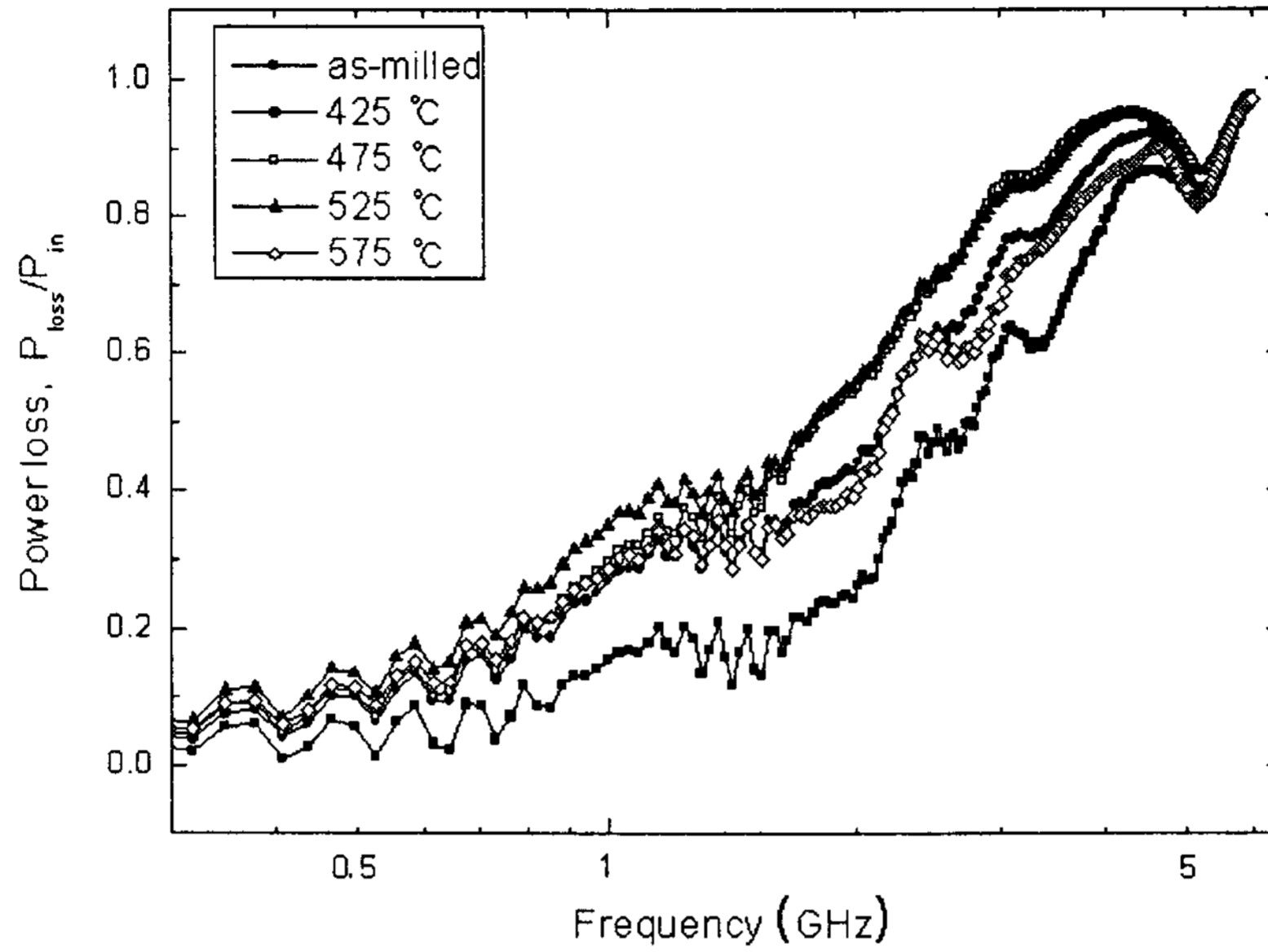


Fig. 1. The frequency dependence of power loss( $P_{\text{loss}}/P_{\text{in}}$ ) for the composite sheets having  $\text{Fe}_{73.5}\text{Cu}_1\text{Nb}_3\text{Si}_{13.5}\text{B}_9$  alloy flakes in as-milled state and annealed at 425, 475, 525, and 575 °C for 1 h, respectively.