

Fe-Si-Al/고무 자성복합체의 제조공정 및 전자파흡수특성 제어

(주)창성 중앙연구소

장두인*, 윤여춘, 이태경, 이경섭, 최광보

충북대학교[†], 한국과학기술연구원(KIST)^{††}

김성수[†], 김상우, 김광윤^{††}

1. 서론

최근 정보화 사회로의 발전과 함께 급속히 보급되어온 휴대폰은 단순 음성통화위주의 기능을 넘어 영상정보의 저장 및 송수신 기능을 수행하는 개인정보처리 단말기로서 기능이 변화하고 있다. 또한 디지털 카메라와 캠코더 등과 같은 소형 디지털 전자기기의 데이터 처리용량과 속도가 점차 대용량화, 고속화 되고 있어 이러한 소형디지털전자기기 내에 고밀도로 실장된 전자부품들과 배선들 간에 발생하는 준 마이크로파 대역의 전자기간섭문제 (EMI)가 예전에 비해 매우 심각한 문제로 인식되고 있으며, 이러한 전자파장해 대책의 일환으로서 소형 디지털 전자기기의 제한된 공간 내에서 방사된 준 마이크로파 에너지를 열로 변환시키는 전자파흡수 재료가 주목받고 있다.

본 연구에서는 준 마이크로파 대역에서 자성손실과 유전손실이 우수한 재료를 개발하기 위하여 금속 연자성 재료의 연성을 이용하여 편상화한 Fe-Si-Al 합금분말을 제조하고, 이것을 폴리머 속에 고밀도로 분산시키는 방법을 압연공정과 테입성형공정으로 나누어 함으로써 자성분말의 분산방법에 따른 복합자성체의 투자율 및 유전율의 주파수 특성을 조사하였으며 또한 이같은 제조공정의 차이에 의한 임피던스정합 주파수의 차이를 비교 분석하였다.

2. 실험방법

특정 주파수에 대응하는 전자파 노이즈 흡수재를 설계하기 위해서 투자율 또는 유전율의 분산이 시작하는 주파수를 제어하는 것이 필요하다. 본 실험에서는 평균입도 $50\mu\text{m}$ 의 센더스트 합금 (FeSiAl)분말을 사용하였다. 준 마이크로파 같은 고주파영역에서 양호한 투자율 특성을 나타내기 위해서는 자기 이방성을 향상시키고 와전류 손실을 줄이기 위하여 재료의 전기저항을 높여야 한다[1]. 이같이 분말의 자기이방성을 향상시키고 입자의 두께를 줄이기 위하여 attrition mill을 이용하여, 탄화수소 용매 중에서 기계적으로 milling 하여 분말을 편상화 하였다. 그리고 재료의 와전류 손실을 줄이기 위하여 편상화된 입자들을 고분자 절연 매트릭스에 고밀도로 분산시켜 자성복합체를 만들었는데, 복합자성체를 만드는 방법을 압연법과 테입성형법 두 가지 방법으로 공정을 달리하여 자성복합체를 제조하였는데, 한 가지 방법은 편상화 된 분말을 Dispersion kneader에서 폴리머와 함께 혼련한 후 압연법에 의하여 복합자성체를 제작하는 방법이고 다른 하나는 폴리머를 유기용제에 용해한 후 편상화 된 분말을 Planetary mixer를 이용하여 분산시킨 후 테입성형기를 이용하여 자성복합체를 제조하였다. 이같이 만들어진 각각의 시편들을 전자현미경을 이용하여 분산된 정도를 확인하였고 HP Agilent社 PNA 8364A 장비로 주파수 (45MHz ~ 10GHz)에 따른 S-parameter를 측정하여 재료정수(복소유전율, 복소투자율)를 계산하였으며, 시편의 배면을 도체로 단락시킨 후 반사손실을 측정하였다.[2]

3. 실험결과

Fig. 1은 attrition mill을 이용하여 기계적으로 연마한 편상화 분말들의 형상을 주사전자현미경으로 관찰한 결과이다. 연마시간을 5시간에서 9시간으로 증가할수록 편상화된 분말의 두께가 감소하였으며, 보다 자세히 관찰한 결과 단면 두께는 $2 \sim 0.6\mu\text{m}$ 의 분포를 가진다. 두 가지 방법으로 제조한 자성복합체의 밀도는 편상화 분말의 충전량에 따라 $2.8 \sim 3.4 \text{ g/cm}^3$ 범위였으며, 제조공정에 관계없이 자성복합체의 밀도가 증가할수록 임피던스 정합주파수는 공히 저주파쪽으로 이동하였다. Fig. 2는 서로 다

른 두가지 제조법으로 만들어진 자성복합체의 전파흡수능을 비교한 결과이다. 동일한 밀도의 복합자성체임에도 불구하고 테입성형법으로 제조되어진 자성복합체가 압연법에 의하여 제조된 복합자성체에 비하여 보다 저주파에서 임피던스 정합이 일어나는 결과를 얻을 수 있었다.

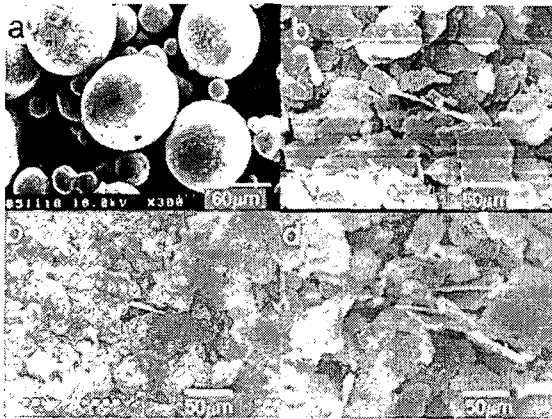


Fig. 1. Morphology of Fe-Si-Al particles ; (a) before milling, (b) 5hrs, (c) 7hrs, (d) 9hrs.

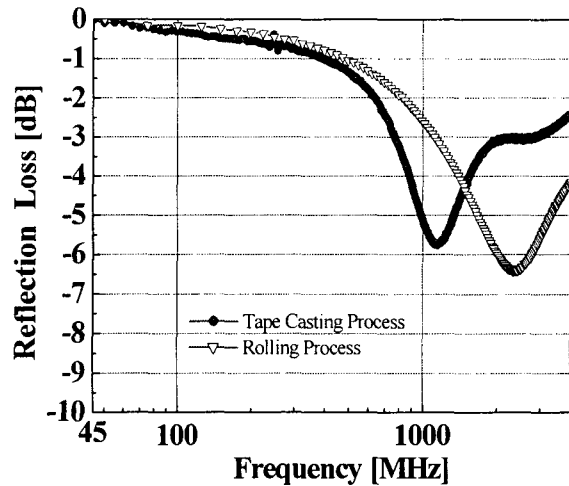


Fig. 2. Reflection loss of the composite magnetic materials; (a) Rolling process, (b) Tape casting process.

4. 결론

편상화 된 Fe-Al-Si 분말을 폴리머 속에 고밀도로 분산시키는 방법을 압연공정과 테입성형공정으로 나누어 자성복합체 sheet를 제조하여 제조 공정에 따른 복합자성체의 투자율 및 유전율의 주파수 특성과 임피던스정합 주파수의 차이를 비교 분석하였다. 그 결과 자성복합체는 제조 공정에 관계없이 성형체의 밀도가 증가함에 따라 최대 반사손실을 나타내는 정합 주파수가 저주파쪽으로 이동하였으며 동일한 밀도인 경우 테입성형방법으로 제조한 자성복합체 sheet가 압연법에 의하여 제조된 자성복합체 sheet 보다 1Ghz 정도 저주파에서 최대반사손실을 나타낸다.

5. 참고문헌

- [1] Shigeyoshi Yoshida et al., "Permeability and Electromagnetic-Interference Characteristics of Fe-Si-Al Alloy Flakes-Polymer Composite", *J. Appl. Physics*, 85(8), 4636-4638, 1999.
- [2] W. B. Weir, "Automatic Measurement of Complex Dielectric Constant and Permeability at Microwave Frequencies", *Proc. IEEE*, 62(1), 33-36, 1974.