

최적밀도를 가진 Fe-Si-Al 합금분말 코아의 자기적 특성

지인걸*, 김영민, 김구현, 이태경, 최광보, 정인범

(주) 창성 중앙연구소

1. 서론

최근 정보통신 분야의 발달과 에너지 절약형 가전기기의 급속한 보급으로 대전류에서도 사용할 수 있는 금속 분말 연자성 재료의 수요가 전 세계적으로 증가하고 있다. 대표적인 금속분말 연자성 코아인 Fe-Si-Al 합금 (SENDUST)은 낮은 자왜상수와 이방성상수 값을 가지고 있어 높은 투자율, 낮은 코아손실의 장점이 있다. 그러나 재료 자체가 취성이 강하고 가공성이 떨어져, 고투자율을 얻기가 어렵고 직류중첩 특성이 우수하지 못한 단점을 가지고 있다. 이는 다른 Fe계 합금보다 Fe-Si-Al 합금의 밀도가 상대적으로 낮기 때문이다[1]. 따라서 본 연구에서는 입도조정을 통해 밀도를 높여 최적밀도를 가진 Fe-Si-Al 합금분말의 자기적 특성 변화를 살펴보았다.

2. 실험방법

Fe-Si-Al 합금을 먼저 괴(ingot)로 제조한 후, Fe-Si-Al 합금의 취성을 이용하여 분쇄하였다. 분쇄된 분말은 75 μm 이하로 분급을 하고, 열처리를 통해 분말 내부응력을 제거하였다. 열처리된 분말은 먼저 세라믹 절연을 실시하였고, 체를 이용하여 각각 38 μm 이하, 38 ~ 53 μm , 53 ~ 75 μm 로 분리 사별하였다. 각각 분급된 3 종류의 분급 분말을 일정량 혼합하여 Hall flow meter와 Tapping machine으로 겉보기 밀도(AD)와 충전 밀도(TD)가 높은 최적 입도 분포를 결정하였다. 입도가 조정된 분말들은 링 형태(OD : 27 mm, ID : 14 mm, HT : 11 mm)로 고압 성형하였고, 성형된 분말코아는 불활성 분위기에서 열처리를 실시하여 코아 성형응력을 제거하였다. Fe-Si-Al 합금분말 코아의 실효투자율은 Impedance analyzer (HP4294A)를 사용하여 100 kHz에서 측정하였고, 코아손실은 AC loop tracer(Iwatsu SY-8232)를 사용하여 0.1 T/ 50 kHz의 조건에서 측정하였다. 그리고, 직류중첩 특성은 LCR meter(HP4284A)를 가지고 100 kHz 주파수에서 측정되었다.

3. 실험결과

분말 크기로 분급된 Fe-Si-Al 합금분말을 각각 일정량 혼합하여 AD와 TD를 측정 하였다. Fig. 1은 AD와 TD 측정영역을 나타낸 것으로, AD와 TD가 높은 영역은 53~75 μm 와 38 μm 이하 분말이 주로 존재하여 조분과 미분이 혼합된 영역이다. AD와 TD가 낮은 영역은 38~53 μm 와 38 μm 이하 분말이 주로 존재하는 영역이다. AD와 TD가 가장 높은 혼합분말의 성형밀도가 5.84 g/cm³으로 다른 혼합 분말보다 성형밀도보다 높았다. 이 때의 Fe-Si-Al 합금분말 코아의 인덕턴스값이 100 kHz에서 223 μH , 코아손실은 0.1 T/ 50 kHz에서 239 mW/cm³으로 다른 혼합분말 코아보다 가장 우수한 자기적 특성을 나타내었다.

4. 결론

Fe-Si-Al 합금분말은 낮은 연성특성으로 성형밀도가 낮아 직류중첩 특성이 낮았다. 이에 성형밀도를 높이기 위한 여러 방법들 중, 간단히 입도 조정만으로도 성형밀도를 높여 자기적 특성 변화를 알아보았다. 동일한 제조 공정에서 최적의 입도조정된 Fe-Si-Al 합금분말 코아는 가장 높은 성형밀도를 나타낼 뿐 아니라, 자기적 특성도 가장 우수하였다.

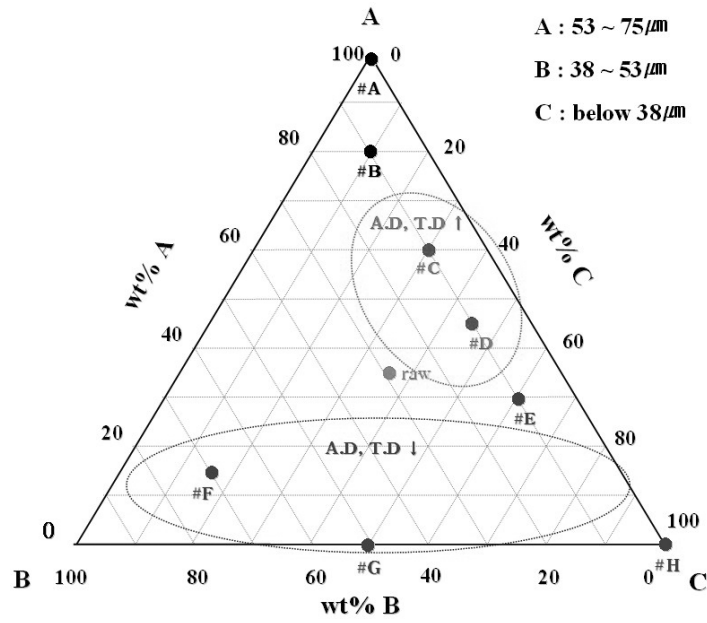


Fig. 1. Fe-Si-Al 합금의 입도조정 영역.

6. 참고문헌

- [1] M. Bozorth, Ferromagnetism, (1951) 95-110